



Programa de Pesquisa e
Desenvolvimento - P&D



Prospecção tecnológica no setor elétrico brasileiro

Volume 8-8

Agenda estratégica de CT&I
no setor elétrico brasileiro

Centro de Gestão e Estudos Estratégicos
Ciência, Tecnologia e Inovação

O Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) edita publicações sobre diversas temáticas que impactam a agenda do Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (SNCTI).

As edições são alinhadas à missão institucional do Centro de subsidiar os processos de tomada de decisão em temas relacionados à ciência, tecnologia e inovação, por meio de estudos em prospecção e avaliação estratégica baseados em ampla articulação com especialistas e instituições do SNCTI.

As publicações trazem resultados de alguns dos principais trabalhos desenvolvidos pelo Centro, dentro de abordagens como produção de alimentos, formação de recursos humanos, sustentabilidade e energia. Todas estão disponíveis gratuitamente para *download*.

A instituição também produz, semestralmente, a revista Parcerias Estratégicas, que apresenta contribuições de atores do SNCTI para o fortalecimento da área no País.

Você está recebendo uma dessas publicações, mas pode ter acesso a todo o acervo do Centro pelo nosso site: <http://www.cgge.org.br>.

Boa leitura!

Empresas:



Comitê estratégico:





Prospecção tecnológica no setor elétrico brasileiro

Volume 8-8

Agenda estratégica de CT&I no setor elétrico brasileiro



Brasília – DF
2017

© Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE)

Organização social supervisionada pelo Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC)

Presidente em exercício

Marcio de Miranda Santos

Diretores

Antonio Carlos Filgueira Galvão

Gerson Gomes

Edição / *Ana Cristina Vilela e Anna Cristina Araújo Rodrigues*

Diagramação e infográficos / *Contexto Gráfico*

Capa / *Eduardo Oliveira*

Projeto Gráfico / *Núcleo de Design Gráfico do CGEE*

Apoio técnico ao projeto / *Márcia Tupinambá*

Catálogo na fonte

C389p

Prospecção tecnológica no setor de energia elétrica: Agenda estratégica de CT&I no setor elétrico brasileiro. Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2017. v.8.

622 p.; il, 24 cm

ISBN: 978-85-5569-139-3 (eletrônico)

1. Energia Elétrica. 2. Agenda estratégica de CT&I. 3. Políticas de CT&I.
4. Incentivos de CT&I. 5. Foresight. I. CGEE. II. ANEEL. III. Título.

CDU 621.611:001.89

Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), SCS Qd. 9, Torre C, 4º andar, Ed. Parque Cidade Corporate, CEP: 70308-200 - Brasília, DF, Telefone: (61) 3424 9600, <http://www.cgEE.org.br>

Todos os direitos reservados pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE). Os textos contidos nesta publicação poderão ser reproduzidos, armazenados ou transmitidos, desde que seja citada a fonte.

Referência bibliográfica:

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS- CGEE. Prospecção tecnológica no setor de energia elétrica: Agenda estratégica de CT&I no setor elétrico brasileiro. Brasília, DF: 2017. 622 p.

Esta publicação é parte integrante das atividades desenvolvidas no âmbito do Contrato Administrativo. Ação Prospecção Tecnológica no Setor de Energia Elétrica. 7.32.51/Aneel/2015.

Prospecção Tecnológica no Setor Elétrico Brasileiro - Volume 8-8 - Agenda estratégica de CT&I no setor elétrico brasileiro

Supervisão

Gerson Gomes

Coordenação

Ceres Zenaide Barbosa Cavalcanti

Equipe técnica interna

Alanna Alencar Coelho da Silva

Alexandre Braz Azevedo

Allan Parente Vasconcelos

Daniel Haubert de Freitas

Henrique Silveira Rabelo

Leonardo Ivo de Carvalho Silva

Márcia Tupinambá

Paula Santos Coifman Goldenberg

Ricardo Gonçalves Araújo Lima

Equipe técnica externa

Guilherme Soares Gurgel do Amaral

Isabella de Araujo Goellner

João Marcos Hausmann Tavares

Vivian Sebben Adami

Os textos apresentados nesta publicação são de responsabilidade dos autores.

Gerente do Projeto

Anderson da Silva Jucá (CESP)

Coordenadora do Projeto

Ceres Zenaide Barbosa Cavalcanti (CGEE)

Equipe da Apine

Celso Maurício Correa

Daniel Costa Braga

Luis Fernando Souza Dias

Luiz Roberto Morgenstern Ferreira

Mauro Antônio Pereira

Régis Augusto Vieira Martins

Membros do Comitê Técnico Gestor

Anderson da Silva Jucá (CESP)

André Pedretti (COPEL DIS)

Antonio Roberto Donadon (CPFL Sul Paulista e CPFL Piratininga)

Carlos Fernando Bley Carneiro (COPEL GeT)

Claudio Homero Ferreira da Silva (CEMIG GT)

Eduardo Heraldo dos Santos Silva (AES Tietê)

Frederico Bruno Ribas Soares (CEMIG GT)

Humberto Fernandes dos Santos (LIGHT)

João Adalberto Pereira (COPEL GeT)

José Tenorio Barreto Junior (LIGHT)

Marcus Vinícius Ferreira de Santana (BAESA e ENERCAN)

Rafael Gomes Bento (CPFL Sul Paulista e CPFL Piratininga)

Sérgio Ishida (CESP)

Vanessa Aparecida Coelho Andrade (CEMIG GT)

Membros do Comitê Consultivo

José Sidnei Colombo Martini (USP)

Sergio de Oliveira Frontin (UnB)

Marciano Morozowski Filho (UFSC)

Membros do Comitê Estratégico

Ailson de Souza Barbosa (Aneel)
Alexandre Viana (CCEE)
André Melo Bacellar (Aneel)
Ary Pinto (CCEE)
Fernando Campagnoli (Aneel)
Gilberto Hollauer (MME)
Jairo José Coura (MCTIC)
José Ricardo Ramos Sales (MDIC)
Luiz Alberto Machado Fortunato (ONS)
Marcos Vinícius Gonçalves da Silva Farinha (EPE)
Renata Nogueira Francisco de Carvalho (EPE)
Roberto Nogueira Fontoura Filho (ONS)
Samira Sana Fernandes de Sousa Carmo (MCTIC)
Ubiratan Francisco Castellano (MME)

Assistente administrativa

Simone Rodrigues Neto Andrade

Colaboradores na assistência administrativa

Silvana Rolon
Iris Cardoso
Alexandra Kruger
Solange Figueredo
Elaine Michon
Maria Helenice Silva
Carlos Antônio S. Da Cruz

Colaboradores na Comunicação, Edição, Editoração e Design

Bianca dos Anjos Torreão
Cesar Daher
Eduardo de Oliveira
Maisa Cardoso

COLABORADORES - Participantes da oficina

Ailson de Souza Barbosa (SPE/Aneel)

Alexandre Siciliano Esposito (BNDES)

Alexandre Viana (CCEE)

Andre de Castro Pereira Nunes (FINEP)

André Melo Bacellar (Aneel)

André Rauen (IPEA)

Carlos Vinícius Frees (ABDI)

Dante Hollanda (MCTIC)

Eduardo Soriano Lousada (MCTIC)

Eliane Silva (MCTIC)

Fabio Stacte Silva (Aneel)

Fernando Campagnoli (Aneel)

George Alves Soares (MME)

Gilberto Hollauer (MME)

Gusavo B. Haydt de Souza (EPE)

Jairo Coura (MCTIC)

Jorge Boeira (ABDI)

José Ricardo Ramos Sales (MDIC)

Marcos Dias de Paula (CNI/SENAI)

Marcos Vinicius da Silva Farinha (EPE)

Maria Marony Sousa Farias (CNPq)

Marlon José de Lima (CNPq)

Renato Braga de Lima Guedes (Aneel)

Ricardo Gonzaga Martins Araujo (ABDI)

Ricardo Luiz do Nascimento (FINEP)

Ricardo Penido D. Ross (Cepel)

Roberto Nogueira Fontoura Filho (ONS)

Sergio Souza Telles (FINEP)

Sheyla Maria Damasceno (Aneel)

Ubiratan F. Castellano (SPE/MME)

Sumário

RESUMO EXECUTIVO	15
-------------------------	-----------

Capítulo 1

Introdução

1.1. Contexto	29
1.2. O Projeto	30
1.2.1. Objetivo do projeto	31
1.3. Governança do projeto	31
1.4. Metodologia do projeto	32
1.5. Objetivo do Livro	33
1.6. Abordagem dos capítulos	33

Capítulo 2

Metodologia

2.1. Revisão bibliográfica	37
2.1.1. Instrumentos de Políticas de Ciência, Tecnologia e Inovação	37
2.1.2. Medidas de Incentivo a CT&I no Setor Elétrico Brasileiro	42
2.2. Estudos Anteriores	47
2.3. Construção da Agenda de CT&I	47
2.3.1. Estrutura da Agenda de CT&I	51
2.3.2. Processo de construção das agendas estratégicas	56
2.3.3. Organizações/ instrumentos de financiamento	57
2.4. Priorização das macrotemáticas	59
2.4.1. Revisão Bibliográfica	59
2.4.2. Metodologia utilizada para construção do modelo	60

2.4.3. Objetivos e critérios de análise	64
2.4.4. Ordem de Preferência	68
2.4.5. Modelo Multicritério	69
2.4.6. Cálculo dos critérios ou indicadores	71
2.4.7. Apresentação dos resultados	75

Capítulo 3

Conceito das Macrotemáticas

3.1. Macrotemáticas do grupo temático de Geração de Energia Elétrica e Armazenamento de Energia	79
3.2. Macrotemáticas do grupo temático de Transmissão de Energia Elétrica	82
3.3. Macrotemáticas do Grupo Temático Distribuição de Energia Elétrica	85
3.4. Macrotemáticas do Grupo Temático Eficiência Energética	90
3.5. Macrotemáticas do Grupo Temático Assuntos Sistêmicos	91

Capítulo 4

Priorização das Macrotemáticas

4.1. Grupo Temático: Geração de Energia Elétrica e Armazenamento de Energia	102
4.2. Grupo Temático: Transmissão de Energia Elétrica	103
4.3. Grupo Temático: Distribuição de Energia Elétrica	104
4.4. Grupo Temático: Eficiência Energética	105
4.5. Grupo Temático: Assuntos Sistêmicos	106

Capítulo 5

Agenda Estratégica de CT&I do Grupo Temático Geração de Energia Elétrica e Armazenamento de Energia

5.1. Energia Eólica	109
5.2. Energia Solar Fotovoltaica	118
5.3. Energia Solar Heliotérmica	128
5.4. Energia dos Oceanos	136
5.5. Termoelectricidade Renovável e Não Renovável	146
5.6. Hidrogênio e Célula a Combustível	156
5.7. Geração Hidroelétrica	167
5.8. Energia Nuclear	176
5.9. Armazenamento de Energia	186
5.10. Soluções Apropriadas de Geração de Eletricidade em Regiões Remotas	196

Capítulo 6

Agenda Estratégica de CT&I do Grupo Temático Transmissão de Energia Elétrica

6.1. Sistemas de Transmissão em Corrente Alternada (CA)	209
6.2. Sistemas de Transmissão em Corrente Contínua (CC)	218
6.3. Sistemas de Transmissão por Cabos Isolados	228
6.4. Sistemas Flexíveis de Transmissão em Corrente Alternada (Facts)	238
6.5. Supercondutores	246
6.6. Estruturas, Condutores e Isoladores	256
6.7. Equipamentos de Alta Tensão e Subestações	264
6.8. Operação e Manutenção dos Sistemas de Transmissão	273
6.9. Proteção, Automação e Controle do Sistema de Transmissão	280
6.10. Redes Elétricas Inteligentes no Sistema Interligado Nacional (SIN)	289

Capítulo 7

Agenda Estratégica de CT&I do Grupo Temático Distribuição de Energia Elétrica

7.1. Medição avançada	301
7.2. Automação da rede	310
7.3. Compartilhamento de serviços no contexto das <i>smart cities</i>	318
7.4. Segurança cibernética	326
7.5. Tecnologia da informação e comunicação (TIC)	334
7.6. Operação e manutenção	342
7.7. Subestações e equipamentos	350
7.8. Infraestrutura de proteção, automação e controle da distribuição	361
7.9. Mobilidade elétrica	370
7.10. Geração distribuída e microrredes	378
7.11. Redes de distribuição aéreas e subterrâneas	386
7.12. Qualidade da energia elétrica	395

Capítulo 8

Agenda Estratégica de CT&I do Grupo Temático Eficiência Energética

8.1. Sistemas de iluminação eficientes	407
8.2. Edificações eficientes	416
8.3. Indústria	429
8.4. Saneamento	438

Capítulo 9

Agenda Estratégica de CT&I do Grupo Temático Assuntos Sistêmicos

9.1. Planejamento de CT&I	451
9.2. Modelos econômicos e de mercado	460
9.3. Demanda por energia elétrica	470
9.4. Modelos de planejamento da operação	480
9.5. Modelos de planejamento da expansão	490
9.6. Modelos institucionais	500
9.7. Regulação	510
9.8. Sistemas de informação e estatísticas	520
9.9. Análise dos impactos da tecnologia	530
9.10. Modelos de avaliação de políticas públicas	540
9.11. Normalização, regulamentação e avaliação de conformidade	550
9.12. Capacitação de recursos humanos	560
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	573
LISTA DE FIGURAS	579
LISTA DE TABELAS	580
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS	591



Resumo Executivo

O Projeto de *Prospecção Tecnológica no Setor Elétrico*, demandado pela Aneel, visa estabelecer propostas de ações de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) que possam contribuir com as orientações do Programa P&D regulado pela Aneel e assegurar o direcionamento eficaz dos recursos garantidos pela Lei no 9.991/2000. O projeto se baseia numa metodologia híbrida que utiliza com principal base o mecanismo foresight. Neste sentido segue um processo básico de quatro etapas: Diagnóstico (caracterizando o hoje); Construção do futuro (definindo o futuro desejável); Posicionamento (plano estratégico de ações); Consolidação final. A presente publicação visa detalhar os resultados da etapa de Posicionamento.

A etapa de Posicionamento utilizou-se fortemente das informações geradas pela etapa de Construção de futuro, uma vez que os objetivos e as tecnologias consideradas prioritárias na definição do futuro desejado foram os grandes norteadores na elaboração das agendas estratégicas.

A etapa teve início com um detalhamento da metodologia seguida por uma etapa de coleta de dados por meio de contribuições e painéis de especialistas. Por fim estas informações foram estruturadas e consolidadas em agendas estratégicas.

Além das quarenta e oito agendas estratégicas elaboradas (uma para cada macrotemática do projeto), a etapa de Posicionamento teve como resultado a elaboração de um encadeamento de ações gerais de CT&I, transversais a todo o SEB, e o mapeamento dos canais de atuação das organizações de fomento à CT&I no Brasil segundo atividades da cadeia de inovação. Foram, ainda, identificadas as ações de CT&I e diretrizes preponderantes em cada grupo temático do projeto, conforme apresentado a seguir.

Grupo Temático: Geração de Energia Elétrica e Armazenamento de Energia

As macrotemáticas de Geração e Armazenamento de Energia objetivam, em sua maioria, o desenvolvimento de tecnologia nacional de sistemas de geração e armazenamento, o desenvolvimento nacional de componentes e equipamentos, a redução de custos e/ou aumento da eficiência de geração e, assim, o fomento à indústria brasileira. Outros objetivos são o desenvolvimento de ferramentas e metodologias para medição do recurso energético e para previsibilidade da geração de energia, assim como de tecnologias para integração entre fontes energéticas. No caso das fontes de geração

mais maduras, como a fonte hidráulica, o enfoque é também em tecnologias de manutenção de ativos, eficiência energética e para a modernização do parque atual. Cabe destacar ainda o foco nas tecnologias de beneficiamento de combustíveis, gestão de rejeitos e combustíveis usados, reciclagem e tecnologias de descomissionamento e gerenciamento do envelhecimento de usinas.

Estes objetivos foram traduzidos em metas regulatórias, tecnológicas e de inovação, e divididos em três períodos temporais: curto prazo, de 2017 a 2020; médio prazo, de 2020 a 2030; e longo prazo, de 2030 a 2050. A estratégia de CT&I que permitirá a consecução destes objetivos ou metas prevê, de maneira geral, as seguintes ações: criação de um ambiente regulatório e normativo nacional específico para as várias temáticas selecionadas; estabelecimento ou adensamento de redes de pesquisa e grupos de trabalho; execução de mapeamentos de recurso (solar, oceânico, em áreas remotas e novos insumos energéticos não renováveis); elaboração de estudos e projetos demonstrativos e/ou pilotos de sistemas de geração e armazenamento; construção de competências nacionais em termos de recursos humanos e infraestrutura de CT&I; difusão de experiências e do conhecimento gerado; e, por fim, a geração de demanda para implantação de novos componentes, sistemas, metodologias e novos materiais associados à geração e armazenamento de energia.

No curto prazo as ações são principalmente no sentido da geração de competências, difusão do conhecimento e na construção do ambiente de inovação e definição de padrões técnicos, as quais se manterão ao longo de toda a agenda de CT&I. No médio prazo, geralmente são adicionadas novas ações voltadas principalmente à realização de projetos demonstrativos para o desenvolvimento de diversas tecnologias associadas às rotas tecnológicas selecionadas. No mais longo prazo, o foco tecnológico passa a ser principalmente na inserção piloto ou comercial das soluções desenvolvidas nas etapas anteriores no Sistema Elétrico Brasileiro, e na sua difusão e geração de escala, contribuindo para a estruturação e consolidação de uma cadeia produtiva nacional.

Em termos de rotas tecnológicas, a priorização considera as rotas tecnológicas que têm potencial para apresentar resultados mais rápidos, como armazenamento Eletroquímico (Baterias), BMS e Armazenamento Mecânico (Bombeamento Reversível), no caso da macrotemática de Armazenamento de Energia, e tecnologias de sistema de corpo oscilante e coluna de água oscilante (energia das ondas), tecnologias de turbinas de eixo horizontal e vertical (correntes oceânicas e de marés), barragens (amplitude de marés) das ondas e correntes, no caso da Geração Oceânica. Outro critério de priorização são os nichos em que o país tem condições de se destacar, como no caso de componentes BoS, Sistemas Fotovoltaicos e tecnologias orgânicas para a Geração Solar FV.

Cabe destacar as interdependências existentes entre as diversas macrotemáticas, tais como entre a Geração Eólica, a Geração Solar Fotovoltaica, os Sistemas de Armazenamento, as Soluções apropriadas



para a geração de energia elétrica em regiões remotas e ainda as Redes de Energia Inteligentes. Isto é, ações estratégicas realizadas em uma macrotemática terão um caráter quase transversal, aproveitando sinergias e complementaridades. Evoluções nos sistemas de armazenamento, por exemplo, beneficiarão as gerações de fonte intermitente como a Eólica e a Solar e serão empregadas também nas regiões remotas. Esperam-se sinergias também entre o P&D para desenvolvimento de aerogeradores *offshore* e as tecnologias de turbinas de geração oceânica.

No caso de temáticas onde a tecnologia está mais madura, como no caso da eólica *on-shore* de grande e médio porte, e considerando que há uma necessidade de as máquinas (turbinas eólicas ou aerogeradores) se adaptarem às condições de operação dos ventos brasileiros, uma ação proposta de grande relevância para a geração de competências internas em recursos humanos e infraestrutura específicas é a criação de um centro de excelência em eólica no País.

Por fim, salienta-se a importância das questões de regulação, normatização e regulamentação, que são muitas vezes fundamentais para nortear o desenvolvimento das tecnologias do setor elétrico, assim como para sua difusão no mercado. Este é o caso, por exemplo: dos Sistemas de Armazenamento, que dependem destas ações para sua inserção no SIN e em GD e microrrede; das tecnologias do tipo BIPV (painéis solares integrados à construção) para sua introdução no contexto da GD; da gestão de rejeitos e combustíveis nucleares, que necessitam de normatização muito específica para seu armazenamento e reaproveitamento.

Grupo Temático: Transmissão de Energia Elétrica

As macrotemáticas de Transmissão de Energia Elétrica são impactadas, em sua maioria, por um conjunto de desafios correlacionados. Relatórios prévios do projeto preveem a continuidade do crescimento da utilização da matriz hídrica, mormente na região Norte, com também importante crescimento do consumo em demais regiões. Nesse cenário, há necessidade de aumento considerável da energia transmitida a longa distância nas próximas décadas. Entretanto, os custos sociais e ambientais têm se mostrado elevados para a instalação de novas linhas de transmissão, tanto em função dos custos que emergem das negociações com as comunidades diretamente impactadas por tais empreendimentos, quanto às exigências de regulação ambiental (que devem se manter altas tendo em vista a necessidade de adequação aos acordos de Paris sobre o clima).

Outra questão transversal no grupo temático é o fato de que a malha de transmissão e as subestações encontram-se notadamente envelhecidas. O crescimento de geração por fontes intermitentes

de energia e o aumento da complexidade do SEB impõem problemas de segurança energética e operacional, além de dificuldades de ordem técnica, de interoperabilidade, de gestão e de subsídio às tomadas de decisões estratégicas e operacionais.

A maioria das tecnologias mapeadas na etapa de Construção de Futuro conecta-se, de maneira direta ou indireta, às referidas problemáticas. O reaproveitamento das faixas de transmissão existentes, por meio da repotenciação/recapacitação, é de importância estratégica, uma vez que mitiga os custos e impactos ligados à abertura de novas faixas de linhas de transmissão e à realização de obras em locais de difícil acesso. No tocante à manutenção e operação, observam-se, de um lado, dificuldades na obtenção e gestão de informações necessárias à boa administração do SIN e, de outro lado, uma forte assimetria de conhecimentos e técnicas utilizadas entre os atores do sistema interligado. Neste sentido, são necessárias ações visando à melhoria da qualidade do sistema informacional do SIN, bem como ao desenvolvimento e difusão de técnicas que melhorem o desempenho/eficiência dos ativos existentes.

O sistema de inovação possui potencial assimétrico em relação às diferentes oportunidades tecnológicas aventadas. Isto é, há tecnologias importantes em desenvolvimento em que o país dispõe de elevada capacidade para, desde que determinadas ações sejam tomadas, acompanhar o bom desenvolvimento das rotas tecnológicas. Há outras, todavia, notadamente as ligadas aos supercondutores e nanotecnologias diversas, em que a defasagem brasileira em relação ao resto do mundo é significativa e dificilmente o país poderá se equiparar em médio prazo a ponto de dominar os principais requisitos ao pleno desenvolvimento de P&D a nível internacional. Avanços são necessários para capacitar o país para fazer bom uso destas tecnologias e para posicionar-se de forma a suprir com peças e serviços a cadeia de fornecedores.

Deste conjunto de questões, emergem certas ações com importante grau de transversalidade entre as diferentes macrotemáticas aventadas. O fornecimento de bolsas de pesquisa e a melhoria das condições de ensino e pesquisa em nível acadêmico, ligadas ao setor elétrico, e às universidades tem caráter transversal, embora também se aponte para a importância de oferecimento de disciplinas e cursos específicos ligados a uma ou outra macrotemática. Cursos técnicos e profissionais a partir do Sistema S também devem ser incentivados, notadamente em operação e manutenção, de forma a melhorar o uso das tecnologias introduzidas no SIN. São propostos o lançamento de editais específicos para laboratórios em algumas tecnologias-chave e a elaboração/modernização de políticas de financiamento ligadas não apenas à criação de novos laboratórios, mas, igualmente, para a expansão, a modernização e o melhor aproveitamento dos existentes.



Também é notório que há importante assimetria do conhecimento tecnológico no sistema de inovação, existindo soluções tecnológicas dominadas por certos atores e que, mesmo potencialmente útil para outros, são, por estes, desconhecidas. Bancos de dados com soluções tecnológicas e projetos conjuntos Universidade-Empresa são propostos e possuem o potencial de melhorar a difusão de conhecimento entre os atores do SIN. Chama-se a atenção, ademais, que certas ações devem ser pensadas exclusivamente para conectar as redes de pesquisadores e profissionais do sistema elétrico brasileiro com aquelas próprias às redes de pesquisa já estabelecidas no Brasil em tecnologias/conhecimentos pertinentes ao grupo temático, mas previamente não conectados ao sistema de inovação próprio ao setor elétrico. É o caso, por exemplo, das redes de pesquisas em nanotecnologias e de certos segmentos de tecnologias da informação e da computação, em que o sistema de inovação em transmissão pode se aproveitar, a partir de custos relativamente reduzidos, da oportunidade de absorver conhecimentos necessários ao bom desenvolvimento de PD&I.

Um desafio particular para o país tem sido a crescente internacionalização do setor. Mesmo a participação de empresas brasileiras em peças e componentes das instalações e dispositivos de transmissão vê-se ameaçada com a difusão de novas tecnologias de empresas estrangeiras no SIN. Assim, o sistema empresarial brasileiro, que é peça central à geração/retenção de valor *interno* ao sistema de inovação do país, pode encontrar dificuldades de introduzir e difundir tecnologias. Por esta razão, propõe-se um conjunto de ações específicas para a criação de novos atores empresariais brasileiros e da expansão de atuação dos atualmente existentes. Para o primeiro caso, políticas diversas de empreendedorismo são trazidas à tona e políticas de financiamento adequadas às empresas mais maduras são necessárias no segundo caso. Tais esforços são necessários para que as políticas de inovação gerem/retenham valor e contribuam não apenas para o equacionamento das importantes problemáticas técnicas e operacionais do SIN, mas, igualmente, para o desenvolvimento da cadeia produtiva do país.

O desenvolvimento e a modernização da cadeia produtiva, associado ao avanço das rotas tecnológicas apresentadas, requerem demanda por novos dispositivos e soluções tecnológicas adequadas em termos quantitativos e qualitativos - a consolidação e o crescimento das empresas nos setores fornecedores dependem diretamente disto. Por isso, propõe-se compreender o envelhecimento da malha de transmissão e subestações atuais (obsolescência dos ativos no SIN) não apenas como um custo e um problema a se equacionar mas, igualmente, como uma oportunidade de consolidação, estímulo, orientação e uso da PD&I do sistema de inovação do país.

Em relatórios anteriores do projeto, ressaltou-se a necessidade de planejamento, por parte das concessionárias, para a substituição de ativos em obsolescência no SIN tendo como horizonte temporal, no mínimo, o médio prazo (até 2030). Assim, um volume de compras, com suas especificações técnicas associadas, poderia ser antevisto como oportunidade para as empresas nascentes e para o

escalonamento da produção das existentes. A ausência de maior coordenação e atenção aos planos de modernização das concessionárias pode gerar desfuncional crescimento da complexidade do SIN, dificuldades de interoperabilidade e desperdício de oportunidade de fomento e orientação à P,D&I de novas empresas e de empresas em expansão. Sugere-se convite a especialistas do setor e a grupos civis afetados pelos empreendimentos do SEB para revisão e consolidação, durante o planejamento e execução, das rotas tecnológicas e métricas prioritizadas na expansão-modernização do sistema em diferentes macrotemáticas.

Em geral, os padrões técnicos, as normatização e as dificuldades regulatórias associadas às diferentes tecnologias em uso e em desenvolvimento também impactam a P,D&I e a inter-operabilidade do SIN - dificultando a difusão e o bom uso das tecnologias pertinentes. Há tecnologias sem qualquer normatização, há aquelas com normas defasadas e, ainda, outras que, mesmo existentes, são desconhecidas e carecem medidas regulatórias para a sua aplicação/difusão. Propõem-se grupos de trabalho para avançar nessas questões e que sejam incorporadas métricas ambientais e sociais nas regulações e normatizações tecnológicas de forma a mitigar o impacto socioambiental da expansão do sistema de transmissão.

Grupo Temático: Distribuição de Energia Elétrica

O Grupo de Distribuição de Energia Elétrica contempla a evolução e o desenvolvimento de tecnologias, ferramentas e métodos associados à renovação do sistema de distribuição. A renovação e aperfeiçoamento do sistema de distribuição de energia no Brasil engendra a necessidade de adoção de diversas ações de CT&I. Para o desenvolvimento destas agendas de ações de CT&I, foram essenciais as informações levantadas na etapa de Construção de Futuro, sobretudo os objetivos e métricas definidos para as diversas macrotemáticas, os indicadores de maturidade tecnológica, os mapas de rotas tecnológicas (*roadmaps*) e os fatores limitantes e facilitadores identificados para o desenvolvimento das tecnologias selecionadas. Somente a partir da identificação do cenário, das necessidades, dos fatores de indução e de barreias do desenvolvimento, foi possível criar agendas de CT&I para o curto (2017-2020), médio (2020-2030) e longo prazo (2030-2050).

As agendas de CT&I foram desenvolvidas para doze macrotemáticas consideradas estruturantes do processo de renovação do Sistema de Distribuição de Energia. São elas: Medição Avançada; Automação da Rede; Compartilhamento de Serviços no Contexto das Cidades Inteligentes; Segurança Cibernética; Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC); Operação e Manutenção; Subestações



e Equipamentos; Infraestrutura de Proteção, Automação e Controle; Mobilidade Elétrica; Geração Distribuída e Microrredes; Redes de Distribuição Áreas e Subterrâneas e Qualidade da Energia.

Cada uma das doze macrotemáticas possui necessidades específicas consonantes a cada nível de maturidade e desenvolvimento tecnológico. Contudo, foi observado ao longo da construção das agendas que existem certos tipos de necessidades que permeiam de alguma maneira todas as doze macrotemáticas, sendo certas ações essenciais para a renovação do sistema de distribuição de forma transversal. Foram, então, elaborados grupos de metas de tipo regulatório, tecnológico e de inovação, indicando-se as ações e instrumentos pertinentes à sua consecução, bem como prazos de implementação, possíveis atores de fomento ou de execução envolvidos, e rotas tecnológicas aplicáveis a cada ação.

Primeiramente, foi observado um padrão de necessidades de cunho regulatório, sendo possível propor metas e ações regulatórias para todas as doze macrotemáticas. As ações regulatórias propostas visam ao desenvolvimento de normas, padrões e diretrizes para o desenvolvimento de medição avançada, geração distribuída, protocolos de comunicação, segurança cibernética, segurança da informação e novas tecnologias de dados. A criação de normas nacionais deve contemplar estudos e tradução de normas técnicas internacionalmente estabelecidas, avaliando-se as possibilidades de adequação ao uso nacional. Ações regulatórias prospectivas também foram sugeridas, antecipando as necessidades de adequação dos sistemas de medição de energia, das tarifas de energia elétrica em face do desenvolvimento de veículos elétricos, e de normas e do arcabouço regulatório em face da elevada penetração de GD.

Ações de cunho estrutural e tecnológico também foram propostas a partir de metas tecnológicas traçadas. De modo geral, existe a necessidade da modernização da infraestrutura do sistema de distribuição e da sua adaptação a partir do desenvolvimento de novas tecnologias, novos padrões de medição, segurança e privacidade de informações, da geração distribuída e da mobilidade elétrica. Foram descritas ações tais como as de desenvolvimento de tecnologias, mecanismos de testes, ferramentas, sistemas de integração, etc. Para isso, destaca-se a importância das ações de formação de competência de pessoal, contemplando a reformulação de grades de cursos, e ações de apoio à infraestrutura para PD&I, tais como a criação de laboratórios e parques tecnológicos.

Por fim, ações de inovação foram desenvolvidas a partir de metas de inovação. De um modo geral, essas ações se dão em médio e longo prazo, por ter estreita relação com a necessidade de modernização e desenvolvimento de novas tecnologias em etapas anteriores da cadeia de inovação. Essas ações contemplam medidas de fomento à inserção mercadológica de tecnologias inovadoras além da disseminação da cultura de inovação.

Grupo Temático: Eficiência Energética

As quatro macrotemáticas do grupo de Eficiência Energética - Sistemas de Iluminação Eficientes, Edificações Eficientes, Saneamento e Indústria - apresentaram como objetivo geral a ecoeficientização de equipamentos e de sistemas, ou seja, o uso de equipamentos e concepções de projetos que envolvam menores impactos ambientais ao longo do ciclo de vida de materiais e componentes e um menor consumo de eletricidade para provisão equivalente ou aprimorada do mesmo serviço ou função.

Objetivos particulares às macrotemáticas do grupo são: aproveitamento/adequação de padrões técnicos internacionais e desenvolvimento de critérios nacionais para incorporar o bem-estar do usuário em projetos de iluminação eficiente; integração de estratégias ativas (soluções de engenharia) e de estratégias passivas (soluções de arquitetura) para a construção de edificações ZEB (Zero Energy Balance); implantação de ferramentas e modelagem detalhada de análise da eficiência energética em aplicações industriais; e implantação de um sistema inteligente orientado por dados nos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário.

Estes objetivos foram traduzidos em metas regulatórias, tecnológicas e de inovação, e divididos em três períodos temporais: curto prazo, de 2017 a 2020; médio prazo, de 2020 a 2030; e longo prazo, de 2030 a 2050. A estratégia de CT&I que permitirá a consecução destes objetivos ou metas prevê, de forma geral, as seguintes ações:

- Criação de um ambiente regulatório e normativo nacional específico para as várias temáticas selecionadas, com destaque para a definição de parâmetros técnicos de qualidade e normatização, estabelecimento de métodos de avaliação do desempenho energético e padronização de metodologias de certificação e etiquetagem;
- Estabelecimento ou adensamento de redes de pesquisa e grupos de trabalho;
- Execução de estudos e pesquisas visando à criação de bancos de dados em necessidades dinâmicas de iluminação, caracterização de materiais de construção, caracterização do parque construído nacional, uso industrial de energia elétrica e parâmetros de qualidade no abastecimento de água e esgotamento sanitário;
- Elaboração de estudos e projetos demonstrativos e/ou pilotos de acordo com as metas tecnológicas propostas e rotas tecnológicas priorizadas;
- Construção de competências nacionais em termos de recursos humanos e infraestrutura de CT&I, com destaque para formação em nível superior e de pós-graduação e infraestrutura laboratorial homologada pelo INMETRO;
- Difusão de experiências e do conhecimento gerado;



- Geração de demanda para implantação de novas tecnologias, sistemas, metodologias e novos materiais associados à eficiência energética.

No curto prazo, o foco das ações recai, principalmente, na geração de competências, difusão do conhecimento, execução de pesquisas, criação de bancos de dados e na definição de padrões técnicos de qualidade e normatização para certificação e etiquetagem de eficiência energética em equipamentos, sistemas e edificações. Essas ações deverão ser mantidas ao longo de toda a agenda de CT&I. No médio prazo, geralmente são adicionadas novas ações visando ao desenvolvimento de projetos demonstrativos de acordo com as metas tecnológicas propostas e rotas tecnológicas prioritizadas. No mais longo prazo, o foco da agenda estratégica passa a ser, principalmente, na inserção mercadológica das soluções desenvolvidas, e na sua difusão e geração de escala, contribuindo para a estruturação e consolidação de uma cadeia produtiva nacional.

Grupo Temático: Assuntos Sistêmicos

O Grupo Temático “Assuntos Sistêmicos” contempla questões relacionadas à gestão do Setor Elétrico Brasileiro (SEB). Neste grupo, são abordados desafios tecnológicos relacionados aos ramos da economia (modelos de eficiência econômica), aspectos institucionais (políticas e regulação), impactos técnico-econômicos e socioambientais, expansão e operação (planejamento do sistema e da demanda) e confiabilidade operacional, além de tópicos transversais como planejamento de CT&I, tecnologias para capacitação, normalização, regulamentação e avaliação de conformidade, informações e estrutura de dados do sistema elétrico brasileiro.

Ao longo do período avaliado no projeto (2017 a 2050), espera-se que o SEB passe por profundas mudanças decorrentes das inovações tecnológicas que afetarão toda sua cadeia produtiva e, fundamentalmente, a forma como a energia elétrica é utilizada por toda a sociedade. Dessa forma, o sistema elétrico brasileiro deverá passar por um verdadeiro processo de transição tecnológica sistêmica, e essa transição, para sua efetividade, demandará grandes esforços de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I), que deverão ser subsidiados por infraestruturas de pesquisa, bases de dados, alterações regulatórias e formação de recursos humanos preparados para identificar e difundir soluções metodológicas e tecnológicas que permitirão a conformação do novo Sistema Elétrico Brasileiro no horizonte apontado.

A partir do processo de construção das agendas estratégicas de PD&I para as diversas macrotemáticas deste grupo, nos foi possível identificar os principais conjuntos de ações que se repetem e que podem

ser considerados transversais a todo o grupo, e, talvez, a todo o SEB. Esses conjuntos de ações se estruturam nos quatro eixos apresentados abaixo.

- I) Medidas para subsidiar a alteração do Marco Regulatório do Setor Elétrico Brasileiro: Conforme apontado nas etapas de Diagnóstico e Construção de Futuro para cada macrotemática constante nesse Grupo Temático, as inovações tecnológicas que deverão ser inseridas no sistema no período avaliado demandarão uma completa revisão e aprimoramento do marco regulatório e institucional do SEB. Esse processo demandará ações de CT&I para o desenvolvimento de projetos de PD&I e contratação de consultorias e serviços especializados para a construção das bases conceituais e metodológicas para a definição desse novo marco. Assim, diversas ações de CT&I apresentam para o horizonte de curto e médio prazo (mais especificamente entre 2017 e 2025) iniciativas de desenvolvimento de projetos de P&D estratégico para a formulação de estudos relacionados a novas metodologias de planejamento da expansão, operação, regulação, modelo institucional, comercialização, normalização e regulamentação, conformidade, dentre outros, que subsidiarão o processo de tomada de decisão necessário para aprimorar o marco regulatório e viabilizar a difusão tecnológica, garantindo o atendimento aos objetivos do SEB de sustentabilidade, segurança no atendimento e modicidade tarifária.
- II) Consolidação de sistema de informações e estatísticas integradas para o SEB: Diversas inovações tecnológicas que deverão emergir das ações de CT&I propostas para atacar desafios tecnológicos identificados para as macrotemáticas do grupo deverão ter como subsídio um conjunto de informações e estatísticas integradas produzidas de forma robusta e transparente para todos os atores do setor. Desafios tecnológicos resultantes de novos algoritmos em modelos de planejamento da expansão, operação e projeção de demanda, além de inovações como Redes Elétricas Inteligentes, Geração Distribuída, Mobilidade Elétrica, Consumidores Ativos, Gestão Descentralizada e Regulação Integrada e Cooperada aumentarão substancialmente a complexidade do SEB, tornando estratégica a disponibilização de técnicas avançadas de coleta e análise de dados, como *Big Data*, *Data Analytics*, *Machine Learning* e *IoT*. Diante desse cenário, é apontada ao longo de todo o estudo a necessidade de consolidação de um sistema de informações e estatísticas integradas para o SEB. Exemplos de arranjos institucionais internacionais tem sido citados, como o Energy Information Administration (EIA), dos EUA, e as ações do EuroStat, da União Europeia. Dessa forma, espera-se que no horizonte do estudo, medidas para a consolidação de um sistema de coleta, sistematização e análise de dados para o SEB sejam tomadas.
- III) Projetos de Pesquisa e Desenvolvimento em modelos, algoritmos e capacidades computacionais: Da mesma forma que a atividade anterior, as inovações necessárias para a formulação de uma estratégia para a transição sistêmica do setor elétrico deverá conter



ações de CT&I para o desenvolvimento e o aprimoramento de modelos, algoritmos e das capacidades computacionais a disposição do SEB. Esse processo demandará no curto, médio e longo prazo, projetos de PD&I e a estruturação de infraestrutura de CT&I para viabilizar pesquisas e o desenvolvimento de novos modelos de expansão, operação, previsão e gestão de demanda, avaliação de impactos de tecnologias e políticas, dentre outras. Os esforços de pesquisa devem ser subsidiados por seminários e redes de inovação que contemplem uma forte interlocução internacional, para garantir o acompanhamento da fronteira do conhecimento nas atividades em questão. A estratégia de CT&I para o grupo temático deve, assim, considerar ações permanentes para aprimorar as capacidades computacionais do SEB, e considerar seu arranjo institucional para a sustentabilidade de tais medidas.

- IV) Geração de competências permanentes em ensino, pesquisa, avaliação e monitoramento do SEB: As ações de CT&I a serem desenvolvidas em cada macrotemática em questão deverão contemplar a consolidação de uma rede de “observatórios da energia” ou “centros de excelência”, de acordo com o apontado nas etapas anteriores do projeto. Essas iniciativas tem como objetivo a consolidação de estruturas permanentes para a formação de recursos humanos para a permanente avaliação e monitoramento do SEB, e a difusão de conhecimentos relacionados aos assuntos sistêmicos tratados pelo grupo temático. Essas são medidas que devem ser permanentes e realizadas em cooperação entre os atores envolvidos no SEB (MME, ONS, CCEE, EPE, Aneel) e os atores envolvidos no sistema de inovação brasileiro (MCTIC, MDIC, MEC, CNPQ, CAPES, FAPs, FINEP, BNDES). Tratam-se de medidas institucionais que devem ser alinhadas ao Programa de PD&I da Aneel, bem como à toda a política energética e de CT&I do Brasil.



Capítulo 1



Capítulo 1

Introdução

1.1. Contexto

Os estudos de futuro são muito utilizados por diferentes países na construção de sua estratégia de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I), especialmente na seleção de onde e como aportar os recursos de fomento à Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I). O Brasil possui tradição nos estudos de planejamento elétrico que projetam demanda e oferta de energia elétrica. Com base neles, analisa-se a necessidade de investimento na infraestrutura do setor. No entanto, o mesmo não é tradicionalmente realizado na construção da estratégia de investimentos de CT&I para o setor elétrico.

Desde meados da década de 1990, o governo federal brasileiro redireciona as políticas de CT&I para o setor produtivo com a intenção de intensificar as atividades de inovação nas empresas. Os Fundos Setoriais de Ciência e Tecnologia (Lei nº 11.540/2007), a Lei de Inovação (Lei nº 10.973/2004) e a Lei do Bem (Lei nº 11.196/2005) são exemplos desse esforço. O governo brasileiro algumas vezes utiliza-se de estudos prospectivos como os vários realizados sobre temas específicos encomendados ao CGEE pelo Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTI) ao longo dos últimos anos. Todavia não há um processo definido e nem um estudo amplo setorial que identifiquem oportunidades e, desta forma, selecionem em qual área se deve aprofundar.

O planejamento da CT&I vem se tornando uma preocupação cada vez maior entre os agentes. Um levantamento anterior do CGEE (2015) mostra que as empresas do setor também reconhecem a importância dos estudos de prospecção focados na priorização de temáticas voltadas para a melhoria da eficácia do Programa de P&D regulado pela Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel). Os exercícios de projeção de consumo realizados pelo governo e de forma independente por outros

agentes indicam uma necessidade de crescimento de capacidade instalada acima de 300%¹ para 2050. Isso impõe o desafio para o PD&I do setor que deverá estimular avanços e inovações, mas também grandes oportunidades de novos negócios para o setor e toda a sua cadeia produtiva. Neste contexto, nasceu a proposta do projeto *Prospecção tecnológica no setor de energia elétrica*.

1.2. O Projeto

A equipe da Superintendência de Pesquisa e Desenvolvimento da Aneel, responsável por acompanhar o Programa de P&D do setor elétrico (Lei nº 9.991/2000), preocupa-se em definir uma estratégia para o programa, visando gerar resultados mais eficientes. Para auxiliá-los com este objetivo, a própria equipe idealizou o projeto *Prospecção tecnológica no setor de energia elétrica*.

Neste contexto, a Aneel solicitou uma proposta ao CGEE. A proposta do estudo, aceita pela Aneel, busca identificar e selecionar temáticas de PD&I no setor elétrico que desenvolvam soluções para vencer os futuros desafios do setor. Objetiva ainda identificar quais são as possíveis ações de CT&I necessárias para otimizar os recursos do Programa de P&D regulado pela Aneel no fomento ao desenvolvimento dessas temáticas.

A proposta foi apresentada às empresas do setor elétrico, que possuem recursos para aplicar no programa P&D regulado pela ANEEL, para que fossem identificados os possíveis interessados em financiar o projeto. Iniciou-se, então, um processo de articulação entre a CGEE, a Associação Brasileira dos Produtores Independentes de Energia Elétrica (Apine), que liderou o processo junto às empresas, e as empresas interessadas para desenhar a proposta final e o contrato de serviço. O resultado foi o estabelecimento de um contrato de 11 empresas² do setor com as executoras, a Apine e o CGEE. A primeira ficou responsável pela interação das partes e a segunda, pela parte técnica do estudo.

A Aneel, por meio da Nota Técnica nº 0095/2014-SPE/ANEEL, retificada pelo ofício 0203/2016 - SPE/ANEEL (19/agosto/2016), autorizou o uso de recursos do Programa de P&D, regulado por essa agência, para o desenvolvimento do projeto. Os resultados não somente subsidiarão a definição de temas estratégicos e projetos prioritários para a Aneel, como também auxiliarão o MCTI e o Ministério de Minas e Energia (MME) no processo de formulação de políticas públicas voltadas ao setor de energia nacional.

1 Ano base: 2015.

2 AES; Baesa; Cemig GT; Cesp; Copel DIS; Copel GeT; CPFL Piratininga; CPFL Sul Paulista; Enercan; e Light.



1.2.1. Objetivo do projeto

O Projeto³ Prospecção Tecnológica no Setor de Energia Elétrica tem por objetivo construir propostas de ações de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) para o direcionamento dos recursos do Programa de P&D, regulado pela Aneel.

O foco deve ser no desenvolvimento da CT&I no setor de energia elétrica nacional, buscando o crescimento da participação da tecnologia nacional ou, quando couber, a transferência com absorção de tecnologia estrangeira, promovendo a competitividade das empresas de energia e suas respectivas cadeias produtivas no Brasil.

Conforme dispõe o contrato (001/2014) e retificado no Ofício 0203/2016 - SPE/Aneel, o foco do estudo é o setor de energia elétrica⁴. Assim, combustíveis, eficiência energética e demais temáticas gerais serão considerados no contexto de energia elétrica.

Para facilitar a operação do trabalho, o estudo foi dividido em cinco grupos temáticos⁵: Grupo 1 - Geração de energia elétrica e Armazenamento de energia; Grupo 2 - Transmissão de energia elétrica; Grupo 3 - Distribuição de energia elétrica; Grupo 4 - Eficiência energética; Grupo 5 - Assuntos Sistêmicos.

1.3. Governança do projeto

O projeto foi dimensionado para apresentar diversos produtos com o objetivo de promover um processo de validação ao longo do estudo por três comitês diferentes de acompanhamento com perfis distintos. São eles:

- a) Comitê técnico gestor das empresas⁶: Formado por representantes das empresas parceiras que financiam o projeto, tem o objetivo de acompanhar tecnicamente e comandar a parte de gestão do projeto;

3 Convênio: CP&D001/2014; identificação no CGEE: 7.32.51.01.01; cadastro na Aneel: PED-0061-0046/2014.

4 Inicialmente excluía a energia nuclear, que passou a ser incluída conforme decisões, constando em ata, das reuniões do comitê Técnico do projeto e retificado pelo Ofício 0203/2016 – SPE/ANEEL.

5 A proposta inicial descrita no contrato 001/2014 foi alterada e retificado nas reuniões do comitê técnico gestor (Conforme descrito na ata da reunião de abertura do projeto, realizada no dia 07/08/2015) e do ofício 0203/2016 – SPE/ANEEL.

6 AES; Baesa, Cemig GT; Cesp; Copel DIS; Copel GeT; CPFL Piratininga; CPFL Sul Paulista; Enercan; e Light.

- b) Comitê estratégico⁷: Formado por representantes das instituições que compõem a governança do setor, tem o objetivo de acompanhar tecnicamente o projeto de forma a alinhar as estratégias setoriais;
- c) Comitê consultivo⁸: Formado por especialistas seniores do setor, tem o objetivo de acompanhar tecnicamente o projeto, representando a Academia.

1.4. Metodologia do projeto

Atualmente, os estudos de futuros são entendidos como um resultado sistêmico de múltiplos fatores e as decisões devem levar em conta elementos de cunho político-sociais e não apenas obedecer a resultados técnicos. Ao enfatizar-se a importância da combinação de resultados de diversos métodos, ganha-se em flexibilidade e reduz-se o caráter determinista tradicionalmente associado ao *forecasting*.

O estudo *Prospecção tecnológica no Setor de Energia Elétrica* faz uso dos diferentes métodos, mas utiliza o *foresight* como base, tendo em vista a dificuldade e o risco de realizar estudos de cunho muito determinísticos para definir uma estratégia de P&D sem um objetivo previamente delineado.

O processo básico de *foresight* encontrado na literatura se divide em 3 etapas: diagnóstico, prognóstico e prescrição. Para facilitar o detalhamento da metodologia proposta, o projeto adaptou e dividiu o processo em quatro etapas:

- Diagnóstico;
- Construção do Futuro;
- Posicionamento;
- Consolidação final.

A etapa do diagnóstico busca identificar opções temáticas, a sua situação, potencialidades e dificuldades associadas. Com base nas análises dessas informações, inicia-se o processo de construção

7 Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel); Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE); Empresa de Pesquisa Energética (EPE); Ministério de Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicações (MCTIC); Ministério de Desenvolvimento, Indústria e Comércio (MDIC); Ministério de Minas e Energia (MME); Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS).

8 Formado por representantes de três instituições de pesquisa de diferentes regiões.



do futuro, o qual descreve a visão de futuro, a evolução da maturidade, as trajetórias tecnológicas e priorização das rotas tecnológicas. O mapa do conhecimento descreve as linhas de PD&I para as diferentes áreas temáticas. Esse mapa, resultante da primeira etapa e revisado na segunda etapa do processo, associado às informações levantadas ao longo do projeto, será o objeto de detalhamento do planejamento estratégico (posicionamento) que finaliza com a construção da agenda. Conclui-se com a consolidação de todo o processo por meio da construção dos documentos finais.

1.5. Objetivo do Livro

O livro aborda os resultados da etapa Posicionamento e faz parte da coletânea de oito livros que compõem os resultados do Projeto Prospecção Tecnológica no Setor de Energia Elétrica. São eles:

- Documento Executivo
- Diagnóstico da CT&I no setor elétrico brasileiro
- Evolução tecnológica nacional no segmento de geração de energia elétrica e armazenamento de energia
- Evolução tecnológica nacional no segmento de transmissão de energia elétrica
- Evolução tecnológica nacional no segmento de distribuição de energia elétrica
- Evolução tecnológica nacional no segmento de eficiência energética
- Evolução tecnológica nacional no segmento de assuntos sistêmicos do setor de energia elétrica
- Agenda estratégica de CT&I no setor elétrico brasileiro (Posicionamento)

Como resultado da etapa Posicionamento, o livro apresenta a agenda estratégica de CT&I dos grupos temáticos, que reúne as ações de CT&I para o setor elétrico brasileiro. Na estruturação da agenda foram levados em conta o crescimento da participação da tecnologia nacional e a promoção da competitividade das empresas de energia.

1.6. Abordagem dos capítulos

A presente publicação tem por objetivo consolidar as informações e os resultados da etapa “Posicionamento” do projeto. Esta etapa visa detalhar informações de uma agenda de ações estratégicas

para viabilizar o futuro tecnológico desejado para o setor de energia elétrica, construído e detalhado na etapa de construção do futuro do projeto.

O capítulo 2 apresenta a metodologia da etapa Posicionamento do projeto. O capítulo seguinte apresenta o conceito das macrotemáticas trabalhadas no projeto.

O capítulo 4 apresenta a priorização das macrotemáticas abordadas no projeto, de forma a dar suporte à consolidação da agenda estratégica de CT&I no setor. O cálculo da priorização é dado através de um modelo de decisão multicritério. As macrotemáticas são analisadas através dos critérios abordados na etapa de Diagnóstico e que se englobam nos seguintes objetivos: Socioambiental, Produção de CT&I, Estrutura de CT&I, Mercado e Estratégico. Cada seção do capítulo descreve a priorização de macrotemáticas de um grupo temático distinto, elencando os principais fatores que resultaram em cada priorização.

Os capítulos seguintes consolidam as agendas de CT&I para cada macrotemática, elencando as metas estabelecidas e apresentando a agenda de ações de curto, médio e longo prazo. Cada capítulo é destinado à análise de um grupo temático específico e as respectivas seções destinadas à análise de uma macrotemática do grupo. Ao final de cada seção, apresenta-se a priorização de rotas tecnológicas de cada macrotemática.



Capítulo 2



Capítulo 2

Metodologia

Este capítulo visa apresentar a metodologia da construção da etapa de Posicionamento, seguindo a metodologia geral do projeto apresentada no capítulo 2.

2.1. Revisão bibliográfica

2.1.1. Instrumentos de Políticas de Ciência, Tecnologia e Inovação

A agenda estratégica de Ciência, Tecnologia e Inovação proposta nesta etapa do projeto visa à estruturação de ações de CT&I para o desenvolvimento do setor de energia elétrica nacional, buscando o crescimento da participação da tecnologia nacional e promovendo a competitividade das empresas de energia. A agenda deve dialogar com toda a política de CT&I para o setor elétrico, apoiando-se fundamentalmente em seu programa de P&D, mas não se restringindo a ele - o que inclui todo o Sistema Nacional de Inovação e seus diferentes instrumentos.

Estudos recentes apontam que as modernas políticas de CT&I apresentam como características fundamentais a capacidade de coordenação de diferentes atores públicos e privados e o foco em setores específicos e em demandas socialmente reconhecidas que possuem alta capacidade de induzir o processo de inovação⁹. É reconhecido que o mercado por si só é incapaz de gerar os elementos necessários à emergência de inovações na medida socialmente desejada. Contudo, a forma como intervir na dinâmica do desenvolvimento tecnológico por meio das políticas tecnológicas tem sido fruto de grandes debates.

⁹ Edler e Fagerberg (2017) concluem que a capacidade de coordenação do que se convencionou chamar de Sistemas Nacionais de Inovação e a capacidade de gerir projetos na forma de missões para a inovação caracterizam os mais recentes esforços de políticas para a inovação no mundo.

Segundo linhas de argumentação conservadoras, políticas de CT&I devem ser desenhadas para suprir as lacunas existentes nas instituições e nos mercados de um determinado país, de forma a reduzir custos de transação e assimetrias de informação e garantir crédito e mobilização de capitais, difusão de conhecimentos e de tecnologias, acesso a mercados, dentre outras medidas. Para se atingir estes objetivos, seria necessário o estabelecimento de instrumentos de políticas consideradas como horizontais, ou seja, que não se relacionem a setores específicos, menos ainda a empresas específicas, e sim ao ambiente de negócios como um todo. A partir dessa perspectiva, defende-se a adoção de três tipos de instrumentos de políticas de CT&I aplicáveis aos setores¹⁰:

- I) Investimento em ciência básica, onde as condições de apropriabilidade dos ganhos da inovação são mais desfavoráveis, pois ainda não há possibilidade de comercialização dos frutos da pesquisa, tornando os riscos do processo extremamente altos. Essas condições implicam subinvestimento privado nessa etapa do processo inovativo, justificando instrumentos de CT&I relacionados ao fomento à pesquisa básica em universidades e ICTs em geral;
- II) Subsídio ao P&D privado nas empresas, uma vez que os ganhos advindos da inovação dificilmente são completamente apropriados pelas empresas. Transbordamentos (*spill overs*) a outras empresas e setores justificam a medida, garantindo o interesse privado na inovação;
- III) Medidas de Proteção Intelectual, garantindo maior grau de apropriabilidade pelas empresas dos ganhos decorrentes da inovação tecnológica.

Essa percepção de política de CT&I vem sendo largamente criticada na literatura¹¹ devido à sua extrema simplificação do processo inovativo, e de certa forma são associadas às tradicionais políticas baseadas no “modelo linear”¹² de inovação.

Conforme observado pela teoria, o processo de desenvolvimento tecnológico se mostra muito mais dinâmico e complexo do que o apresentado pelos modelos lineares tradicionais, que preconizavam que haveria um fluxo contínuo e linear entre a pesquisa básica e a inserção de novas tecnologias no

10 Baseado em EDLER e FAGERBERG (2017).

11 Mazzucato e Semieniuk (2017) apresentam um conjunto de inovações em políticas industriais que estão fomentando a mudança estrutural do sistema produtivo mundial e contradiz frontalmente as teses relacionadas às perspectivas de falhas de mercado como únicos instrumentos para fomentar uma agenda de CT&I.

12 De acordo com o modelo linear, o papel de políticas tecnológicas deveria ser investir pesadamente em pesquisa básica e aplicada, que apresenta maiores riscos e menor interesse direto pelo mercado. A partir daí, as descobertas passarão pelo fluxo contínuo até se tornarem produtos no mercado. Segundo estudos na área: “A crença de que os progressos científicos são convertidos em utilizações práticas por meio de um fluxo dinâmico que vai da ciência à tecnologia tem sido em toda parte um lugar-comum entre os administradores de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D)” (STOKES, 1997, p.27)



mercado, bastando a solução de falhas de mercados para que isso ocorresse. A despeito da importância do ambiente institucional que rege o mercado, existe um conjunto de fatores que impedem o desenvolvimento de competências específicas para a inovação tecnológica. Esses fatores precisam ser objeto de políticas específicas, verticais, que induzam setores e/ou empresas responsáveis para a geração de tecnologias que, pela dinâmica da emergência de inovações e da tecnologia, dependem de um conjunto de instituições e políticas para funcionar¹³.

São políticas que visam o desenvolvimento de tecnologias específicas, que sejam capazes de gerar *spill overs* por toda a economia e de certa forma puxar a estrutura econômica para outro patamar de produtividade. Dessa forma, buscam-se selecionar tecnologias e setores estratégicos para o país e auxiliar ativamente a geração de competências para seu desenvolvimento. A partir dessa perspectiva, surgem instrumentos de políticas de CT&I mais sofisticados e relacionados tanto às orientações de oferta de subsídios para a inovação quanto à orientação da demanda por inovações, sempre enfatizando o caráter sistêmico necessário para o processo.

Neste sentido, uma política assertiva num setor, como o de energia elétrica, que apresenta impacto significativo em vários setores, se justifica por diversas razões. A identificação de áreas importantes neste setor, que o tornam mais preparado para enfrentar os desafios futuros, deverá gerar um efeito benéfico em toda a economia, especialmente num país que possui setores fortes intensivos em energia e uma intensidade energética nacional crescente.

A Tabela 1 abaixo apresenta uma taxonomia para as diferentes categorias de instrumentos de políticas de CT&I que podem subsidiar as agendas de CT&I para o setor.

13 Pesquisas recentes chamam a atenção de um necessário “mix” de políticas de inovação para se obter resultados positivos em relação aos objetivos propostos por determinada política (FLANAGAN et. al, 2011; BORRÁS e EDQUIST, 2013).

Tabela 1 - Taxonomia de instrumentos de CT&I (continua)

Instrumento	Orientação		Objetivos		
	Oferta	Demanda	Aumentar investimento em P&D	Capacitações	Acesso a competências
1. Incentivos fiscais para P&D	
2. Apoio direto à P&D interna das firmas		
3. Políticas de formação e capacitação	
4. Políticas para o empreendedorismo tecnológico (apoio à start-ups)	...				
5. Serviços técnicos e consultorias	...				
6. Política para aglomerações e clusters	...				
7. Políticas para apoio à colaboração (U-E ou E-E)		
8. Redes de Inovação	...				
9. Demanda privada para inovação		...			
10. Compras públicas de tecnologias			
11. Compras de tecnologias pré-comerciais		
12. Prêmios de indução à inovação		
13. Padronização e normatização			
14. Regulação			
15. Technology Foresight			

Notas: ... = maior relevância; .. = moderada relevância; . = pouca relevância

Fonte: Baseado em Edler e Fagerberg, 2017



Tabela 1 - Taxonomia de instrumentos de CT&I (continuação)

Instrumento	Objetivos			
	Fomentar competências sistêmicas	Aumentar demanda por inovações específicas	Melhorar o ambiente para inovação	Melhorar coordenação e engajamento
1. Incentivos fiscais para P&D				
2. Apoio direto à P&D interna das firmas				
3. Políticas de formação e capacitação				
4. Políticas para o empreendedorismo tecnológico (apoio à start-ups)				
5. Serviços técnicos e consultorias				
6. Política para aglomerações e clusters	...			
7. Políticas para apoio à colaboração (U-E ou E-E)	...			
8. Redes de Inovação	...			
9. Demanda privada para inovação		...		
10. Compras públicas de tecnologias		...		
11. Compras de tecnologias pré-comerciais		...		
12. Prêmios de indução à inovação		..		
13. Padronização e normatização		
14. Regulação		
15. Technology Foresight				...

Notas: ... = maior relevância; .. = moderada relevância; . = pouca relevância

Fonte: Baseado em Edler e Fagerberg, 2017

2.1.2. Medidas de Incentivo a CT&I no Setor Elétrico Brasileiro

A atuação do Estado na dinâmica do desenvolvimento tecnológico do setor elétrico se justifica por diversas razões. As políticas relacionadas à P&D no setor são de extrema importância para a indução de tecnologias consideradas fundamentais ao abastecimento de eletricidade no país. Essas políticas devem estar alinhadas às três diretrizes centrais da política de energia elétrica brasileira - modicidade tarifária, segurança energética e sustentabilidade - e em sintonia com seus planejamentos de longo prazo (Plano Nacional de Energia - PNE) e de médio e curto prazo (Plano Decenal de Expansão de Energia - PDE). Somente assim, torna-se possível garantir um alinhamento temporal entre as ações de CT&I e a evolução ou transição tecnológica¹⁴ em um setor planejado e regulado.

No Brasil, a P&D realizada pelas empresas do setor elétrico foi, durante muitos anos, concentrada nos centros de pesquisas das próprias empresas, como Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (CEPEL)¹⁵, do grupo Eletrobrás, e o Instituto LACTEC (1959), vinculado à Companhia Paranaense de Energia (COPEL), além de outras iniciativas e parcerias com universidades e centros de pesquisa. A preocupação com a evolução tecnológica do setor, já no início da década de 1970, se relaciona diretamente com a necessidade de planejamento das fontes de energia e as tecnologias de processamento de energia que estariam à disposição da economia nacional no futuro (CARVALHO & GOLDEMBERG, 1980).

Autores argumentam que a liberalização dos mercados, por meio da desverticalização e da privatização de empresas estatais, provocou uma redução dos investimentos em P&D, sejam públicos ou privados, no setor elétrico em todo o mundo (WILLIAMS, 2001) e (JAMASB; POLLITT, 2008). Seguindo experiências internacionais, a liberalização foi incorporada na arquitetura institucional do setor elétrico brasileiro a partir da década de 1990, estabelecendo a separação entre produto (energia), e serviços de transporte, distribuição e comercialização de energia (rede de transmissão). Autores favoráveis a esse processo argumentam que os incentivos ao lucro por meio da concorrência encorajariam as empresas a investir em P&D e inovação, enquanto autores críticos ao processo argumentam que o

14 A crescente demanda da sociedade pela sustentabilidade dos sistemas energéticos coloca ao setor elétrico um enorme desafio que demandará um verdadeiro processo de transição tecnológica em todo o sistema (RAVEN et. al., 2009). Esse processo exigirá das empresas do setor grandes esforços em Pesquisa & Desenvolvimento para a inovação tecnológica (KEMP, 1994; RAVEN et. al., 2009; OECD, 2010).

15 O centro foi criado em 1974 por iniciativa do MME, e vinculado à Eletrobrás. O objetivo principal do CEPEL era solucionar problemas de manutenção de equipamentos e de instrumentos de medição para o sistema elétrico brasileiro bem como desenvolver novas soluções tecnológicas para o setor. Para maiores informações sobre a história e atuação do CEPEL ver MEMÓRIA DA ELETRICIDADE (1988) e DRUMMOND (2001).



principal efeito da liberalização na dinâmica de P&D das empresas está nos incentivos à busca pelo lucro de curto prazo, com conseqüente redução dos investimentos em P&D¹⁶.

Nesse cenário, a obrigatoriedade da aplicação de recursos em pesquisa e desenvolvimento pelas concessionárias de energia elétrica, conforme previsto na Lei nº 9.991/2000 e regulamentado pelo Programa de P&D Aneel¹⁷, é um instrumento importante para garantir investimentos das empresas do setor em atividades de inovação.

Dadas as relações sistêmicas do processo de inovação em geral, e, sobretudo, do setor elétrico, dificilmente os objetivos traçados no planejamento estratégico do setor e no Programa de P&D da Aneel podem ser atendidos sem considerar o uso de outros instrumentos disponíveis no próprio Sistema Nacional de Inovação¹⁸. Da mesma forma, existem instrumentos que induzem à inovação no sistema elétrico baseado em sua própria regulação¹⁹. Assim, o Programa de P&D da Aneel deve considerar a sinergia entre seus projetos e os instrumentos do Sistema Nacional de Inovação para aumentar a eficácia do Programa e superar a primazia de projetos de inovação incremental, baseados em serviços e processos sem grande impacto na eficiência global do sistema e no atendimento das metas estabelecidas pelos planos de energia e de desenvolvimento nacionais.

A exitosa prática de leilões específicos para uma fonte ou um conjunto de fontes é o mecanismo adotado pelo setor para incentivar a inserção de novas tecnologias ou mercados e suas respectivas cadeias produtivas. Foi a partir do leilão de 2009 específico para a fonte eólica²⁰ que o mercado incorporou a sinalização do governo e passou a participar com preços muito mais competitivos com outras fontes. O leilão específico para a geração fotovoltaica é outro exemplo nesse sentido. De acordo

16 “A liberalização do setor de energia elétrica tem transformado a eletricidade de um serviço público a uma commodity que é tecnicamente homogênea. Quando a habilidade das empresas de diferenciar produtos homogêneos é limitada, os preços tendem a convergir. Como resultado, as margens de lucros podem ser necessariamente obtidas através de redução de custos. Os lucros de curto-prazo podem ser aumentados através da redução dos gastos em P&D. E por outro lado, projetos de P&D colaborativos, que podem ser desejáveis para declinar os custos, não provêm às empresas nenhuma vantagem competitiva. Ao mesmo tempo, manter departamentos de P&D internos torna-se muito custoso.” (JAMASB; POLLITT, 2008, p.998)

17 Segundo a própria ANEEL, o objetivo do Programa de P&D é alocar adequadamente recursos humanos e financeiros em projetos que demonstrem a originalidade, aplicabilidade, relevância e a viabilidade econômica de produtos e serviços, nos processos e usos finais de energia. Busca-se promover a cultura da inovação, estimulando a pesquisa e desenvolvimento no setor elétrico brasileiro, criando novos equipamentos e aprimorando a prestação de serviços que contribuam para a segurança do fornecimento de energia elétrica, a modicidade tarifária, a diminuição do impacto ambiental do setor e da dependência tecnológica do país.

18 Para maiores referências sobre os temas para investimento em P&D definidos pela agência, bem como seus subtemas prioritários, ver <http://www.aneel.gov.br/programa-de-p-d>

19 Para maiores informações sobre o uso da regulação para a indução de inovações, Beerepoot e Beerepoot (2007).

20 Tecnologia madura e em contínuo desenvolvimento no exterior.

com a tipologia apresentada na Tabela 1, trata-se de uma medida que se utiliza de instrumentos relacionados à demanda, em que se incentiva o P&D privado além de se gerar demanda por inovações.

Para além do sistema elétrico, a energia elétrica vem sendo alvo de diferentes políticas de CT&I pelo governo brasileiro. Não é o objetivo aqui listar todas as iniciativas que passam por diferentes órgãos de nosso sistema nacional de inovação. Como exemplo de uma dessas iniciativas, entretanto, podemos citar o programa Inova Energia²¹, parte do programa Inova Empresa, coordenado pela Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) e pelo Banco Nacional do Desenvolvimento (BNDES).

O Programa Inova Empresa (PIE), lançado pelo Governo em março de 2013, representou um avanço do ponto de vista do volume de investimento destinado à inovação (aproximadamente R\$ 32,9 bilhões), da articulação interministerial (12 ministérios foram diretamente envolvidos, além da FINEP e BNDES, e da própria Aneel) e da qualidade dos instrumentos utilizados, com destaque para o crédito, a subvenção econômica, recursos não reembolsáveis para Institutos de Ciência e Tecnologia (ICTs) e investimentos em empresas de forma direta ou por meio de fundos.

O foco do programa foi direcionado a desafios tecnológicos, em linhas temáticas definidas em áreas estratégicas de interesse nacional ou com potencial de demanda. Foram selecionadas áreas com maior possibilidade de desenvolvimento tecnológico, como saúde, energia, defesa, aeroespacial, petróleo, agricultura e tecnologia de informação e comunicação. O PIE demonstra a necessária relação sistêmica entre os programas de inovação e P&D do setor elétrico com os demais programas e instrumentos do Sistema Nacional de Inovação (SNI) para aumentar a eficiência e orientar os investimentos em inovação no próprio setor elétrico brasileiro.

A Tabela 2 abaixo apresenta uma relação entre as categorias de instrumentos apresentados na Tabela 1 e os instrumentos possíveis para a aplicação no caso brasileiro. É importante destacar que se trata de um exercício para o apontamento de orientações para a construção de uma agenda de CT&I para o setor elétrico. Essa ressalva é importante, uma vez que a busca por tipologias de instrumentos e sua tradução por país demanda maior aprofundamento e pesquisas futuras sobre políticas comparadas.

21 <http://www.finep.gov.br/apoio-e-financiamento-externa/programas-e-linhas/programas-inova/inova-energia>



Tabela 2 - Categorias de instrumentos e possíveis aplicações no SEB

Categorias de Instrumentos	Característica	Exemplos de Instrumentos possíveis no Brasil
1. Incentivos fiscais para P&D	Instrumentos relacionados ao fomento à P&D, geralmente vinculados às desonerações fiscais.	Lei do Bem e Lei da inovação
2. Apoio direto à P&D interna das firmas	Instrumentos de subsídio direto para setores não regulados, obrigatoriedade de investimento para setores regulados e apoio à constituição de setores de P&D em empresas	Programa de P&D da Aneel
		Lei da Informática
		Subvenção econômica (FINEP e FAPs)
3. Políticas de formação e capacitação	Programas de apoio à formação específica de especialistas nacionais e internacionais, bem como capacitação profissional em nível superior e médio para determinadas tecnologias.	Bolsa de pesquisador em empresas (CAPES, CNPQ)
		Programa Ciências Sem Fronteiras
		Pronatec
4. Políticas para o empreendedorismo tecnológico e apoio à start-ups	Programas de apoio à <i>spin-off</i> e à formação de <i>start-ups</i> tecnológicas, bem como sua conexão com os sistemas produtivos	Bolsas de pós-graduação (CNPQ, CAPES, FAPs)
		Bolsas de pós-doutorados e para pesquisadores internacionais
		Programa de fomento à start-up (PIPE/ FAPESP, Start-Up Brasil, etc)
5. Serviços técnicos e consultorias	Programas relacionados à extensão tecnológica e industrial	Programa de apoio a aceleradoras, incubadoras e capital anjo (BNDES)
		Programas de inserção de start-ups em cadeias produtivas (Programas de empresas âncora)
6. Política para aglomerações e clusters	Políticas de apoio e fomento à APLs	Programas de extensão (SEBRAETEC, ALL, Brasil mais Produtivo, etc.)
7. Políticas para apoio à colaboração (U-E ou E-E)	Políticas que contribuam para a colaboração Universidade, empresa e governo.	Programas estaduais e nacionais de fomento à APLs
8. Redes de Inovação	Apoio à formação de redes, associações, plataformas, para a mobilização para a inovação	Financiamento e patrocínio para congressos, seminários e eventos em geral relacionados à inovação em tecnologias específicas
		Programas nacionais de eficiência energética, MEI, Associações, etc.

Categorias de Instrumentos	Característica	Exemplos de Instrumentos possíveis no Brasil
9. Regulação para a indução da demanda privada para inovação	Políticas públicas que induzam a geração de mercado para novas tecnologias através da regulação, e, assim, incentivar a demanda privada para investimentos em inovação. Inclui a definição de normas, testes, certificação e padronização de novas tecnologias para inserção no mercado.	<p>Políticas de <i>feed-in</i> para fontes alternativas de energia</p> <p>Desoneração fiscal e de encargos para fontes alternativas de energia</p> <p>Leilões específicos de comercialização de energia a partir de fontes alternativas e renováveis</p> <p>Tarifas Prêmios reduzidas para a incorporação de novas tecnologias de medidores e sistemas de eficiência energética</p> <p>Políticas relacionadas ao engajamento do INMETRO no processo de desenvolvimento tecnológico</p> <p>Critérios de comercialização de energia, de conexão, de segurança, de qualidade, etc.</p> <p>Regras de comercialização entre agentes do setor</p> <p>Definição de modelos de planejamento energético</p>
10. Compras públicas de tecnologias	Uso do poder de compra do Estado para o fomento ao desenvolvimento tecnológico	Compras públicas relativas à aparelhos relacionados à eficiência energética; novas tecnologias de geração e transmissão em editais de leilões, etc.
11. Compras de tecnologias pré-comerciais	Políticas relacionadas à missões específicas para o desenvolvimento à demandas nacionais	Programa Inova Empresa e Plataforma Nacional do Conhecimento
12. Prêmios de indução à inovação	Prêmios de indução à inovação	Prêmiações para empresas inovadoras
13. Technology Foresight	Utilização de prospecção tecnológica para a coordenação de ações entre diferentes atores	Incorporação da prospecção tecnológica no planejamento energético
14. Financiamento Público para projetos com inovação	Uso de instrumentos tradicionais de financiamento para o apoio à projetos com inovação tecnológica.	Linha de financiamento do BNDES e demais bancos comerciais para o apoio à inovação

Fonte: Elaboração própria.



2.2. Estudos Anteriores

O estudo do CGEE (2012), com o foco em política de CT&I para energia eólica, propõe uma análise com base em algumas dimensões:

- I) capacitação;
- II) regulamentação;
- III) pesquisa;
- IV) articulação entre empresas e instituições de ciência e tecnologia (ICTs);
- V) parcerias internacionais;
- VI) infraestrutura de CT&I.

O plano estratégico (ou mapa estratégico) proposto no citado estudo, detalha para cada dimensão de análise as ações, foco e o instrumento.

O estudo do CGEE (2013) teve como foco construir recomendações de CT&I para a área de Edificações Eficientes, propondo um plano estratégico com base nas mesmas dimensões do estudo do CGEE (2012). Ajustou-se a dimensão “regulatória” para “política e regulatória” e a dimensão “pesquisa” para “pesquisa e desenvolvimento”. Acrescentou também a dimensão eficiência energética, em função do objeto do estudo.

2.3. Construção da Agenda de CT&I

A metodologia para a construção de uma agenda de CT&I para o setor, conforme argumentado anteriormente, deve considerar a dinâmica de inovação no setor elétrico e os objetivos estratégicos, considerando as potencialidades, as fraquezas e os fatores portadores de futuro. Isso permitirá definir a diretriz geral da agenda em torno da dinâmica necessária ao bom proveito da política de P&D do setor. Também deve se apoiar nos instrumentos existentes na literatura de CT&I para garantir a coordenação dos esforços em direção à inovação tecnológica. Por fim, deve buscar coordenar as ações de CT&I para o setor elétrico com as ações gerais das políticas de inovação e de desenvolvimento nacional.

De acordo com a estrutura utilizada no projeto *Prospecção tecnológica no setor de energia elétrica*, o PD&I no setor foi dividido em cinco grupos temáticos: Grupo 1 - Geração de energia elétrica e Armazenamento de energia; Grupo 2 - Transmissão de energia elétrica; Grupo 3 - Distribuição de

energia elétrica; Grupo 4 - Eficiência energética; Grupo 5 - Assuntos Sistêmicos. Para esses grupos temáticos foram identificadas um total de 48 macrotemáticas. A cada macrotemática estão relacionadas rotas tecnológicas, que, por sua vez, abrigam linhas de PD&I. A Figura 1 apresenta a estrutura geral do mapa do conhecimento do projeto. O nível de análise da agenda a ser proposta deve ser o das macrotemáticas, que deverão estruturar propostas de ações de CT&I a serem relacionadas às rotas tecnológicas identificadas.

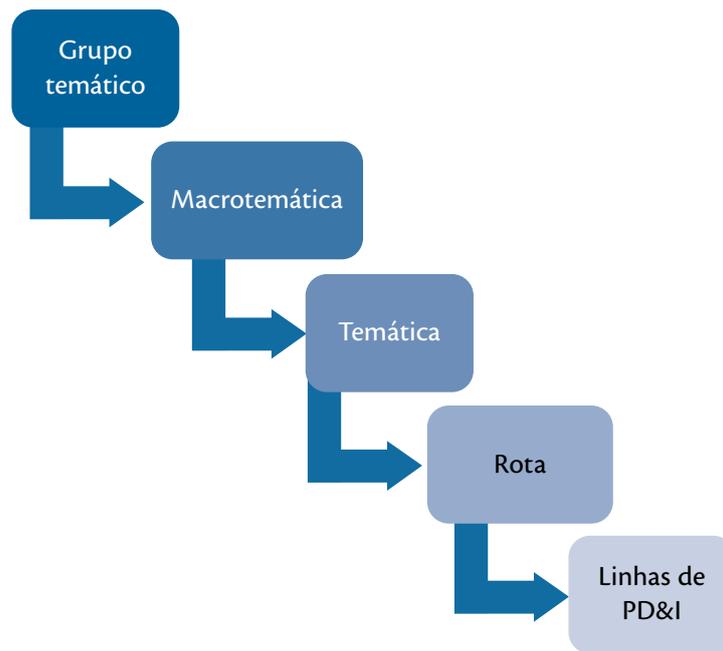


Figura 1 - Estrutura do Mapa do Conhecimento

Fonte: Elaboração própria.

A agenda de CT&I representa a etapa final do projeto prospecção e consolida informações das etapas anteriores, conforme apresentado no primeiro capítulo. A primeira etapa levantou o mapa do conhecimento, os indicadores sobre a situação atual de CT&I no setor, finalizando com uma análise sobre a situação de cada macrotemática. A segunda etapa, construção do futuro, definiu o cenário futuro, os objetivos do PD&I no setor elétrico para cada macrotemática, traçou *roadmaps*, relevância, e levantou informações sobre a estratégia de ação. A Figura 2 apresenta um resumo sobre as informações levantadas nas etapas anteriores e as informações levantadas nesta etapa final (vermelho e laranja).



Figura 2 - Resumo das informações levantadas nas diferentes etapas do projeto.

Fonte: Elaboração própria.

A metodologia proposta parte do cenário setorial, construído em conjunto com o comitê estratégico do projeto, do qual participam representantes das instituições que compõem a governança do setor. Deste cenário, é derivado um resumo com os principais objetivos estratégicos do setor. Este cenário setorial é a diretriz que baliza toda a etapa de Construção do Futuro. Nesta mesma etapa, são definidos os objetivos gerais por macrotemática, construídos e debatidos conjuntamente com os especialistas de cada área. Juntamente com o objetivo geral, também são definidos os objetivos específicos do curto, médio e longo prazo, para cada macrotemática, e os *roadmaps* tecnológicos para cada rota tecnológica. Esses resultados gerados pelas etapas anteriores do projeto são insumos orientadores para a etapa de Posicionamento.

Ainda na etapa de Construção de Futuro, utilizaram-se os painéis de especialistas para solicitar, aos participantes, o preenchimento de planilhas com sugestões preliminares de ações de CT&I. Planilhas estruturadas foram entregues para todos os especialistas de cada macrotemática do ciclo de reuniões da etapa de Construção de Futuro, com o objetivo de levantar junto a estes especialistas a visão deles sobre quais ações precisariam ser realizadas ou fomentadas para que a trajetória tecnológica traçada naquela etapa fosse viabilizada. Estas planilhas foram consolidadas pelos pesquisadores especialistas de cada macrotemática. Estas planilhas consolidadas também foram importante insumo para o trabalho da equipe de Posicionamento, que analisaram, debateram com os pesquisadores da etapa anterior e fizeram sugestões para os devidos ajustes de forma a identificar os melhores tipos de instrumentos que dialogam com os objetivos gerais, específicos e com a estratégia para a sua consecução, considerando o estágio de maturidade das rotas tecnológicas e as devidas atividades na cadeia de inovação.

Para a tradução desses resultados em agendas que contemplem uma estratégia de CT&I para o setor, foram considerados os seguintes elementos:

Diretrizes Gerais de CT&I para o Setor Elétrico

As ações de CT&I relacionadas nas agendas estratégicas precisam respeitar a dinâmica de inovação do sistema elétrico. Assim, devem ser guiadas por diretrizes gerais, que se articulam na forma de um complexo sistema setorial de inovação com fortes conexões com o sistema nacional de inovação. Essa diretriz a ser seguida deve ser a de garantir o fortalecimento do sistema setorial de inovação, fomentando a relação entre todos os entes do sistema, sobretudo aqueles responsáveis pela dinâmica da inovação nesse regime tecnológico. Para isso, também deve buscar a construção das competências necessárias para o fortalecimento do sistema. Deve-se evitar a execução de projetos de P&D isolados, sem conexões com essa diretriz, pois a mera contratação de projetos de P&D sem uma preocupação com sua inserção no sistema dificilmente trará resultados positivos.

Estratégia de CT&I

Associada aos Objetivos Gerais e Específicos por Macrotemática está a Estratégia Sistêmica de CT&I. Trata-se de uma estratégia que busca estabelecer um conjunto de ações para o desenvolvimento tecnológico da macrotemática no Curto Prazo (2017-2020), Médio Prazo (2021 - 2030) e no Longo Prazo (2031 - 2050). Essa estratégia sistêmica deve considerar tanto ações gerais como programas específicos para a macrotemática, relações com todo o Sistema Nacional de Inovação, com a cadeia produtiva, dentre outros.

Como exemplo de elementos de uma estratégia sistêmica, podemos utilizar a definição de ações gerais para o desenvolvimento da energia eólica nos horizontes de tempo citados, como a manutenção de leilões de fonte específica, manutenção de incentivos regulatórios e fiscais, desenvolvimento de programas de P&D estratégico no âmbito do programa da Aneel, desenvolvimento de políticas industriais para a cadeia produtiva de máquinas e equipamentos para a macrotemática, dentre outros.



Planilhas de suporte

São planilhas utilizadas para orientação e suporte na construção das agendas estratégicas. São elas:

- I) planilha de Taxonomia de instrumentos de Ciência, Tecnologia e Inovação, que apresenta as alternativas de instrumentos propostos na Tabela 1;
- II) planilha de categorias de instrumentos e possíveis aplicações no SEB, que apresenta exemplos de instrumentos aplicáveis ao SEB para cada categoria de instrumentos proposta na planilha de Taxonomia; (Tabela 2)
- III) planilhas de sugestões preliminares de ações de CT&I, que apresentam ações e instrumentos propostos por especialistas das macrotemáticas para viabilizar as trajetórias tecnológicas traçadas.

2.3.1. Estrutura da Agenda de CT&I

As agendas estratégicas foram estruturadas de forma a apresentar aos atores envolvidos no sistema CT&I que se aplica ao setor elétrico um mapa de ações que seja capaz de auxiliá-los na inserção de inovações tecnológicas no sistema elétrico nacional, buscando alcançar as diretrizes e trajetórias traçadas na etapa de construção de futuro e do potencial existente descrito na etapa de diagnóstico. A apresentação das agendas é feita no formato de fichas para cada Macrotemática, compostas de uma seção de descrição textual e uma seção de sistematização do mapa de ações, estruturadas de acordo com a Tabela 3.

A primeira coluna da tabela se destina às ações de PD&I necessárias para superar os desafios e cumprir os objetivos identificados nos diversos grupos temáticos. Para orientar a construção dessas ações, foi elaborado um encadeamento de ações gerais de CT&I, estruturadas em 8 eixos: (i) criação de um ambiente regulatório e normativo nacional específico para as várias temáticas selecionadas; (ii) criação ou adensamento de redes de pesquisa e grupos de trabalho; (iii) geração de competências nacionais em recursos humanos e infraestrutura de CT&I; (iv) execução de mapeamentos, estudos, definições metodológicas e/ou base de dados para subsidiar o desenvolvimento de novas tecnologias; (v) desenvolvimento de projetos demonstrativos e/ou pilotos; (vi) difusão de práticas e compartilhamento do conhecimento gerado; (vii) criação e/ou fortalecimento de atores na cadeia produtiva capazes de difundir novas tecnologias no mercado; e, por fim, (viii) geração de demanda para implantação de novas tecnologias.

No curto prazo, as ações são principalmente no sentido da geração de competências, difusão do conhecimento e na construção do ambiente de inovação e definição de padrões técnicos, as quais se manterão ao longo de toda a agenda de CT&I. No médio prazo, geralmente são adicionadas novas ações voltadas, principalmente, à realização de projetos demonstrativos para o desenvolvimento de diversas tecnologias associadas a rotas selecionadas. No mais longo prazo, o foco da estratégia de CT&I passa a ser, principalmente, na inserção piloto ou comercial das soluções desenvolvidas nas etapas anteriores no Sistema Elétrico Brasileiro, e na sua difusão e geração de escala.

Na coluna dois, devem ser descritos os resultados esperados da ação, que devem ser tangíveis, como aumento do número de laboratórios e testes para aprimoramento de equipamentos da rede de alta tensão, aumento do número de mestres e doutores especializados em aerogeradores, soluções de engenharia ou regulatórias, etc. Esse exercício de relação das ações com objetivos e resultados tangíveis esperados é importante para os agentes do setor na definição e utilização de programas de CT&I.

Conforme argumentado anteriormente, a execução das ações passa por um mix de instrumentos de políticas de CT&I para atingir um determinado objetivo. Dessa forma, é importante analisar tais instrumentos em três níveis para subsidiar os atores envolvidos no processo de definição de políticas de CT&I para o setor elétrico. O primeiro nível é a categoria de instrumentos, descritos na coluna 3. Estas são categorias relacionadas à literatura de CT&I e se referem à lógica de intervenção na dinâmica dos mercados para a indução de inovação tecnológica. O segundo nível se refere a atividades e instrumentos disponíveis no Brasil, descritos na coluna 4. Esses instrumentos podem mudar ao longo do tempo, mas é importante apresentar sugestões baseadas nas disponibilidades atuais para o desenvolvimento de programas concretos. Para tanto, também é importante, em um terceiro nível, identificar os atores responsáveis pelo instrumento em nosso Sistema Nacional de Inovação e sugerir outros atores envolvidos na execução das ações. As colunas 5 e 6 tem a finalidade de organizar e apresentar o levantamento dessas informações.

Para cada tipo de instrumento, podem existir diferentes programas de financiamento relacionados a diferentes atores no Brasil. Isso traz um desafio relativo à coordenação da ação entre esses diferentes atores. Por isso, torna-se importante destacar os agentes possíveis para a coordenação dessas ações, o que deve ser feito a partir do uso de realce para indicar os atores pertinentes em termos de coordenação da ação. Esse agente pode ser público ou privado, de acordo com cada iniciativa.



Por fim, relacionado a cada instrumento é importante destacar o impacto e seu grau de relevância para cada rota tecnológica relacionada na macrotemática. Essa informação é apresentada na última coluna da Tabela 3.

O ponto de chegada desse processo é o conjunto de agendas de ações de CT&I contendo um conjunto balanceado de iniciativas para auxiliar os tomadores de decisão em relação aos programas de P&D para o setor elétrico nacional.

Tabela 3 - Organização da metodologia para a construção de Agenda de CT&I para o Setor (continua)

N.	Ações	Resultado Esperado	Categoria de Instrumentos
1	Criar ou adensar redes colaborativas. (Ação Facilitadora/ Indutora)	Coordenação do PD&I em tecnologias específicas, buscando sinergias, otimizando resultados e eliminando retrabalho.	Redes de Inovação Colaboração U-E ou E-E
2	Criar grupo de trabalho em regulação e normatização. (Ação Facilitadora/ Indutora)	Definição de marco regulatório e padrões técnicos, organizando o ambiente para PD&I em tecnologias estratégicas.	Redes de Inovação Regulação e Normatização
3	Formar recursos humanos e criar ou modernizar infraestrutura de CT&I. (Ação de Competências)	Disponibilização de competência nacional para PD&I em tecnologias estratégicas.	Formação e Capacitação Apoio à Infraestrutura de CT&I
4	Executar estudos, mapeamentos e inventários. (Ação de P&D)	Desenvolvimento de novas metodologias, conceitos, mapas ou bases de dados para subsidiar o desenvolvimento de tecnologias estratégicas.	Apoio direto a P&D Serviços técnicos e consultorias Redes de Inovação Colaboração U-E ou E-E
5	Criar modelos / projetos demonstrativos/ piloto para desenvolver tecnologias estratégicas. (Ação de P&D)	Teste e avaliação de novas metodologias, sistemas ou produtos.	Incentivos fiscais para P&D Apoio direto a P&D Colaboração U-E ou E-E
6	Estimular a produção científica e o compartilhamento de conhecimentos. (Ação Facilitadora/ Indutora)	Redução da assimetria de informações e conhecimentos, difusão de práticas em tecnologias estratégicas.	Redes de Inovação Apoio à Infraestrutura de CT&I Difusão da informação e do conhecimento
7	Criar e fortalecer atores na cadeia produtiva nacional. (Ação Facilitadora/ Indutora)	Atores capazes de difundir soluções tecnológicas no mercado.	Políticas para o empreendedorismo e apoio a start ups Financiamento público para a inovação
8	Criar demanda pré-comercial para as tecnologias desenvolvidas. (Ação de geração de demanda)	Avanço na maturidade de tecnologias estratégicas.	Compras públicas Prêmios para inovação
9	Criar demanda para novas tecnologias. (Ação de geração de demanda)	Criação de mercado para a inserção e difusão de novas tecnologias.	Regulação e Normatização Financiamento público para inovação

Fonte: Consolidação da discussão entre especialistas no CGEE



Tabela 3 - Organização da metodologia para a construção de Agenda de CT&I para o Setor (continuação)

N.	Atividades e Instrumentos	Organizações Financiadoras	Atores envolvidos	Rotas Aplicáveis
1	Estruturação de programas, plataformas, consórcios e associações.	FINEP, CNPq, CAPES, FAP's, Programa P&D Aneel	Universidades, ICTs, Associações, Empresas, Aneel, Ministérios, ONS, EPE, PROCEL	
	Editais de pesquisa conjunta entre organizações e ICTs.			
	Intercâmbios organizacionais e Internacionalização da pesquisa.			
	Seminários/congressos de tecnologias específicas.			
	Editais para pesquisas e projetos conjuntos de inovação.			
	Financiamento e patrocínio para eventos de promoção da inovação.			
2	Mobilização de atores envolvidos nos temas de regulação e normatização.	FINEP, Fundos Internacionais, FAPs	Aneel, INMETRO, ABNT, PROCEL	
3	Criação ou reestruturação de cursos técnicos, profissionalizantes, graduação e pós graduação, conforme novas tecnologias e demandas setoriais.	CNPq, CAPES, FAPs, MDIC, SISTEMA S	Universidades, ICTs, MEC/CAPES, MCTIC/CNPq, MDIC, SISTEMA S	
	Disponibilização de bolsas de estudo e pesquisa	CNPq, CAPES, FAPs		
	Investimentos em Laboratórios e equipamentos.	FINEP, FAPs, Programa P&D Aneel, BNDES		
4	Programa P&D Aneel.	Programa P&D Aneel	Universidades, ICTs, Associações, Empresas, Aneel, Ministérios, ONS, EPE	
	Subvenção Econômica.	FINEP, FAP's, CNPq,		
	Contratação de estudos com recursos próprios ou recursos externos.	FINEP, FAPs, Aneel, MME, ONS, EPE		
	Pesquisas colaborativas / cooperadas.	FINEP, FAP's, CAPES, CNPq, Programa P&D Aneel		
5	Deduções fiscais.	Orçamento direto	Universidades, ICTs, Associações, Empresas, Aneel, Ministérios, ONS, EPE	
	Programa P&D Aneel.	Programa P&D Aneel		
	Subvenção Econômica.	FINEP, FAP's, CNPq,		
	Editais para projetos de inovação cooperados.	Embrapii, FINEP, FAPs		
6	Intercâmbios organizacionais, congressos, seminários e workshops.	FINEP, FAPs, CNPq, orçamentos próprios	ICTs, MEC/ CAPES, MCTIC/ CNPQ, MDIC	
	Investimentos em bancos de dados, mapeamentos e sistemas de gerenciamento da informação.	FINEP, FAPs, Programa P&D Aneel, CAPES, CNPq		
	Criação e fomento a periódicos.			
7	Chamadas Públicas de apoio a incubadoras, aceleradoras e parques/polos tecnológicos.	FINEP, FAPs, BNDES	MDIC, ABDI, CNI, Associações	
	Linhas e mecanismos de financiamento para projetos e/ou empresas com tecnologia nacional.			
8	Compras de lote pioneiro para inserção inicial da tecnologia	P&D Aneel, FINEP	Ministérios, Aneel, EPE, ONS, BNDES, Empresas, Associações	
	Premiação para empresas inovadoras	P&D Aneel, FINEP, CNI, Fundos internacionais, BNDES, FAPs, Ministérios, CNPq		
9	Atos regulatórios, leilões para fontes específicas, definição de critérios para a modernização tecnológica.	MME, Aneel, EPE, ONS, PROCEL	MDIC, MME, MCTI, Aneel, Associações, BNDES, ABDI	
	Linhas e mecanismos de financiamento para a modernização tecnológica no SEB	BNDES, FINEP		

Fonte: Consolidação da discussão entre especialistas no CGEE

2.3.2. Processo de construção das agendas estratégicas

O processo de construção das agendas estratégicas teve início com uma reunião de balizamento com a equipe de pesquisadores da etapa de Posicionamento sobre as diretrizes de trabalho capazes de promover coesão e padronização estrutural entre as diferentes agendas. O ponto de partida nesse processo foi a promoção de leitura e discussão dos materiais-insumos para a elaboração das agendas - fundamentalmente ancorados em relatórios e notas técnicas da etapa de Construção de Futuro. A equipe de pesquisadores da etapa de Construção de Futuro apresentou os objetivos e prioridades tecnológicas definidas para o futuro desejado. Na sequência, os pesquisadores deram início ao trabalho conjunto de elaboração e discussão de agendas-piloto, com o objetivo de definir diretrizes comuns para o processo de construção das demais agendas.

A partir dos balizamentos e diretrizes de trabalho estabelecidos, a equipe de posicionamento prosseguiu para a fase de construção das quarenta e oito agendas estratégicas, sempre mediante interação e consulta ao trabalho dos demais pesquisadores visando ao alinhamento estrutural do material produzido. Nessa fase, também foram realizadas reuniões e consultas a pesquisadores envolvidos na etapa de Construção de Futuro, para esclarecimentos adicionais sobre objetivos e tecnologias prioritárias em macrotemáticas específicas.

A primeira versão das quarenta e oito agendas estratégicas foi submetida ao debate por meio de uma oficina de validação, na qual estiveram presentes cerca de trinta participantes. Entre eles, representantes da governança do setor elétrico (MME, Aneel, EPE, ONS, CCEE, Cepel) e da governança nacional de CT&I (MCTIC, CNPq, FINEP, BNDES, MDIC, ADBI e CNI). A discussão das agendas foi estruturada a partir da divisão dos participantes em mesas coordenadas por um pesquisador da equipe de Posicionamento Estratégico, com o apoio do pesquisador responsável do grupo temático na etapa de Construção de Futuro. Coube aos pesquisadores da etapa de Posicionamento anotar, consolidar e repassar à equipe os principais comentários e sugestões colocados em suas respectivas mesas, enquanto o pesquisador da etapa de Construção de Futuro orientou discussões e solucionou dúvidas relativas a tecnologias específicas ou aos objetivos de futuro desejado.

Após as rodadas de discussão da oficina, foi elaborada uma tabela de ações transversais de CT&I a ser usada como referência para a realização dos ajustes nas agendas estratégicas, incorporando comentários e sugestões colocados na oficina de validação.



2.3.3. Organizações/ instrumentos de financiamento

A partir da construção das agendas estratégicas de CT&I nas diversas Macrotemáticas do projeto, e do ciclo de discussões para validação das agendas junto a representantes de instituições de fomento e apoio à CT&I no Brasil, tais como CNPq, FINEP, BNDES e CNI, foi elaborado um mapa relacionando organizações e instrumentos de CT&I com atividades dentro da cadeia de inovação e grau de maturidade de rotas tecnológicas.

Como apresentado na Figura 3 abaixo, as atividades de natureza mais preliminar na cadeia de inovação, como a pesquisa básica e aplicada, estão fundamentalmente relacionadas ao financiamento via bolsas de pesquisa da CAPES e do CNPq e a instrumentos de modernização laboratorial, disponibilizados, sobretudo pela FINEP. Nas atividades de desenvolvimento e testes tecnológicos - notadamente desenvolvimento experimental e cabeça de série -, têm papéis de destaque a FINEP, a Embrapii, o BNDES e a CNI. A FINEP atua principalmente a partir de recursos não reembolsáveis e de mecanismos de crédito para empresas e ICTs; a Embrapii tem como foco a promoção da cooperação entre empresas e instituições de pesquisa; o BNDES oferta linhas de crédito para a inovação e, em menor grau, recursos não reembolsáveis para ICTs; e a CNI financia projetos inovadores a partir de editais de inovação. Por fim, nas atividades mais avançadas da cadeia de inovação - notadamente lote pioneiro e inserção no mercado -, têm papéis de destaque a FINEP, a FAPESP e a FAPEMIG, o BNDES e a CNI. Além desses atores de financiamento e apoio à inserção mercadológica de novas tecnologias, também merecem destaque instrumentos no âmbito da União, como encomendas tecnológicas, compras e leilões públicos.

Embora essa sistematização das instituições de apoio e fomento à CT&I no Brasil tenha sido subproduto da construção e discussão das agendas estratégicas de CT&I, ela funciona como um instrumento norteador dos atores e instrumentos pertinentes à consecução das ações de CT&I encadeadas nas agendas estratégicas propostas nas diversas Macrotemáticas.

Grau de Maturidade Tecnológica com base no TRL	Baixo (1 a 3)			Médio (4 a 6)			Alto (7 a 9)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9									
Cadeia de Inovação (programa P&D Aneel)	Pesquisa Básica Dirigida			Pesquisa Aplicada			Desenvolvimento Experimental			Cabeça de Série			Lote Pioneiro			Inserção no Mercado		
	CAPES - Bolsas para pesquisadores vinculados a IES ou institutos de pesquisa			CNPq - Bolsas para pesquisadores vinculados a IES e para especialistas vinculados a empresas e ICTs.			FINEP (PROJETOS DE PESQUISA) - Recursos não reembolsáveis para ICTs			FINEP - Subvenção (recursos não reembolsáveis) para empresas			FINEP - Crédito para empresas ou ICTs					
Instrumentos	Aneel - Programa de P&D (diretriz é visar estágios mais avançado)			FAPs			FAPs			Algumas FAPs			FAPESP, FAPEMG					
	Embrapii - Cooperação entre empresas e instituições de Pesquisa			BNDEx - Linha Inovação - Crédito para empresas e órgãos públicos			BNDEx - Funtec (menor recurso do BNDEx) - Recursos não reembolsáveis para ICTs			CNI - Editais de Inovação			Programas CNI			Encomendas Tecnológicas, Compras Públicas e Leilões.		
	CNI/SENAI - Laboratório Aberto																	

Figura 3 - Organizações e Instrumentos de CT&I de acordo com o grau de maturidade tecnológica e atividades da cadeia de inovação

Fonte: Consolidação da discussão de especialistas no CGEE.



2.4. Priorização das macrotemáticas

A busca por novas tecnologias para setor energético nacional tem tornado evidente a necessidade de estudos aprofundados por parte dos agentes decisórios, a fim de garantir maior eficiência nas determinações em relação a qual tecnologia deve ser fomentada. Neste sentido, o projeto ajusta e utiliza um modelo de decisão multicritério (CGEE,2014) para apoiar no processo de seleção das macrotemáticas relacionadas ao setor.

2.4.1. Revisão Bibliográfica

Hoffmann et al. (2013) propuseram uma metodologia para decisão sob incerteza, aplicada a avaliação de tecnologia de processos químicos, com foco na identificação de potenciais problemas ambientais o mais cedo possível no processo de concepção, a fim de evitar mudanças no processo tardiamente, tornando o custo mais alto. Com frequência, nos estágios iniciais dos projetos, a incerteza prevalece em torno de possíveis valores que os parâmetros econômicos, ecológicos ou técnicos podem assumir. Assim, o modelo proposto pelos autores visa selecionar alternativas de processos promissores levando em consideração as incertezas, baseado na simulação monte-carlo. O modelo é ilustrado com um estudo de caso de tomada de decisão sobre a seleção de um processo de produção de ácido cianídrico em que mais de 400 variáveis com incerteza são tratadas.

Li e Zhu (2011) apresentaram um estudo de caso com foco na avaliação de tecnologia de objeto de software em uma indústria de serviços de computador. O modelo de decisão desenvolvido fornece recomendações para projetos de software orientados a objetos. A avaliação utiliza uma abordagem quantitativa, baseada em um modelo de programação linear inteira mista e um modelo multi-objetivo, a fim de reduzir a subjetividade para levar à seleção da ferramenta consistente. Os autores afirmam que esta abordagem aumenta a orientação para o cliente uma vez que permite que os usuários especifiquem os seus objetivos e necessidades e fornecem uma análise de sensibilidade dos resultados.

Demirkiran (2012) propôs um modelo sistemático a fim de ser usado como um guia pelos planejadores ou arquitetos de sistemas no processo multicritério de seleção de tecnologia. O modelo também propõe um método para definir os elementos para um sistema de tecnologia crítica. O modelo é composto por 5 etapas, sendo elas: Análise dos requerimentos, identificação das alternativas, avaliação das alternativas, identificação das tecnologias críticas e seleção das alternativas. Para formar a matriz de impacto dos elementos do sistema, uma ponderação é calculada para cada requisito usando *Analytical Hierarchy Process - AHP*. O autor ilustra o modelo com uma aplicação em um estudo de caso sobre um sistema de comunicação com Veículo Aéreo Não Tripulado (*Unmanned Aerial Vehicle - VANT*).

Goetghebeur et al. (2012) desenvolveram um modelo de apoio a decisão para avaliar tecnologia de saúde, do inglês *Health Technology Assessment -HTA*, avaliando 10 medicamentos de seis áreas terapêuticas. Os critérios utilizados foram impacto na doença, contexto de intervenção, intervenção dos resultados, tipo de benefício, critério econômico e qualidade da evidência obtida. Os resultados do modelo fornecem um meio de capturar as considerações não quantificáveis que podem afetar a avaliação global.

Thokala e Duenas (2012) realizaram um estudo sobre a possibilidade de aplicação da análise de decisão multicritério, do inglês *MultiCriteria Decision Analysis -MCDA*, para avaliação de tecnologia para saúde (HTA). Os autores avaliaram que a aplicação de MCDA para análise dessas tecnologias pode apoiar os tomadores de decisão levando em consideração vários critérios de forma explícita, tornando a decisão mais estruturada e transparente, permitindo que as alternativas sejam avaliadas pelos critérios de forma clara. Os autores comentam que vários fabricantes de medicamentos farmacêuticos recomendaram o uso de MCDA, mas reconheceram que cada método tem suas características e que são necessárias mais pesquisas antes da implementação de um determinado método para o processo de avaliação de tecnologias em saúde.

Nesse contexto, este trabalho ajustou um modelo de decisão multicritério, utilizado pelo CGEE no estudo “Novos desafios tecnológicos da matriz energética brasileira” (CGEE, 2014), para priorizar as tecnologia para desenvolvimento do setor elétrico. O modelo contempla os múltiplos objetivos do decisor a fim de analisar qual a tecnologia para o setor de energia elétrica que deverá ser fomentado.

2.4.2. Metodologia utilizada para construção do modelo

O procedimento para construção do modelo de apoio a decisão consiste de 3 fases principais (Almeida, 2013): a fase preliminar, a de modelagem de preferências e escolha do método e a de finalização. Essas fases e suas conexões são ilustradas na Figura 4.

A primeira fase é composta pela identificação dos decisores e outros atores do processo, identificação dos objetivos, determinação dos critérios, especificação do espaço de ações e problemática e identificação dos fatores não controlados. É nesta fase que os elementos para a formulação do problema são estruturados (Almeida, 2013).

De acordo com Hammond, Keeney e Raiffa (1999), a forma que se define o problema, molda a decisão. Isso engloba as alternativas a serem consideradas e a forma de avaliá-las. Estabelecendo o problema certo direciona todo o restante.



Na segunda fase as etapas relacionadas a modelagem de preferências são desenvolvidas. Como resultado, tem-se o método de decisão escolhido e o modelo de decisão construído. As etapas dessa fase são a modelagem de preferências, a avaliação intracritério e a avaliação intercritério (Almeida, 2013).

Já na terceira fase, tem-se as etapas finais para a resolução do problema e implementação da ação recomendada, a saber, avaliação das alternativas, análise de sensibilidade, análise dos resultados e recomendação e implementação da decisão. Nessa etapa, a análise de sensibilidade é realizada, podendo o modelo apresentar-se muito sensível em relação a algum fator particular considerado na construção do modelo, sendo necessário, neste caso, retornar para a fase 2.

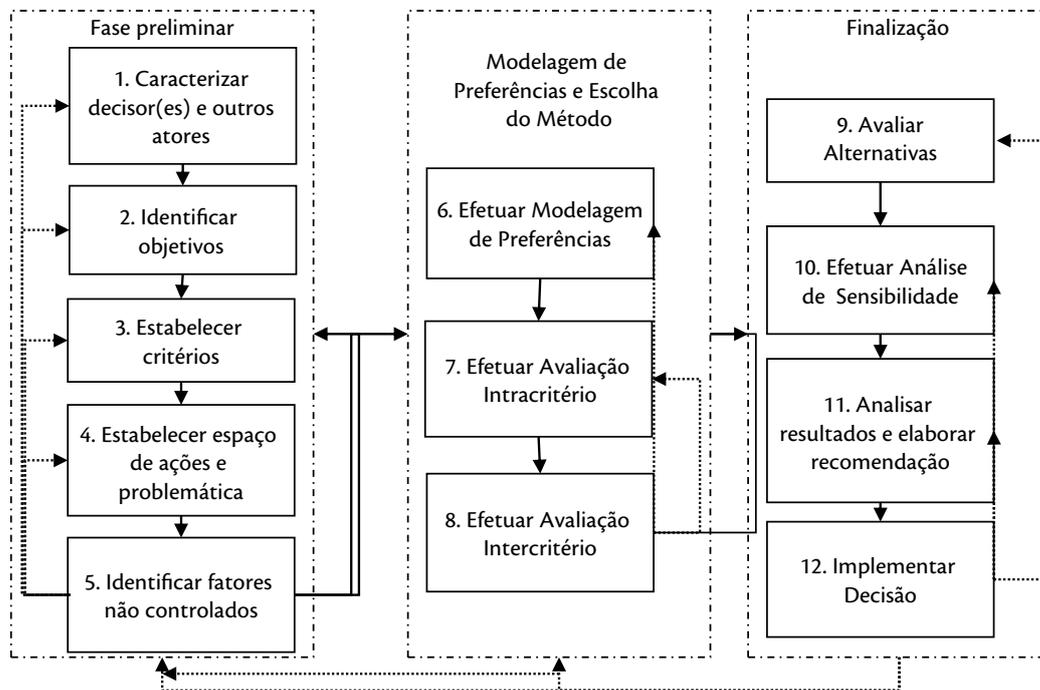


Figura 4 - Procedimento para resolução de um problema de decisão.

Fonte: Almeida (2013)

As etapas que compõem as 3 fases são:

- **Identificação dos objetivos:** Hammond, Keeney e Raiifa (1999) colocam que eles formam a base para avaliação das alternativas. Certificando-se de que todos os objetivos do decisor foram identificados. O grande desafio é interpretar e levantar os reais objetivos

utilizados e necessários pelo decisor no processo. Diferentes métodos são utilizados para esta pesquisa junto ao decisor. Métodos de Estruturação de Problemas podem ser uma opção (PSM - *Problem Structuring Methods*), tais como: *Soft Systems Methodology* (SSM), *Strategic Choice Approach* (SCA), *Strategic Options Development and Analysis* (SODA), *Value Focus Thinking* (VFT), dentre outros. Pode-se utilizar as ferramentas de foresight, tais como pesquisa estruturada, painéis de especialistas, entre outros. É importante que os objetivos para uma situação de decisão sejam provenientes de indivíduos interessados e que tenham conhecimento sobre o problema, já que, de acordo com Keeney (1992), o principal propósito de identificar e estruturar objetivos é fornecer *insights* para melhores decisões.

- **Determinação dos critérios:** Munier (2011) coloca que uma vez que os objetivos estão estabelecidos, passa-se para a determinação das condições para alcançá-los, ou seja, a determinação dos critérios ou atributos. Um critério especificado para um dado objetivo, de acordo com Keeney (1992), define o seu significado mais precisamente. Como exemplo, ele coloca que um critério que mensure o atendimento de um objetivo pode ser a porcentagem de trabalhadores que estão desempregados ou o número de trabalhadores que estão perdendo os seus empregos. Ele apresenta 3 tipos de atributos (Keeney, 1992): os naturais, os construídos e os Proxy. Um atributo natural é aquele em que é possível fazer a mensuração direta e objetiva, e que todos os envolvidos terão a mesma avaliação em relação a eles. Quando não se pode trabalhar com este tipo de atributo, o construído pode ser utilizado. Para a avaliação desses atributos, deve-se construir uma escala de avaliação qualitativa com a descrição do significado de cada nível da escala empregada. Já os Proxy, são utilizados quando não for possível utilizar os dois anteriores. De acordo com Almeida (2013), ele consiste em uma medida indireta que pode estar associada ao objetivo que se queira medir.
- **Determinação do espaço de alternativas e problemática:** De acordo com Almeida (2013), essa etapa envolve 3 atividades: (a) o estabelecimento da estrutura do conjunto de alternativas; (b) a determinação da problemática e a (c) geração de alternativas. Uma alternativa constitui uma das possibilidades de escolha do agente de decisão, identificada no início, ou mesmo no decorrer de um processo decisório, podendo vir a tornar-se uma solução para o problema em estudo. Almeida (2013) coloca que o espaço de ações vai ser um marco importante para a determinação do método multicritério a ser utilizado. Os métodos escolhidos vão variar em função de o problema envolver um conjunto de ações com variáveis discretas ou contínuas. Além disso, o conjunto de ações pode ainda ser estável ou evolutivo - no primeiro, o conjunto de ações é definido desde o início e não se altera ao longo do processo; já no evolutivo, o conjunto de ações pode se alterar ao longo do processo decisório (Almeida, 2013). A identificação da ação envolve ainda os conceitos de globalizado ou fragmentado. Uma ação é dita globalizada, quando é mutuamente exclusiva em relação a todas as outras. No caso contrário, quando a ação é somente parte de uma alternativa específica incompleta, ela é dita fragmentada (Roy, 1996).



Caracterização do(s) Decisor(es) e outros Atores

O conceito de atores engloba indivíduos ou grupos de pessoas, perfeitamente identificáveis, que participam direta ou indiretamente do processo decisório. O decisor é o responsável pela tomada de decisão e possui poder em relação a decisão em questão, sendo ele o responsável pelas consequências da decisão tomada. Alguns dos atores que podem participar do processo de decisão, a depender do caso, são o analista, o cliente e o especialista.

O processo de escolha do PD&I que é contemplada pelo programa de P&D regulado pela ANEEL pode seguir dois caminhos distintos:

- **Pesquisa proposta pelas empresas:** a empresa do setor elétrico tem a liberdade de propor a linha de pesquisa e a ANEEL apenas regula;
- **Projetos estratégicos:** a ANEEL abre editais sobre um tema de pesquisa específico de interesse do setor e as empresas que tem interesse elaboram uma proposta. A melhor proposta é escolhida e desenvolve o P&D. Neste caso há um comitê que tem a função de acompanhar e intervir na execução do P&D, normalmente formado pela governança além de atores que estão ligados ao tema específico do projeto em questão.

O processo de decisão contemplado pelo projeto é o segundo caso, tendo em vista que o primeiro processo, os objetivos e sua ordem de preferência diferencia de empresa para empresa. O projeto prospecção tecnológica no setor elétrico deve considerar o objetivo do programa P&D regulado pela ANEEL, portanto o desenvolvimento do setor elétrico brasileiro, e dentro deste contexto cada empresa fará sua escolha em conformidade com sua estratégia.

Com esta diretriz formulada, os atores pesquisados para o processo decisório contemplado neste projeto foi a governança do setor que trabalha com visão de futuro. Assim sendo, foram convidados as seguintes instituições para indicar representantes:

- Superintendência de Pesquisa e Desenvolvimento e Eficiência Energética (SPE) da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL);
- Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético do Ministério de Minas e Energia (MME);
- Secretaria de Energia Elétrica do Ministério de Minas e Energia (MME);
- Secretaria de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação do Ministério de Ciência, Tecnologia, Inovação, e Comunicação (MCTIC);

- Secretaria de Políticas e Programas de Pesquisa e Desenvolvimento do Ministério de Ciência, Tecnologia, Inovação, e Comunicação (MCTIC);
- Secretaria Executiva do Ministério de Desenvolvimento da Indústria e Comércio (MDIC);
- Diretoria de Estudos de energia elétrica da Empresa de Pesquisa Energética (EPE);
- Diretoria de estudos econômicos-energéticos e ambientais da Empresa de Pesquisa Energética (EPE);
- Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE);
- Operador Nacional do Sistema (ONS);
- 03 Representantes da academia;

Infelizmente não tivemos indicação da Secretaria de Energia Elétrica do Ministério de Minas e Energia (MME) e da Secretaria de Políticas e Programas de Pesquisa e Desenvolvimento do Ministério de Ciência, Tecnologia, Inovação, e Comunicação (MCTIC). Todas as outras instituições indicaram um ou mais representantes.

2.4.3. Objetivos e critérios de análise

Os objetivos de análise são os mesmos descritos e detalhados no vol 2 – Diagnóstico da CT&I no setor elétrico brasileiro, tendo em vista que a priorização deveria atender aos mesmos. Assim os objetivos são: Socioambiental; Produção de CT&I; Estrutura de CT&I; Indústria e Mercado; e Estratégico.

O processo de identificação dos critérios de análise, além do processo e fundamentação teórica descrita no mapa conceitual (vol 2 – Diagnóstico da CT&I no setor elétrico brasileiro) seguiu algumas etapas:

- **Estudo anterior:** utilizou como base o estudo “Novos Desafios Tecnológicos da matriz energética Brasileira”;
- **Pesquisa estruturada:** utilizou-se o resultado de uma pesquisa de percepção de especialistas do setor sobre a relevância dos objetivos e critérios listados e se eles propunham mais algum.
- **Validação do grupo decisório:** conforme apresentado no item anteriores, foi formado um conjunto de atores que representaram o grupo decisório para validar a lista de objetivos e indicadores.



Estudo Anterior

O estudo “Novos Desafios Tecnológicos da matriz energética Brasileira” (CGEE, 2014), fez um exercício de priorização para linhas de pesquisa no setor. Todavia, o universo contemplado era significativamente menor. Desta forma, o projeto utilizou como base a lista proposta neste estudo e avaliou e identificou os indicadores que o projeto não teria como calcular por falta ou dificuldade de levantar a informação.

Pesquisa estruturada

Foi realizada em 2015 uma pesquisa com 25 mil especialistas em energia elétrica, identificados pelo portal inovação. A pesquisa levantou informação sobre os cinco grupos do projeto. Além desses também foi pesquisada as “Diretrizes de Futuro”. Nesta parte da pesquisa, os respondentes deveriam colocar em ordem de prioridade sobre as diretrizes/objetivos que deveriam orientar o processo de seleção/priorização dos investimentos em Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) no setor de energia elétrica nacional. Na sequência, os respondentes deveriam indicar a sua percepção sobre o grau de relevância (nenhuma; baixa; relevante; alta) para cada critério listado na pesquisa. Esta seção da pesquisa contou com 942 respondentes, dos quais mais de 84% se autodeclararam com conhecimento sobre o assunto questionado e 50% informaram que faziam parte de instituições de pesquisa. A ordem de prioridade sugerida pela maioria dos respondentes da pesquisa é apresentada na Tabela 4.

Tabela 4 - Resultados referentes à colocação de cada uma das diretrizes

Diretrizes/objetivo	Colocação
1. Planejamento Energético	1ª
2. Impacto Ambiental	2ª
3. Conhecimento sobre a linha de pesquisa	3ª
4. Impacto Social	4ª
5. Mercado	5ª
6. Cadeia Produtiva	6ª

Fonte: Elaboração própria.

O grau de relevância dos critérios de análise propostos foram avaliados nessa mesma pesquisa. A partir dos resultados apresentados no Gráfico 1, é possível concluir que todos os critérios foram avaliados com expressividade como alta relevância e relevantes (acima de 70%) pelos especialistas

do setor. Isso mostra que todos são fatores importantes a serem levados em consideração dentro deste projeto. Os respondentes também foram questionados se a lista era adequada e suficiente ou eles indicariam um outro critério. As sugestões foram avaliadas quanto a viabilidade de execução, e aquelas que foram consideradas viáveis foram incorporadas e apresentadas ao grupo decisório.

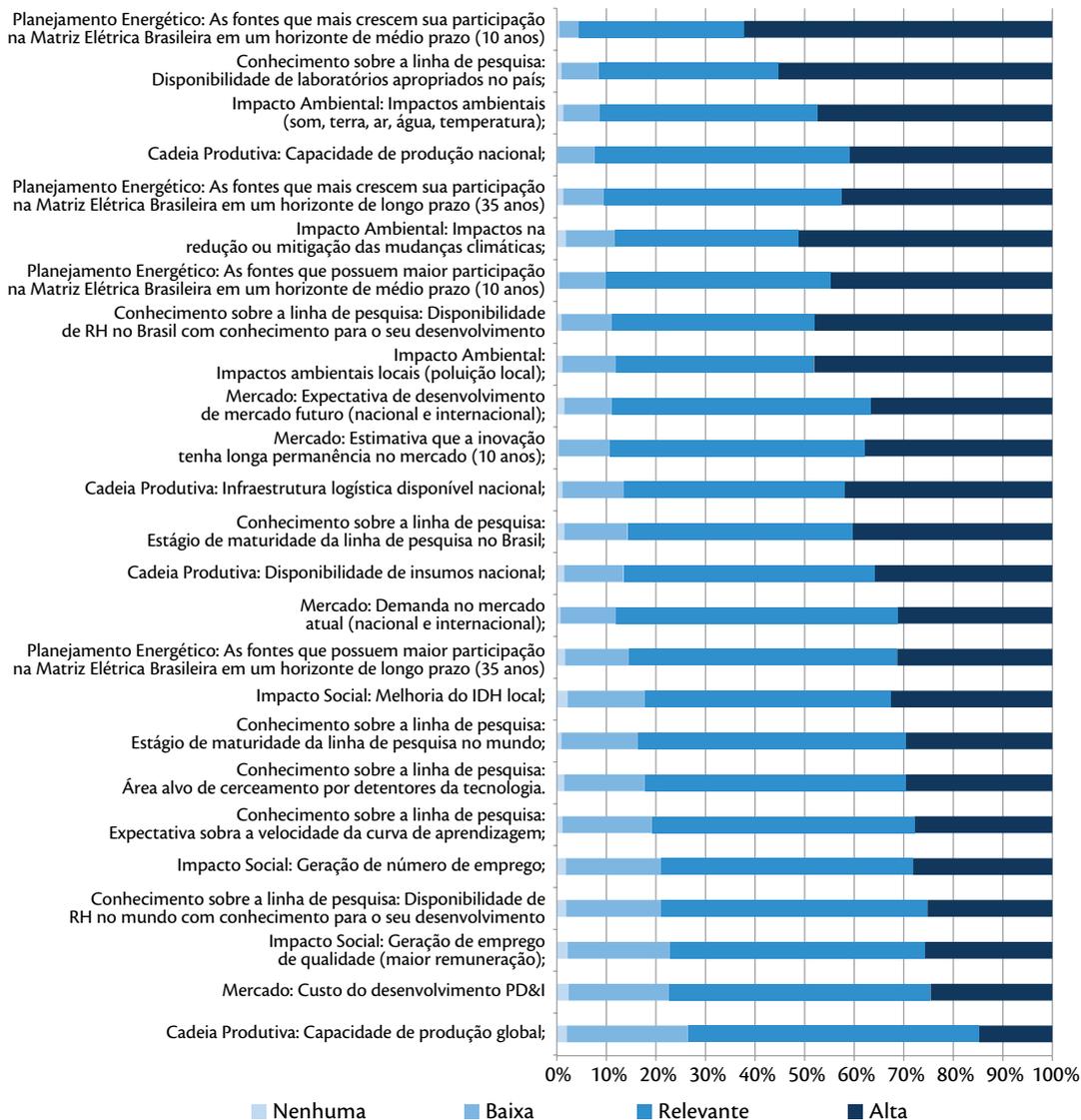


Gráfico 1 - Resultado da pesquisa sobre o grau de relevância para cada critério listado

Fonte: Elaboração própria. Tomar cuidado para não separar as informações em páginas diferentes.



Validação do grupo decisório

Com base na fundamentação anterior foi criada uma lista de objetivos e critérios ou indicadores para balizar o processo decisório. Esta lista foi apresentada ao grupo de atores que analisara e validaram, conforme a Tabela 5. Todavia, o grupo sugeriu um novo critério “gestão das empresas”. Foi questionado como levantaria a informação e foi sugerido pegar da base de projeto de gestão do Programa de P&D regulado pela ANEEL. Como a ANEEL estava presente pode confirmar a informação.

Tabela 5 - Lista de objetivos e critério validada para o processo decisório

Objetivos	Critério	Validado em pesquisa	Validação na reunião
SÓCIO AMBIENTAL	Impacto ambiental	s	ok
	Impacto ambiental na temperatura global (mudanças climáticas)	s	ok
	Impactos da tecnologia na geração local ou nacional de empregos	s	ok
	Remuneração	sugestão	ok
	Impacto sobre qualidade de emprego (titulação)	sugestão	ok
	Distribuição do RH (sugestão aneel)	s	ok
Produção de CT&I	Científica formal (global)	sugestão	ok
	Complementar (nacional)	sugestão	ok
	Projeto (nacional)	sugestão	ok
	Tecnológica	sugestão	ok
OBJ 3 - Estrutura de CT&I	Fomento	sugestão	ok
	RH	s	ok
	Disponibilidade de infraestrutura de CT&I	s	ok
	Rede colaborativa	sugestão	ok
	gestão nas empresas	S_reunião	ok
Industria e Mercado	Percepção sobre a demanda atual no mercado nacional	s	ok
	Avaliação da demanda atual no mercado global	s	ok
	Expectativa de demanda futura no Mercado Nacional	s	ok
	Expectativa de demanda futura no Mercado Global	s	ok
Estratégia	Política de médio prazo (2026)	s	ok
	Política de Longo prazo (2050)	s	ok

“S” - foi validado na pesquisa estruturada; “Sugestão” - foi sugestão aberta da pesquisa estruturada; “S_reunião” - foi sugestão dada na reunião com os atores.

Fonte: Elaboração própria.

2.4.4. Ordem de Preferência

Na mesma reunião foi decisão unânime que a Política de médio e longo prazo ficasse na ordem de preferência 1 e 2, respectivamente, validando o resultado da pesquisa apresentado na **Tabela 4**. Os outros critério cada membro enviou posteriormente por e-mail. Não houve uma convergência total sobre a ordem de preferência de nenhum critério. Assim feito uma média das contribuições e o resultado é possível visualizar na Tabela 6.

Tabela 6 - Ordem de preferência dos critérios

Critério	Ordem de Preferência
Política de Médio Prazo (2026)	1
Política de Longo Prazo (2050)	2
Percepção sobre a Demanda Atual no Mercado Nacional	3
Expectativa de Demanda Futura no Mercado Nacional	4
Expectativa de Demanda Futura no Mercado Global	5
Percepção sobre a Demanda Atual no Mercado Global	6
Competência de Recursos Humanos	7
Disponibilidade de Infraestrutura de CT&I	8
Projetos Programa P&D Aneel	9
Gestão nas Empresas	10
Impactos da Tecnologia sobre Geração de Empregos	11
Impactos da Tecnologia sobre Remuneração	12
Impacto Ambiental	13
Produção Científica Formal	14
Mecanismos de Fomento	15
Produção Tecnológica	16
Produção Complementar	17
Redes Colaborativas de Recursos Humanos	18
Impacto Ambiental na Temperatura Global (mudanças climáticas)	19
Impactos da Tecnologia sobre Qualificação de Empregos	20
Distribuição Geográfica de Recursos Humanos	21

Fonte: Elaboração Própria



2.4.5. Modelo Multicritério

Definiu-se por utilizar o modelo PROMETHEE-ROC (Morais et al., 2015) como modelo de decisão de multicritério. O mesmo consiste na abordagem de modelo da metodologia PROMETHEE (*Preference Ranking Method for Enrichment Evaluation*) (Brans e Vincke, 1985) para a comparação das alternativas e do modelo ROC (*Rank Order Centroid*) (Barron e Barrett, 1996) para determinação dos pesos de cada critério em análise. Dentre os modelos PROMETHEE, utiliza-se o PROMETHEE II especificamente.

Os modelos da metodologia PROMETHEE consistem em estabelecer uma preordem das alternativas estabelecendo inicialmente uma relação de preferência intracritério entre cada par de alternativas e posteriormente uma relação intercritério entre cada par, que leva em conta as preferências intracritério ponderadas pelo peso de cada critério. Ao final, define-se para cada alternativa funções que estipulam a magnitude em que uma alternativa domina as outras (fluxo positivo) e o quanto ela é dominada pelo restante das alternativas (fluxo negativo) através das preferências intercritério. No modelo PROMETHEE II especificamente, determina-se uma preordem completa das alternativas por meio da comparação do fluxo líquido das alternativas, que consiste na diferença entre o fluxo positivo e o negativo de cada alternativa. Uma preordem completa estabelece uma relação binária na qual toda alternativa é comparável entre si (axioma de completeza) e que preserva o ordenamento entre diferentes pares de alternativas (axioma de transitividade). Portanto, ao final do processo tem-se uma preferência bem definida entre as alternativas.

O modelo ROC consiste na construção de pesos para os critérios com base apenas no ordenamento da preferência entre os critérios. Seu uso é recomendado em situações na qual não há uma clara noção de cardinalidade da preferência dos critérios. O ROC consiste em calcular a média dos pontos extremos do espaço de pesos. Isto é, de todos os valores possíveis de pesos para os critérios (respeitando as restrições que os pesos somam o valor um, que todos são maiores que zero e que os pesos decrescem conforme decresce a posição dos critérios na preferência), o ROC consiste em calcular a média desses pesos.

Para todos os critérios utilizados, os indicadores foram calculados de forma que sejam maximizados no modelo. Portanto, quanto maior o valor indicado de uma alternativa para determinado critério, melhor é sua avaliação no modelo.

Dos critérios elencados na Tabela 6, dois deles não foram utilizados no modelo multicritério. São eles: **Impacto ambiental na temperatura global e Gestão nas empresas**. Quanto ao primeiro, após uma nova avaliação conjunta com comitê decisório entendeu-se que a análise pelo critério Impacto ambiental que se baseia no cálculo de cinco outros indicadores (poluição no ar, água, som,

temperatura e solo) contempla indiretamente a análise de impacto na temperatura global. Quanto ao segundo, entendeu-se que seria de difícil mensuração um indicador que avaliasse tal critério, após a análise das informações disponíveis na base de projeto de gestão do Programa de P&D regulado pela ANEEL. Portanto, os critérios utilizados no modelo e suas respectivas posições no ordenamento são apresentados na Tabela 7 a seguir.

Tabela 7 - Ordem de preferência dos critérios utilizados no modelo de decisão multicritério

Ordem	Critério
1º	Política de Médio Prazo (2026)
2º	Política de Longo Prazo (2050)
3º	Percepção sobre a Demanda Atual no Mercado Nacional
4º	Expectativa de Demanda Futura no Mercado Nacional
5º	Expectativa de Demanda Futura no Mercado Global
6º	Percepção sobre a Demanda Atual no Mercado Global
7º	Competência de Recursos Humanos
8º	Disponibilidade de Infraestrutura de CT&I
9º	Projetos Programa P&D Aneel
10º	Impactos da Tecnologia sobre Geração de Empregos
11º	Impactos da Tecnologia sobre Remuneração
12º	Impacto Ambiental
13º	Produção Científica Formal
14º	Mecanismos de Fomento
15º	Produção Tecnológica
16º	Produção Complementar
17º	Redes Colaborativas de Recursos Humanos
18º	Impactos da Tecnologia sobre Qualificação de Empregos
19º	Distribuição Geográfica de Recursos Humanos

Fonte: Elaboração Própria



2.4.6. Cálculo dos critérios ou indicadores

Os critérios utilizados no modelo multicritério de priorização são baseados nas informações levantadas e apresentadas no vol 2 – Diagnóstico da CT&I no setor elétrico brasileiro. A seguir são apresentados cada critério.

Ambiental

O indicador de dimensão ambiental foi criado para analisar o impacto causado no meio ambiente pelas tecnologias associadas às macrotemáticas. Para isso, foram consultados, por meio de um questionário, especialistas do setor em relação aos impactos ambientais em cinco quesitos: poluição do ar, poluição da água, poluição sonora, temperatura local e fertilidade do solo. Os processos de manufatura e descarte dos sistemas de geração e armazenamento não foram considerados nessa análise. Para cada quesito de impacto ambiental, as questões disponibilizadas deveriam ser respondidas com apenas uma das cinco respostas disponíveis: alto impacto (1), moderado impacto (2), baixo impacto (3), sem impacto (4) ou impacto positivo (5).

Impactos da Tecnologia sobre Geração de Empregos

Para o cálculo do indicador de expectativa de geração de empregos diretos e indiretos, foram utilizadas informações de duas fontes distintas. A primeira por meio de um questionário, na qual foi respondida por especialistas do setor elétrico. Essa questão deveria ser respondida com apenas uma das três alternativas seguintes: baixa geração de empregos diretos e indiretos (1), média geração de empregos diretos e indiretos (2) ou alta geração de empregos diretos e indiretos (3). A segunda fonte considerada foi a base Lattes, na qual foi contabilizada a quantidade de profissionais que exercem atividade relativa a cada macrotemática.

Impactos da Tecnologia sobre Remuneração

Quanto ao cálculo do indicador de expectativa da qualidade do emprego quanto à remuneração, também foram utilizadas informações de duas fontes distintas. A primeira por meio de um questionário,

na qual foi respondida por especialistas do setor elétrico. Essa questão deveria ser respondida com apenas uma das três alternativas seguintes: Expectativa de geração de empregos de baixa remuneração (1), expectativa de geração de empregos de média remuneração (2) ou expectativa de geração de empregos de alta remuneração (3). A segunda fonte considerada foi a base RAIS, na qual contabilizou-se a remuneração de cada profissional relacionado na base Lattes.

Impactos da Tecnologia sobre Qualificação de Empregos

Para o cálculo do indicador de expectativa da qualificação dos empregos gerados, foram utilizadas as mesmas fontes que as do indicador de expectativa de geração de empregos: o questionário e a base Lattes. No questionário, os especialistas deveriam selecionar até três níveis de titulação esperados para os empregos gerados: ensino médio, técnico, graduação, especialização, mestrado e doutorado. As respostas subsidiariam o cálculo do seguinte forma: (1) expectativa de geração de empregos que demandem ensino médio e/ou curso técnico; (2) expectativa de geração de empregos que demandem graduação e/ou especialização; (3) expectativa de geração de empregos que demandem mestrado e/ou doutorado. Quanto à base Lattes, contabilizou-se o indicador levando em conta a proporção dos profissionais com cada titulação indicada acima.

Distribuição Geográfica de Recursos Humanos

O indicador de distribuição geográfica visa analisar a disponibilidade de recursos humanos para diferentes regiões geográficas do país. Para tanto, foram utilizados os dados de Recursos Humanos descritos na publicação referente à etapa Diagnóstico. Definir uma métrica para essa questão não é trivial, tendo em vista que a diferença na quantidade de profissionais em diferentes regiões pode ser reflexo de questões que não dizem respeito ao mercado de trabalho. Analisando-se os dados, constatou-se que poucas UF's concentram uma grande quantidade de profissionais.

Projetos do programa de PD&I regulado pela Aneel

Para o cálculo do indicador, foram analisados a quantidade de projetos realizados no âmbito do programa de PD&I Aneel cujos valores são apresentados na publicação referente à etapa Diagnóstico



do projeto. A análise é feita com base em quão maior ou menor a quantidade de projetos referentes à macrotemática é em relação à média do grupo temático.

Produção Científica Formal

Para o cálculo do indicador de produção científica formal, foram analisados os dados acerca de artigos apresentados na publicação referente à etapa Diagnóstico do projeto. O indicador leva em conta a quantidade de artigos produzidos no país. A análise é feita com base em quão maior ou menor a quantidade de artigos referentes à macrotemática é em relação à média do grupo temático.

Produção Tecnológica

Para o cálculo do indicador de produção tecnológica, foram analisados os dados acerca de patentes apresentados na publicação referente à etapa Diagnóstico do projeto. O indicador leva em conta a quantidade de patentes depositadas no Brasil. A análise é feita com base em quão maior ou menor a quantidade de patentes referentes à macrotemática é em relação à média do grupo temático.

Produção Complementar

Para o cálculo do indicador de produção complementar, foram analisados os dados acerca de produção complementar utilizados na publicação referente à etapa Diagnóstico do projeto. O indicador leva em conta a quantidade de trabalhos publicados em eventos no país. A análise é feita com base em quão maior ou menor a quantidade de trabalhos referentes à macrotemática é em relação à média do grupo temático.

Competência de Recursos Humanos

Para o cálculo do indicador de competência de recursos humanos, foram analisados os dados acerca de recursos humanos apresentados na publicação referente à etapa Diagnóstico do projeto. O indicador leva em conta a titulação máxima dos profissionais.

Disponibilidade de Infraestrutura de CT&I (laboratórios)

Para o cálculo do indicador de disponibilidade de infraestrutura de CT&I, foram analisados os dados acerca de laboratórios da base DGP apresentados na publicação referente à etapa Diagnóstico do projeto. O indicador leva em conta a quantidade de laboratórios disponíveis no país. A análise é feita com base em quão maior ou menor a quantidade de laboratórios referentes à macrotemática é em relação à média do grupo temático.

Mecanismos de Fomento

Para o cálculo do indicador, foram analisados os dados acerca de fomento apresentados na publicação referente à etapa Diagnóstico do projeto. O indicador leva em conta o valor total dos projetos financiados. A análise é feita com base em quão maior ou menor o valor investido em projetos referentes à macrotemática é em relação à média do grupo temático.

Redes Colaborativas de Recursos Humanos

Para o cálculo do indicador de redes colaborativas, foram analisados os dados acerca de recursos humanos apresentados na publicação referente à etapa Diagnóstico do projeto. O indicador leva em conta o grau médio de coautoria entre os profissionais do setor. Grau médio é um valor adimensional resultante da razão entre a quantidade de arestas e a quantidade de nós (indivíduos) daquela rede. Essa razão ainda é multiplicada pelo valor dois, devido ao fato de que cada aresta ser composta por dois nós. A análise é feita com base em quão maior ou menor o grau médio da rede colaborativa da macrotemática é em relação à média do grupo temático.

Mercado

Para o cálculo dos indicadores de mercado, foram consultados, por meio de um questionário, especialistas do setor em relação à percepção da demanda atual pelas tecnologias associadas às macrotemáticas e também a expectativa sobre a demanda futura pelas tecnologias, tanto no Brasil



quanto no mundo. As questões deveriam ser respondidas com apenas uma das seguintes respostas: (1) Inexistente; (2) Baixa Demanda ou (3) Alta Demanda.

Planejamento Estratégico

Os indicadores de planejamento estratégico levam em considerações a prioridade para cada macrotemática tendo como horizontes as políticas de médio prazo (2026) e longo prazo (2050).

Essas prioridades foram estabelecidas por meio de um debate e consenso dos representantes da governança do setor elétrico, os quais compõem também o comitê estratégico do projeto, que atribuíram os seguintes valores para cada macrotemática tanto para políticas de médio prazo quanto longo prazo: (1) baixa prioridade, (2) média prioridade ou (3) alta prioridade.

2.4.7. Apresentação dos resultados

A classificação das macrotemáticas referentes à sua prioridade para o PD&I no setor elétrico brasileiro dada pelo resultado do modelo multicritério apresentado será dada em três grupos:

- **Nível 1 de prioridade:** representa aproximadamente 37% das macrotemáticas do projeto. Reúne as primeiras macrotemáticas listadas na ordem de priorização resultante do modelo multicritério apresentado.
- **Nível 2 de prioridade:** desrespeito a outros aproximadamente 37% das macrotemáticas do projeto. Estão reunidas neste nível as macrotemáticas listadas na sequência do nível 1 da ordem de prioridade resultante da aplicação do modelo multicritério apresentado.
- **Nível 3 de prioridade:** contempla as demais macrotemáticas do projeto. Neste grupo estão as macrotemáticas listadas na sequência do nível 2 da ordem de prioridade resultante da aplicação do modelo multicritério apresentado.



Capítulo 3



Capítulo 3

Conceito das Macrotemáticas

3.1. Macrotemáticas do grupo temático de Geração de Energia Elétrica e Armazenamento de Energia

Contempla as fontes energéticas e as formas de geração de energia elétrica, além dos meios de armazenamento de energia no contexto da pesquisa, desenvolvimento e inovação. Inclui sistemas de geração e armazenamento dedicados à geração em regiões remotas, além das tecnologias de planejamento, implantação, operação e manutenção de usinas.

As macrotemáticas relativas ao grupo temático geração de energia elétrica e armazenamento de energia estão conceituadas a seguir:

Energia eólica

A macrotemática aborda as possibilidades de PD&I sobre o processo de conversão da energia cinética dos ventos em energia elétrica. Contempla as tecnologias de previsão e planejamento da operação, implantação, manutenção e descomissionamento de parques eólicos, monitoramento e operação, além das tecnologias de equipamentos e sistemas do parque gerador. As respectivas temáticas são caracterizadas de acordo com o porte (grande ou pequeno), eixo e localização (*onshore* e *offshore*) dos aerogeradores.

Energia solar fotovoltaica

A macrotemática aborda as possibilidades de PD&I sobre o processo de conversão da energia irradiada pelo sol em energia elétrica, por meio do efeito fotoelétrico. É composta por estudos sobre componentes dos sistemas fotovoltaicos (módulos de silício cristalino, de filmes finos, de tecnologias emergentes e BoS - sistema de monitoramento e operação), recurso solar e aplicação dos sistemas fotovoltaicos na GD, na central fotovoltaica e em sistemas isolados.

Energia solar heliotérmica

A macrotemática aborda as possibilidades de PD&I sobre o processo de conversão da energia irradiada pelo sol em energia elétrica, por meio da concentração solar (Concentrating Solar Power - CSP) na geração de vapor. Compõem-na estudos sobre os sistemas CSP (sistema heliotérmico de linha focal, ponto focal e tecnologias auxiliares à geração heliotérmica - armazenamento de energia, GD, química solar e hibridização) e sobre o mapeamento do recurso solar.

Energia dos oceanos

A macrotemática aborda as possibilidades de PD&I sobre o processo de conversão dos diferentes recursos oceânicos em energia elétrica. Considera como recursos oceânicos a energia das ondas, a amplitude das marés, as correntes e as marés oceânicas, os gradientes de temperatura e de salinidade.

– Obs.: São enfatizados os processos de conversão da energia das ondas e das marés.

Termoeletricidade renovável e não renovável

A macrotemática aborda as possibilidades de PD&I sobre os sistemas de conversão aplicados na geração termoelétrica (motores alternativos, ciclos a turbinas e sistemas de cogeração), tecnologias de operação e manutenção (O&M) e geração de ativos, além das possibilidades de PD&I sobre a produção, melhoramentos e potenciais energéticos de combustíveis (biomassa, resíduos sólidos urbanos e combustíveis fósseis).



- Obs.: Ressalte-se que, embora os sistemas de conversão heliotérmico e a geração nuclear utilizem máquinas térmicas em seus processos de produção de energia, essas tecnologias serão abordadas especificamente em outras macrotemáticas.

Hidrogênio e célula a combustível

A macrotemática aborda as possibilidades de PD&I sobre a geração de eletricidade a partir do hidrogênio via célula a combustível. O uso da célula a combustível por meio do uso de outros insumos energéticos também foi considerado, porém com menor enfoque. Também são apresentadas as tecnologias de produção e armazenamento do hidrogênio.

- Obs.: O uso do hidrogênio como insumo para a geração térmica não foi considerado em nenhuma macrotemática, por ser uma opção inviável e de difícil possibilidade de aplicação na geração de energia elétrica.

Geração hidroelétrica

A macrotemática aborda as possibilidades de PD&I sobre a conversão da energia hidráulica em energia elétrica. Contempla as diferentes modalidades de usinas hidráulicas considerando o tipo do reservatório e a capacidade de produção de energia. São igualmente identificadas as diferentes tecnologias do conjunto turbina/gerador e as tecnologias de planejamento, operação e manutenção dos sistemas de conversão de energia.

Energia nuclear

A macrotemática aborda as possibilidades de PD&I sobre o processo de conversão da energia térmica, gerada a partir da fissão do urânio, em energia elétrica. Contempla os diferentes tipos tecnológicos dos reatores nucleares, combustíveis, materiais avançados e de alta pureza, segurança, operação, manutenção e descomissionamento de usinas nucleares. A geração de energia elétrica via fusão nuclear é mencionada como uma linha de desenvolvimento, apesar de toda a sua complexidade.

Armazenamento de energia

A macrotemática aborda as possibilidades de PD&I sobre tecnologias de armazenamento de energia, com destaque aos tipos eletroquímicos (baterias), mecânicos, elétricos, químicos e térmicos. Também são consideradas na macrotemática as possibilidades de PD&I sobre as tecnologias de O&M dos sistemas de armazenamento, mais especificamente sobre os sistemas de gerenciamento de armazenamento de energia via baterias (BMS).

Soluções apropriadas para a geração de energia elétrica em regiões remotas

A macrotemática aborda as possibilidades de PD&I sobre tecnologias utilizadas na geração de energia elétrica em regiões remotas. As tecnologias consideradas neste estudo são soluções para a geração em sistemas isolados (tecnologias para a geração concentrada e para a geração descentralizada) e em sistemas conectados ao Sistema Interligado Nacional (SIN) (tecnologias para a geração de ponta de rede e GD rural). A PD&I é abordada em cada um dos sistemas a partir das potencialidades energéticas das regiões remotas, as tecnologias que compõem os sistemas de geração e as tecnologias de gestão de ativos.

3.2. Macrotemáticas do grupo temático de Transmissão de Energia Elétrica

Contempla diversas linhas de pesquisa com foco no aprimoramento de processos já existentes e no desenvolvimento de novas tecnologias para o setor de transmissão de energia elétrica nas seguintes vertentes: sistemas de transmissão em corrente alternada e contínua, cabos isolados e supercondutores, subestações e equipamentos de alta tensão, Redes Elétricas Inteligentes aplicadas à transmissão, proteção, automação e controle. No tocante às diferentes etapas de implantação: planejamento, projeto, construção, operação, manutenção e comercialização.

As macrotemáticas relativas ao grupo temático Transmissão são conceituadas a seguir:



Sistemas de Transmissão em Corrente Alternada

A macrotemática aborda as possibilidades de PD&I aplicada ao planejamento para a escolha da melhor alternativa para a expansão do sistema dentre as modalidades de Transmissão em Corrente Alternada até 800 kV, Transmissão em Ultra-alta Tensão (UAT), Transmissão Multifásica, Transmissão em Meia Onda e Transmissão em Circuitos Múltiplos. Há, também, caminhos para PD&I para que as ferramentas computacionais, os modelos, os conceitos e os critérios sejam aperfeiçoados para a realização dos estudos de planejamento da expansão e operação do sistema, com a inserção de novas tecnologias.

Sistemas de Transmissão em Corrente Contínua

A macrotemática aborda as possibilidades de PD&I aplicada à transmissão por elos de corrente ou tensão contínua. Contempla também os sistemas multiterminais e as soluções inovadoras para a tecnologia de equipamentos de alta tensão aplicados à transmissão em corrente contínua (CC), tais como transformadores, disjuntores CC e filtros de harmônicos.

Sistemas de Transmissão por Cabos Isolados

A macrotemática aborda as possibilidades de PD&I aplicada ao planejamento (inclui projeto), implantação (construção civil, instalação/logística), manutenção, operação, modernização e descomissionamento da transmissão por cabos isolados e acessórios.

Sistemas Flexíveis de Transmissão em Corrente Alternada (Facts)

A macrotemática aborda as possibilidades de PD&I aplicada aos Facts. Abrange não somente diversos tipos de compensadores de potência, compensadores com armazenamento de energia, interação de equipamentos Facts, entre outros, mas também o planejamento (inclui projeto), manutenção, operação, modernização e descomissionamento associados à macrotemática.

Supercondutores

A macrotemática aborda as possibilidades de PD&I relativa ao desenvolvimento dos materiais supercondutores de alta temperatura e à sua aplicação em equipamentos essenciais para a transmissão de energia elétrica, tais como dispositivos limitadores da corrente de curto-circuito, dentre outros equipamentos.

A macrotemática aborda as possibilidades de PD&I de novos produtos e materiais para componentes físicos das linhas aéreas de transmissão. Abrange também técnicas e tecnologias para o planejamento (inclui projeto LTs), implantação (construção civil, instalação/logística), manutenção (monitoramento), operação, modernização (aprimoramentos) e descomissionamento de estruturas, condutores e isoladores de linhas aéreas de transmissão.

Estruturas, Condutores e Isoladores.

A macrotemática aborda as possibilidades de PD&I de novos produtos e materiais para componentes físicos das linhas aéreas de transmissão. Abrange também técnicas e tecnologias para o planejamento (inclui projeto LTs), implantação (construção civil, instalação/logística), manutenção (monitoramento), operação, modernização (aprimoramentos) e descomissionamento de estruturas, condutores e isoladores de linhas aéreas de transmissão.

Equipamentos de Alta Tensão e Subestações

A macrotemática aborda as possibilidades de PD&I aplicada aos equipamentos de alta tensão e às subestações (SEs), que são parte de um sistema de potência que compreende as extremidades de linha de transmissão. Abrange novas tecnologias envolvendo os transformadores, reatores, capacitores, dispositivos de manobra, entre outros, assim como o planejamento (inclui projeto), implantação (construção civil, instalação/logística), manutenção (monitoramento), operação, modernização e descomissionamento associados à macrotemática. Aspectos relativos a materiais, automação, aterramento, desempenho são igualmente abordados.



Operação e Manutenção dos Sistemas de Transmissão

A macrotemática aborda as possibilidades de PD&I referente a aspectos relevantes da operação em tempo real e à manutenção dos sistemas de transmissão. Considera as estratégias de operação, centros de operação, dispositivos de monitoramento, tipos de manutenção, recapacitação das linhas de transmissão, entre outros assuntos.

Proteção, Automação e Controle do Sistema de Transmissão

A macrotemática abrange as possibilidades de PD&I aplicada à proteção, automação e controle do sistema de transmissão. Considera os sistemas de proteção utilizados para detectar as condições anormais de operação, isolar defeito e promover a recuperação do sistema de forma rápida, confiável, seletiva e segura. Também aborda aspectos relativos à implementação de sistemas de proteção e às metodologias utilizadas na avaliação de distúrbios em sistemas de transmissão, teste de equipamentos, aplicação em campo de dispositivos de proteção, entre outros.

Redes Elétricas Inteligentes no Sistema Interligado Nacional (SIN)

A macrotemática aborda as possibilidades de PD&I relativa a Redes Elétricas Inteligentes na transmissão, no tocante ao monitoramento, ao controle e à proteção de área ampla e, ainda, às novas estratégias e metodologias de suporte a tomada de decisões. Também aborda o desempenho da rede com a integração de Redes Elétricas Inteligentes de transmissão com a geração e a distribuição.

3.3. Macrotemáticas do Grupo Temático Distribuição de Energia Elétrica

O Grupo Distribuição de Energia Elétrica contempla a evolução e o desenvolvimento de tecnologias, ferramentas e métodos associados à renovação do sistema de distribuição. Abordam-se, portanto, os aspectos relacionados aos ativos elétricos responsáveis pela movimentação de blocos de potência inferiores a 230 kV, bem como os aspectos comerciais de conexão, cadastramento, fornecimento, medição e faturamento de energia.

O grupo considera, entre outras questões, os efeitos da penetração de geração distribuída, da mobilidade elétrica e do crescente nível de automação e tráfego de dados na rede. Esses fatores contribuem para a formação das chamadas redes elétricas inteligentes (REI) e alteram a concepção e o modelo do serviço de distribuição, bem como o papel do antigo “consumidor”, que passa a atuar como prossumidor.²²

Destaca-se, ainda, que, se, por um lado, as REI, o maior poder de atuação do cliente e as tecnologias disruptivas (como geração distribuída e mobilidade elétrica) exigirão uma reforma do setor e da remuneração dos serviços de distribuição; por outro, propiciarão uma nova gama de modelos de negócios e serviços a serem oferecidos pelas concessionárias, atuando como *drivers* do setor.

Dessa maneira, para analisar e preparar o setor para tais mudanças, são abordados temas relativos a redes de distribuição áreas e subterrâneas, geração distribuída e microrredes, mobilidade elétrica, compartilhamento de serviços, tecnologia da informação e comunicação, segurança cibernética, automação da rede, medição avançada, infraestrutura de proteção, automação e controle, operação e manutenção, qualidade da energia e subestações e equipamentos. Por fim, ressalta-se que as linhas de PD&I identificadas para esses temas contemplam também as etapas de planejamento, implantação e descarte. São abordadas as macrotemáticas:

Medição avançada

A macrotemática medição avançada aborda as possibilidades de PD&I relativas à infraestrutura avançada de medição da distribuição (em inglês *advanced metering infrastructure - AMI*), composta, basicamente, por medidores inteligentes interligados por uma infraestrutura de tecnologia da informação e comunicação. São consideradas as ferramentas de eficiência energética, de eficiência comercial e de eficiência operativa providas por essa tecnologia, as quais contribuem, por exemplo, para a redução de perdas elétricas e dos custos de leituras, melhor identificação de faltas, melhor planejamento energético e redução do pico de carga (por meio da tarifação diferenciada). É abordada a aplicação dessa tecnologia, considerando aspectos regulatórios e técnicos.

22 Entende-se por prossumidor aquele que é consumidor e produtor de energia elétrica ao mesmo tempo, ou seja, o prossumidor, além de receber energia da rede, gera energia distribuída, fornecendo o excedente à rede. Com isso, o cenário usual de fluxo elétrico unidirecional é substituído por fluxos bidirecionais, exigindo a adequação da rede elétrica.



Automação da rede

A macrotemática automação da rede aborda as possibilidades de PD&I relativas ao conjunto de funcionalidades técnicas, metodologias, algoritmos e equipamentos a serem desenvolvidos com objetivo de automatizar a operação das redes de distribuição e aumentar sua capacidade de supervisão e monitoração. Tal desenvolvimento visa mitigar o impacto de distúrbios que afetam a qualidade da energia elétrica, promovendo melhora dos níveis de confiabilidade, disponibilidade e flexibilidade e redução dos custos operacionais. São enfatizadas as metodologias para as funcionalidades inteligentes das REI.

Compartilhamento de serviços no contexto das cidades inteligentes

A macrotemática compartilhamento de serviços no contexto das cidades inteligentes aborda as possibilidades de PD&I relativas às tecnologias integradoras para o compartilhamento dos diversos sistemas de infraestrutura de medição e serviço na formação do ecossistema das cidades inteligentes com garantia de interoperabilidade, autenticidade e integridade da informação de medição. O objetivo é inserir um conjunto de aplicações que impliquem alto grau de compartilhamento de informações e acesso a serviços em ambiente conectado.

Segurança cibernética

A macrotemática segurança cibernética aborda as possibilidades de PD&I relativas a implementação de tecnologias, regulamentação e avaliação da segurança cibernética para o setor elétrico, considerando aspectos de segurança, confiança e privacidade. Destaca-se que, com o advento das soluções e aplicações de REI, é crescente a utilização de dispositivos inteligentes dotados de *firmwares* (como medidores inteligentes, dispositivos de Internet das Coisas - IoT, entre outros), de forma que aumentam as vulnerabilidades e ameaças. A segurança cibernética, caracterizada como o conjunto de ações que visam minimizar vulnerabilidades e ameaças nos sistemas de tecnologia da informação, torna-se, portanto, preocupação preponderante para o setor.

Tecnologia da informação e comunicação (TIC)

A macrotemática tecnologia da informação e comunicação (TIC) aborda as possibilidades de PD&I relativas às tecnologias da informação e comunicação que modernizarão a infraestrutura da rede elétrica de forma a permitir a implantação das funcionalidades inteligentes das REI e o processamento da grande quantidade de dados obtidos em tempo real. São apresentadas temáticas relacionadas ao desenvolvimento de arquitetura de telecomunicação, *field area network* (FAN) e tratamento de megadados (*Big Data*).

Operação e manutenção

A macrotemática operação e manutenção aborda as possibilidades de PD&I relacionadas à operação e manutenção dos sistemas de distribuição, considerando, entre outros, o uso da inteligência artificial na operação, sistemas de operação com interoperabilidade entre geração distribuída, microrredes e sistemas de armazenamento, ferramentas para controle e supervisão, planejamento, inspeção, diagnóstico e monitoramento de ativos e projetos de otimização da manutenção.

Subestações e equipamentos

A macrotemática subestações e equipamentos aborda as possibilidades de PD&I, envolvendo desenvolvimento, instalação e manutenção dos diferentes tipos de subestações e equipamentos de distribuição de forma a viabilizar sua instalação de forma ágil, próxima ao centro de carga, com alto índice de confiabilidade e flexibilidade, possibilitando a gestão dos ativos e dos indicadores técnicos e com reduzido custo do ciclo de vida. Aspectos relativos a materiais, automação, monitoramento, aterramento e desempenho são abordados.

Infraestrutura de proteção, automação e controle da distribuição

A macrotemática infraestrutura de proteção, automação e controle aborda as possibilidades de PD&I dos sistemas de proteção e controle utilizados para detectar as condições anormais de operação, isolar defeitos e promover a recuperação do sistema de forma rápida, confiável, seletiva e segura. São apresentadas as adaptações dos sistemas de proteção, considerando a bidirecionalidade permanente ou sazonal dos



fluxos de correntes de carga e de curto-circuito decorrente dos sistemas distribuídos de geração, bem como as tecnologias utilizadas na implementação de sistemas de proteção para avaliação de distúrbios na rede, teste de equipamentos, aplicação em campo de dispositivos de proteção, entre outros.

Mobilidade elétrica

A macrotemática mobilidade elétrica aborda as possibilidades de PD&I associadas ao planejamento e à preparação do setor de distribuição de energia elétrica brasileiro para a entrada de soluções de mobilidade elétrica, com o veículo elétrico atuando como carga ou fonte geradora num contexto de geração distribuída. São apresentadas temáticas sobre a inserção dessa tecnologia, considerando questões tecnológicas, regulatórias, normativas, mercadológicas e de infraestrutura, bem como incentivos necessários para o fomento da tecnologia.

Geração distribuída e microrredes

A macrotemática geração distribuída e microrredes aborda as possibilidades de PD&I relativas a tecnologias, requisitos técnicos, impactos, regulamentação e procedimentos de operação e controle associados à inserção de sistemas de geração distribuída, microrredes e armazenamento nas redes de distribuição. São enfatizadas as ferramentas de análise de rede e modelagem e as técnicas de controle e operação desses sistemas de modo a melhor representar os benefícios para a rede, considerando sua adoção em larga escala.

Redes de distribuição aéreas e subterrâneas

A macrotemática redes de distribuição aéreas e subterrâneas aborda as possibilidades de PD&I referentes ao conjunto de estruturas, condutores e equipamentos elétricos utilizados para as redes de distribuição aéreas ou subterrâneas. Nesse contexto, são trabalhadas as áreas de planejamento do sistema, de engenharia da distribuição, de padrões de redes, padrões de projetos, de tecnologia e informação, de gestão e de controle da qualidade, visando à melhoria dos níveis de segurança, qualidade do produto e do serviço e redução contínua dos custos praticados nas diversas fases da cadeia produtiva de uma distribuidora.

Qualidade da energia elétrica

A macrotemática qualidade da energia elétrica aborda as possibilidades de PD&I sobre análises, parâmetros e indicadores que qualificam o relacionamento técnico e comercial das concessionárias com seus clientes, bem como suas estratégias de melhoria e técnicas de mitigação dos fenômenos que comprometem a qualidade da energia. São apresentados temas relacionados à qualidade do produto, qualidade do serviço e qualidade comercial.

3.4. Macrotemáticas do Grupo Temático Eficiência Energética

O Grupo Temático Eficiência Energética contempla linhas de pesquisa com o foco no aumento da eficiência energética por meio do aprimoramento de processos já existentes e com desenvolvimento de novas tecnologias, objetivando melhor performance pelo lado do consumo. São abordadas tecnologias que buscam a melhoria de desempenho e integração das formas de consumo de energia elétrica no contexto de edificações, sistemas de iluminação, saneamento e indústria.

As macrotemáticas relativas ao Grupo Eficiência Energética são conceituadas a seguir.

Sistemas de iluminação eficientes

A macrotemática diz respeito às possibilidades de PD&I aplicadas à eficiência energética no setor de iluminação. São apresentados os seguintes pontos prioritários para P&D: tecnologias de iluminação semicondutora, fabricação de semicondutores, sensores e integração de sistemas inteligentes, sistemas de controle, gestão e monitoramento para iluminação.

Edificações eficientes

A macrotemática diz respeito às possibilidades de PD&I aplicadas à eficiência energética de edificações. São apresentados os seguintes pontos prioritários para P&D: arquitetura bioclimática, projetos eficientes integrados, integração do usuário, tecnologias ativas, ambiente urbano, caracterização, certificação de edificações eficientes, materiais, componentes e sistemas construtivos avançados.



Indústria

A macrotemática diz respeito às possibilidades de PD&I aplicadas à eficiência energética no setor da indústria. As tecnologias concentram-se nos meios e dispositivos de integração de sistemas consumidores de energia e de sistemas promotores de eficiência energética. Também são considerados os sistemas de operação e manutenção, além de dispositivos como motores, caldeiras, sistemas de recuperação de calor, dentre outros, que se destacam como pontos de P&D.

Saneamento

A macrotemática diz respeito às possibilidades de PD&I aplicadas à eficiência energética no saneamento. São apresentados os seguintes pontos prioritários para P&D: eficiência pelo lado da demanda, tecnologias para geração de energia elétrica, otimização de sistemas de água e de esgoto e aproveitamento de águas pluviais.

3.5. Macrotemáticas do Grupo Temático Assuntos Sistêmicos

O Grupo Temático Assuntos Sistêmicos contempla questões relacionadas à gestão do SEB. Nesse grupo, são abordados desafios tecnológicos relacionados a ramos da economia (modelos de eficiência econômica), aspectos institucionais (políticas e regulação), impactos técnico-econômicos e socioambientais, sua expansão e operação (planejamento do sistema e da demanda), confiabilidade operacional, impactos das tecnologias, além de tópicos transversais como planejamento de CT&I, tecnologias para capacitação, normalização, regulamentação e avaliação de conformidade e informações e estrutura de dados do SEB. Esta nota técnica buscará apresentar a estratégia de CT&I para atender os objetivos traçados pelas etapas anteriores desse projeto definidos por especialistas do setor.

As macrotemáticas relativas ao Grupo Temático Assuntos Sistêmicos são conceituadas a seguir.

Planejamento de CT&I

A macrotemática aborda as possibilidades de PD&I aplicadas aos estudos de identificação, priorização e planejamento de linhas de PD&I e ações de CT&I. Considera modelos para estudos prospectivos do sistema setorial de inovação, modelos para estudos de prospecção tecnológica, modelos para seleção e priorização de linhas de PD&I e tecnologias e metodologias de monitoramento e avaliação de resultados e impactos de PD&I, sendo abordados os modelos baseados em programação matemática, modelos multicritério, modelos de decisão em grupo e negociação e modelos de decisão sob incerteza, além de modelos na fronteira do conhecimento.

Modelos econômicos e de mercado

A macrotemática aborda as possibilidades de PD&I aplicados aos modelos de comportamento, inovação/aprendizagem tecnológica, evolução do sistema, transição de desenho de mercado, definição de produtos, formação de preços e remuneração (tarifas), desenho de subsídios, arquitetura, interação entre os agentes (negócios), interações intersetoriais e coevolução. Essa macrotemática aborda igualmente riscos regulatórios, modelos de leilões, impactos econômicos das políticas energética e industrial, avaliação de ativos, impacto de novas tecnologias na formação de preço da energia.

Demanda por energia elétrica

A macrotemática aborda as possibilidades de PD&I sobre o comportamento do consumidor em relação ao consumo de energia elétrica (determinantes e previsão da demanda), os programas de gerenciamento pelo lado da demanda, incluindo técnicas de resposta à demanda e à geração distribuída, o empoderamento dos consumidores e as metodologias e os modelos para estimar a demanda.

Modelos de planejamento da operação

A macrotemática aborda as possibilidades de PD&I aplicadas a métodos, conceitos e critérios, ferramentas computacionais e critérios econômicos, elétricos, energéticos e ambientais, relativos aos modelos de pré-despacho (dia seguinte), de planejamento de curto prazo (semana seguinte) e de



planejamento de médio prazo (mês seguinte). Esses modelos são necessários para a formulação de alternativas e recomendação das fontes de geração e linhas de transmissão, técnica e economicamente mais adequados para a operação do Sistema Interligado Nacional (SIN).

Modelos de planejamento da expansão

A macrotemática aborda as possibilidades de PD&I aplicadas a métodos, conceitos e critérios, ferramentas computacionais e critérios econômicos, elétricos, energéticos e ambientais, relativos aos modelos de curto e médio prazo (5 a 15 anos) e de longo prazo (acima de 20 anos). Esses modelos são necessários para a formulação de alternativas e recomendação das fontes de geração e linhas de transmissão, técnica e economicamente mais adequados para a expansão do SIN.

Modelos institucionais

A macrotemática aborda as possibilidades de PD&I aplicadas aos modelos que regem a participação dos diferentes agentes (planejador, regulador, operador) que atuam no mercado de energia elétrica nos segmentos de geração, transmissão, distribuição e comercialização e da governança dos órgãos governamentais que estabelecem políticas, resoluções e procedimentos, de tal maneira que o setor se desenvolva de forma integrada, levando em conta aspectos de coordenação, concorrência, confiabilidade e competitividade. É relevante notar que essa macrotemática é ampla e transversal, com a apresentação das características principais da governança do setor de energia elétrica.

Regulação

A macrotemática aborda as possibilidades de PD&I aplicadas a formação e análise de marcos regulatórios voltados para o ordenamento das atividades de geração, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica no Brasil, relativos a coordenação e confiabilidade e concorrência e competitividade no transporte e armazenagem, mercado atacadista, mercado varejista e nas inovações tecnológicas. São apresentados os aspectos relevantes da governança da regulação em termos da concessão, regulamentação, fiscalização, operação e mediação, o ordenamento de leis, atos, resoluções, decretos e procedimentos e sugestões de melhorias voltadas para as áreas de PD&I.

Sistemas de informação e estatística

A macrotemática aborda as possibilidades de PD&I aplicadas a estruturação e gestão de bases de dados do setor elétrico, com foco na segurança cibernética (segurança e arquitetura de sistemas), na análise de dados utilizando técnicas de *Big Data*, ferramentas de *business intelligence* (metodologias e ferramentas computacionais para coleta de dados), infraestrutura de processamento e comunicação, metodologias e padrões de desenvolvimento e gestão de TIC e estatística aplicada.

Análise dos impactos das tecnologias

A macrotemática aborda as possibilidades de PD&I aplicadas aos modelos de avaliação dos impactos das tecnologias aplicadas ao setor de energia elétrica, considerando os impactos das fontes de geração de energia elétrica sobre as tecnologias (hidroeletricidade, uso do petróleo, gás e derivados, energia nuclear, energia solar, energia eólica, energia da biomassa), os impactos do uso e do armazenamento de energia e as tecnologias (geração distribuída, uso das baterias, REI, padrões de consumo de energia e cogeração), considerando as dimensões econômicas, sociais e ambientais.

Modelos de avaliação de políticas públicas

A macrotemática aborda as possibilidades de PD&I aplicadas a modelos para a formação de políticas públicas de CT&I e ambiental, voltadas para os setores da energia, indústria e economia, observando aspectos socioambientais e políticas internacionais, entre outras, que favoreçam o desenvolvimento do SEB.

Normalização, regulamentação e avaliação de conformidade

A macrotemática aborda as possibilidades de PD&I aplicadas aos processos de elaboração e adequação às normas, de certificação e garantia de conformidade, qualidade e segurança da cadeia produtiva do setor de energia elétrica, relativos a metrologia, normalização e regulamentação técnica, avaliação de conformidade, coordenação institucional e apoio a atividade regulatória, no que tange a governança e vigilância de mercado, objetivando reduzir perdas e melhorar a gestão de todo o processo produtivo.



Tecnologia para capacitação de recursos humanos

A macrotemática aborda as possibilidades de PD&I aplicadas à identificação do perfil do profissional para trabalhar no setor de energia elétrica e metodologias e tecnologias aplicadas à capacitação de recursos humanos, objetivando melhorar a qualificação dos profissionais que trabalham no SEB.



Capítulo 4



Capítulo 4

Priorização das Macrotemáticas

Este projeto utiliza um modelo de decisão de multicritério para apoiar os agentes decisórios no processo de seleção das macrotemáticas relacionadas ao setor, de forma a garantir maior eficiência nas determinações em relação a qual tecnologia deve ser fomentada. O uso de um modelo de decisão multicritério é recomendado quando há a necessidade de se determinar uma ordem de preferência entre alternativas quando estas são avaliadas através de diversos critérios. No caso do projeto, analisar as tecnologias através dos indicadores construídos dentro de cada objetivo: Socioambiental, Produção de CT&I, Estrutura de CT&I, Mercado e Estratégico.

O presente capítulo visa apresentar o resultado da priorização das tecnologias associadas às macrotemáticas de cada grupo temático. Para o cálculo da priorização, foram criados indicadores com base nas análises das tecnologias das macrotemáticas dentro de cada dimensão proposta. Com isso, a Tabela 8 abaixo apresenta os critérios utilizados e ordenados conforme preferência estabelecida.

Tabela 8 - Critérios do modelo de decisão multicritério

Ordem	Critério	Valores
1º	Política de Médio Prazo (2026)	(1) Baixa prioridade; (2) Média prioridade; (3) Alta prioridade
2º	Política de Longo Prazo (2050)	(1) Baixa prioridade; (2) Média prioridade; (3) Alta prioridade
3º	Percepção sobre a Demanda Atual no Mercado Nacional	(1) Inexistente; (2) Baixa Demanda; (3) Alta Demanda
4º	Expectativa de Demanda Futura no Mercado Nacional	(1) Inexistente; (2) Baixa Demanda; (3) Alta Demanda
5º	Expectativa de Demanda Futura no Mercado Global	(1) Inexistente; (2) Baixa Demanda; (3) Alta Demanda
6º	Percepção sobre a Demanda Atual no Mercado Global	(1) Inexistente; (2) Baixa Demanda; (3) Alta Demanda
7º	Competência de Recursos Humanos	(1) Não temos competência; (2) Temos competência mediana; (3) Temos competência alta
8º	Disponibilidade de Infraestrutura de CT&I	(1) Quantidade baixa de laboratórios disponíveis; (2) Quantidade mediana de laboratórios disponíveis; (3) Quantidade alta de laboratórios disponíveis
9º	Projetos Programa P&D Aneel	(1) Quantidade baixa de projetos; (2) Quantidade mediana de projetos; (3) Quantidade alta de projetos
10º	Impactos da Tecnologia sobre Geração de Empregos	(1) Expectativa de baixa geração de empregos diretos e indiretos; (2) Expectativa de média geração de empregos diretos e indiretos; (3) Expectativa de alta geração de empregos diretos e indiretos
11º	Impactos da Tecnologia sobre Remuneração	(1) Expectativa de geração de empregos de baixa remuneração; (2) Expectativa de geração de empregos de média remuneração; (3) Expectativa de geração de empregos de alta remuneração
12º	Impacto Ambiental	(1) Alto Impacto; (2) Impacto Moderado; (3) Baixo Impacto; (4) Sem Impacto; (5) Impacto Positivo
13º	Produção Científica Formal	(1) Quantidade baixa de artigos produzidos no país; (2) Quantidade mediana de artigos produzidos no país; (3) Quantidade alta de artigos produzidos no país
14º	Mecanismos de Fomento	(1) Investimento baixo; (2) Investimento mediano; (3) Investimento alto
15º	Produção Tecnológica	(1) Não foram identificadas patentes depositadas no país; (2) Quantidade baixa de patentes depositadas no país; (3) Quantidade mediana-baixa de patentes depositadas no país; (4) Quantidade mediana-alta de patentes depositadas no país; (5) Quantidade alta de patentes depositadas no país



Ordem	Critério	Valores
16º	Produção Complementar	(1) Quantidade baixa de trabalhos publicados em eventos; (2) Quantidade mediana de trabalhos publicados em eventos; (3) Quantidade alta de trabalhos publicados em eventos
17º	Redes Colaborativas de Recursos Humanos	(1) Grau médio de coautoria baixo; (2) Grau médio de coautoria mediano; (3) Grau médio de coautoria alto
18º	Impactos da Tecnologia sobre Qualificação de Empregos	(1) Expectativa de geração de empregos que demandem ensino médio e/ou curso técnico; (2) Expectativa de geração de empregos que demandem graduação e/ou especialização; (3) Expectativa de geração de empregos que demandem mestrado e/ou doutorado
19º	Distribuição Geográfica de Recursos Humanos	(1) Concentrado em uma UF; (2) Concentrado em duas UF's; (3) Concentrado em três UF's; (4) Concentrado em quatro UF's; (5) Concentrado em cinco ou mais UF's

Fonte: Elaboração Própria

A definição destes critérios assim como sua ordem de preferência foram feitos em conjunto com o comitê estratégico e consultivo do projeto²³.

Nota-se que o ordenamento resulta em um modelo que privilegia os critérios das dimensões Estratégico e Mercado e que, portanto, terão pesos maiores que o restante dos critérios. Dessa forma, o resultado da priorização das macrotemáticas será bem viesado para as alternativas que atenderem bem aos critérios das dimensões citadas acima.

Para a priorização das macrotemáticas dentro de cada grupo temático, foram calculados os indicadores descritos na Tabela 8. Os resultados das priorizações serão apresentadas a seguir.

23 Formados por representantes das instituições que compõem a governança do setor de energia elétrica: MME, MCTIC, MDIC, EPE, ONS, CCEE, Aneel, academia.

4.1. Grupo Temático: Geração de Energia Elétrica e Armazenamento de Energia

A seguir, é apresentado o resultado da priorização das macrotemáticas do grupo temático Geração de Energia Elétrica e Armazenamento de Energia resultante do cálculo do modelo multicritério.

Tabela 9 - Priorização das macrotemáticas do GT Geração de Energia Elétrica e Armazenamento de Energia

Prioridade	Macrotemática
1º Nível	Termoeletricidade Renovável e Não Renovável
	Energia Eólica
	Armazenamento de Energia
	Energia Solar Fotovoltaica
2º Nível	Geração Hidroelétrica
	Soluções Apropriadas de Geração de Eletricidade em Regiões Remotas
	Hidrogênio e Célula a Combustível
	Energia Nuclear
3º Nível	Energia Solar Heliotérmica
	Energia dos Oceanos

Fonte: Elaboração Própria

As macrotemáticas de maior prioridade são as que tiveram associadas alta prioridade nos critérios da dimensão Estratégico e também alta demanda nos critérios da dimensão de Mercado. Os critérios determinantes para a ordem de prioridade entre macrotemáticas de maior prioridade (Nível 1) são os de infraestrutura de CT&I, quantidade de projetos relativos ao Programa de P&D Aneel e a expectativa de geração de empregos. A macrotemática “Termoeletricidade Renovável e Não Renovável” atende muito bem a esses critérios, enquanto que “Energia Eólica” e “Armazenamento de Energia” não. Principalmente no caso da última, há uma baixa quantidade de laboratórios disponíveis para a atividade de P&D. Além disso, há uma expectativa de baixa geração de empregos relacionados ao seu desenvolvimento.

Quanto às macrotemáticas “Energia Solar Fotovoltaica” e “Geração Hidroelétrica” há em geral valores altos associados aos critérios avaliados. No entanto, a percepção de baixa demanda atual no país fez com a “Energia Solar Fotovoltaica” quase não figurasse o primeiro nível de prioridade. Por outro lado



essa macrotemática apresentou uma estrutura de CT&I abundante de forma a atender a necessidade de se aprimorar as tecnologias associadas a essa fonte de energia. No caso de “Geração Hidroelétrica”, foi dada pelo comitê decisório uma média prioridade na política de médio prazo resultado da redução do percentual na expansão da capacidade de instalada no setor elétrico nos planejamentos de médio e longo prazo. A diversificação da matriz gera uma necessidade de se priorizar os esforços de P&D no Grupo em novas fontes de energia ainda não consolidadas nacionalmente.

4.2. Grupo Temático: Transmissão de Energia Elétrica

A seguir, é apresentado o resultado da priorização das macrotemáticas do grupo temático Transmissão de Energia Elétrica resultante do cálculo do modelo multicritério.

Tabela 10 - Priorização das macrotemáticas do GT Transmissão de Energia Elétrica

Prioridade	Macrotemática
1º Nível	Operação e Manutenção dos Sistemas de Transmissão
	Proteção, Automação e Controle do Sistema de Transmissão
	Sistemas Flexíveis de Transmissão em Corrente Alternada (FACTS)
	Redes Elétricas Inteligentes no Sistema Interligado Nacional
2º Nível	Sistemas de Transmissão em Corrente Contínua (CC)
	Equipamentos de Alta Tensão e Subestações
	Sistemas de Transmissão em Corrente Alternada (CA)
	Estruturas, Condutores e Isoladores
3º Nível	Supercondutores
	Sistemas de Transmissão por Cabos Isolados

Fonte: Elaboração Própria

Os fatores determinantes para a priorização do grupo classificado como 1º nível bem como “Sistemas de Transmissão em Corrente Contínua” que figura no grupo de 2º nível receberam altos valores associados aos critérios das dimensões Estratégico e Mercado.

As macrotemáticas “Operação e Manutenção dos Sistemas de Transmissão” e “Proteção, Automação e Controle do Sistema de Transmissão” apresentam uma boa infraestrutura de CT&I, com a disponibilidade de vários laboratórios para desenvolvimento de pesquisa. No entanto, esta não apresentou um grande número de projetos de P&D Aneel, sinalizando uma menor prioridade dos agentes quanto ao desenvolvimento de pesquisa e de novas tecnologias. No caso das macrotemáticas “FACTS”, “Redes Elétricas Inteligentes no SIN” e “Sistemas de Transmissão em Corrente Contínua”, não foi detectada uma infraestrutura de CT&I inteiramente adequada para a atividade de P&D Grupo Temático: Distribuição de Energia Elétrica

4.3. Grupo Temático: Distribuição de Energia Elétrica

A seguir, é apresentado o resultado da priorização das macrotemáticas do grupo temático Distribuição de Energia Elétrica resultante do cálculo do modelo multicritério.

Tabela 11 - Priorização das macrotemáticas do GT Distribuição de Energia Elétrica

Prioridade	Macrotemática
1º Nível	Automação da Rede
	Qualidade da Energia Elétrica
	Geração Distribuída e Microrredes
	Operação e Manutenção
2º Nível	Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC)
	Compartilhamento de Serviços no Contexto das Cidades Inteligentes
	Redes de Distribuição Aéreas e Subterrâneas
	Infraestrutura de Proteção, Automação e Controle da Distribuição
3º Nível	Subestações e Equipamentos
	Medição Avançada
	Mobilidade Elétrica
	Segurança Cibernética

Fonte: Elaboração Própria



As macrotemáticas “Automação de Rede” e “Qualidade da Energia Elétrica” ficaram no grupo de maior prioridade devido aos altos valores associados aos critérios das dimensões Estratégico e Mercado. Curiosamente, a macrotemática “Compartilhamento de Serviços no Contexto das Cidades Inteligentes” apresenta valores altos para os critérios das dimensões Estratégico e Mercado, porém não figura entre as macrotemáticas de maior prioridade. Por outro lado algumas macrotemáticas do grupo classificado com maior prioridade apresentam média prioridade para política de médio prazo ou apresentam baixa demanda atual no mercado nacional. Isso se deve ao fato de que a macrotemática não atende bem a praticamente todo o restante dos critérios. Ressalta-se a baixa disponibilidade de laboratórios para o desenvolvimento de pesquisa, o baixo número de projetos do programa P&D Aneel e a expectativa de baixa geração de empregos.

4.4. Grupo Temático: Eficiência Energética

A seguir, é apresentado o resultado da priorização das macrotemáticas do grupo temático Eficiência Energética resultante do cálculo do modelo multicritério.

Tabela 12 - Priorização das macrotemáticas do GT Eficiência Energética

Prioridade	Macrotemática
1º Nível	Indústria
	Edificações Eficientes
2º Nível	Sistemas de Iluminação Eficientes
	Saneamento

Fonte: Elaboração Própria

Como esperado, a macrotemática “Indústria” configura o grupo de maior prioridade, nessa foi associado valor máximo para dezesseis dos dezenove critérios analisados. Quanto à macrotemática “Edificações Eficientes”, existe uma indicação de baixa demanda atual no mercado nacional é compensada por valores indicando uma boa infraestrutura de CT&I, expectativa de geração de empregos de alta remuneração e impacto ambiental positivo. A macrotemática “Saneamento” apresenta valores baixos para boa parte dos critérios das dimensões Estrutura de CT&I e Produção de CT&I.

4.5. Grupo Temático: Assuntos Sistêmicos

A seguir, é apresentado o resultado da priorização das macrotemáticas do grupo temático Assuntos Sistêmicos resultante do cálculo do modelo multicritério.

Tabela 13 - Priorização das macrotemáticas do GT Assuntos Sistêmicos

Prioridade	Macrotemática
1º Nível	Sistemas de Informação e Estatística
	Modelos de Planejamento da Operação
	Tecnologia para Capacitação de Recursos Humanos
	Modelos de Planejamento da Expansão
2º Nível	Regulação
	Demanda por Energia Elétrica
	Planejamento de CT&I
	Análise dos Impactos das Tecnologias
3º Nível	Modelos Econômicos e de Mercado
	Modelos Institucionais
	Normalização, Regulamentação e Avaliação de Conformidade
	Modelos de Avaliação de Políticas Públicas

Fonte: Elaboração Própria

A macrotemática “Sistemas de Informação e Estatística” está no grupo de maior prioridade. O fator determinante é a alta prioridade associada às políticas de médio e longo prazo, critérios de maior peso na priorização e os quais nenhuma outra macrotemática teve valor máximo associado a ambos. Além disso, a macrotemática atende relativamente bem aos outros critérios analisados. Quanto à “Modelos de Planejamento da Operação”, nota-se também que a macrotemática atende relativamente bem os critérios. Destaca-se uma boa infraestrutura de CT&I disponível e um número alto de artigos científicos publicados sobre.



Capítulo 5



Capítulo 5

Agenda Estratégica de CT&I do Grupo Temático Geração de Energia Elétrica e Armazenamento de Energia

5.1. Energia Eólica

O objetivo geral da macrotemática é desenvolver turbinas eólicas com novos materiais, novos conceitos e rupturas tecnológicas, de micro a grande portes, com componentes nacionais, além do desenvolvimento de tecnologias dedicadas à previsibilidade da geração de energia elétrica a partir da fonte eólica.

A geração de eletricidade via energia eólica é uma realidade no setor elétrico brasileiro e a sua participação nesse setor tende a ficar ainda mais significativa. Considerando-se uma previsão conservadora, o Brasil atingiria em 2050 uma capacidade eólica instalada de 65 GW. Para tanto, os sistemas de geração via eólica precisam se modernizar e se adaptar às condições de operação dos ventos brasileiros nas categorias grande, médio e pequeno portes de aerogeradores. A geração eólica continuará a se desenvolver no campo *onshore*, de grande porte, e no campo *offshore* poderá ser aplicada ao uso ocasional ou em reservatórios de energia.

Para a consecução do objetivo geral estão previstos objetivos de curto, médio e longo prazos traduzidos nas seguintes metas regulatórias, tecnológicas e de inovação:

Tabela 14 - Metas regulatórias, tecnológicas e de inovação: Macrotemática Energia Eólica

Metas	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo Prazo
Regulatória	Aprimorar a normatização nacional para contemplar metrologias e técnicas de previsão de geração avançadas	Criar padrões técnicos para o desenvolvimento de componentes de aerogeradores e para a repotenciação e o descomissionamento dos parques eólicos	Criar padrões técnicos/normatizações para o desenvolvimento de aerogeradores com DNA <i>offshore</i>
Tecnológica	Criar projetos demonstrativos para: <ol style="list-style-type: none"> desenvolvimento de tecnologias de metrologia avançada desenvolvimento de técnicas de previsão para fins de operação e expansão 	Desenvolver projetos demonstrativos para: <ol style="list-style-type: none"> desenvolvimento nacional de componentes para turbinas de pequeno, médio e grande portes tecnologias de sistemas avançados de medição (O&M) tecnologias de repotenciação e descomissionamento de parque eólicos tecnologias avançadas para mitigar os efeitos da intermitência 	Desenvolver projetos demonstrativos para: <ol style="list-style-type: none"> novos componentes autorreparáveis turbinas com DNA <i>offshore</i> novos conceitos de turbinas (flutuantes etc.)
Inovação		Fazer inserção piloto de componentes (torres, pás, multiplicadores) e de processos construtivos para turbinas de grande porte	Fazer inserção piloto de componentes autorreparáveis e turbinas <i>offshore</i>

Fonte: Elaboração própria.

A estratégia de CT&I que permitirá esses avanços pode ser sintetizada da seguinte forma:

Construção das bases para o desenvolvimento e a inserção de tecnologias nacionais de Geração Eólica no mercado interno, buscando competitividade no mercado externo, através da criação de regulações específicas, do estabelecimento de redes de pesquisa, parcerias e grupos de trabalho, da elaboração de projetos demonstrativos, da geração de competências nacionais em termos de recursos humanos e de infraestrutura de CT&I e do desenvolvimento de componentes inovadores e de aerogeradores de grande porte, inclusive de projetos específicos para a instalação *offshore*.

Planejamento de ações levando-se em consideração as necessidades mais imediatas para que haja o desenvolvimento das tecnologias priorizadas, com o foco inicial em projetos *onshore* e reconhecimento de que as tecnologias de aerogeradores de grande e médio portes, no contexto internacional, já



atingiram um elevado grau de maturidade. Desta forma, as ações de curto prazo focam no fomento a um ambiente indutor das inovações planejadas e em projetos de previsão e caracterização do recurso eólico, influenciando no desenvolvimento de componentes e de aerogeradores. No médio prazo, são enfocadas as tecnologias de monitoramento e operação de parques eólicos (O&M), as quais precisam estar maduras para garantir o uso eficiente dos aerogeradores atuais e das novas turbinas eólicas. Outras ações de médio prazo são aquelas voltadas ao desenvolvimento de novas tecnologias de componentes para aerogeradores de pequeno a grande portes, repotenciação e descomissionamento de parques eólicos e integração com tecnologias de armazenamento de energia, com vistas a mitigar a intermitência. No longo prazo, buscam-se tecnologias mais avançadas em componentes e o desenvolvimento e a implantação de tecnologias de aerogeradores *offshore*. Cabe destacar que as ações para o estabelecimento de um ambiente inovador, iniciadas no curto prazo, se mantêm nos períodos subsequentes.

Tabela 15 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Energia Eólica (Curto Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado esperado	Instrumentos
1	Estabelecer redes colaborativas de estudos para a coordenação das pesquisas e desenvolvimento tecnológico em geração eólica	Redes e/ou grupos de trabalho capazes de coordenar a PD&I, otimizando esforços, buscando sinergias e maximizando os resultados das pesquisas	8. Redes de Inovação
2	Mobilizar grupo de trabalho para aprimorar a normatização nacional em metrologias e técnicas de previsão de geração eólica	Proposições de um ambiente normativo nacional específico para metrologias e técnicas de previsão avançadas	8. Redes de Inovação 9. Regulação/ normatização/ regulamentação
3	Executar estudos para o desenvolvimento de metrologia avançada e técnicas de previsão para fins de operação e expansão da geração de fonte eólica	Estudos, ferramentas e métodos para metrologia avançada do vento e para a sua previsão	5. Serviços técnicos e consultorias 2. Apoio direto à P&D interna 8. Redes de Inovação 15. Infraestrutura de CT&I
4	Gerar competências internas em recursos humanos e infraestrutura específicas de CTIs às rotas tecnológicas de geração eólica	Competência nacional para P&DI na pesquisa e implantação de soluções em geração eólica	15. Infraestrutura de CT&I 3. Políticas de formação e capacitação 3. Políticas de formação e capacitação
5	Estimular a produção científica e o compartilhamento do conhecimento relevantes às tecnologias de geração eólica	Reduzir a assimetria de informação e conhecimento, compartilhar e difundir práticas, experiências etc.	15. Infraestrutura de CT 8. Redes de Inovação 13. Difusão da informação e do conhecimento

Fonte: Elaboração própria. *Sugestão de atores para a governança ou coordenação da ação.



Tabela 15 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Energia Eólica (Curto Prazo) (continuação)

N.	Atividades de fomento/ indutoras	Sugestões de instr. de financiamento	Sugestões de atores envolvidos	Rotas aplicáveis
1	Apoio à estruturação de programas nacionais, plataformas de inovação, mobilização, consórcios, associações etc.	Programa P&D Aneel, FAPs, CNPq, Capes, Finep	Aneel,* ministérios, EPE, ICTs	1 a 10
2	Estudos sobre regulação, normatização e regulamentação	Finep, fundos internacionais, FAPs	ABNT, Inmetro, EPE, ONS, Aneel,* associações	1 e 8
3	Contratação de serviços técnicos e consultorias para estudos via recursos próprios e/ou apoios externos	Finep, FAPs, Aneel, MME, ONS, EPE		
	Apoio a projetos de PD&I	Programa P&D Aneel, Finep, FAPs, Capes, CNPq	Aneel, ministérios, ONS,* EPE,* ICTs, empresas, associações	1 e 8
	Pesquisas colaborativas / cooperadas	Programa P&D Aneel, Finep, FAPs, Capes, CNPq		
4	Investimentos em Laboratórios e equipamentos	Finep, FAPs, Programa P&D Aneel		
	Investimentos em Laboratórios e equipamentos	Finep, FAPs, Programa P&D Aneel, BNDES		
	Criação de cursos de graduação e pós acadêmicos	CNPq, Capes, FAPs	ICTs, MEC/Capes,* MCTI*/CNPq,* MDIC, Sistema S	1 A 10
5	Criação de cursos técnicos e profissionalizantes	MDIC, Capes, CNPq, Sistema S, Sebrae		
	Investimentos em bancos de dados, mapeamentos e sistemas de gerenciamento da informação e conhecimento	Finep, FAPs, Programa P&D Aneel, orçamentos próprios (Aneel, EPE, ONS)		
	Intercâmbios organizacionais, redes acadêmicas, consórcios, congressos, workshops	Finep, FAPs, Programa P&D Aneel, Capes, CNPq	ICTs, MEC/Capes,* MCTI*/CNPq,* MDIC	1 a 10
	Criação e fomento a periódicos para a difusão do conhecimento	Finep, FAPs, Programa P&D Aneel, Capes, CNPq		

Fonte: Elaboração própria. *Sugestão de atores para a governança ou coordenação da ação.

Tabela 16 - Agenda de ações de CT&I: Macrotécnica Energia Eólica (Médio Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado esperado	Categoria de instrumentos
6	Mobilizar grupo de trabalho para definição/ aprimoramento de padrões técnicos de componentes para turbinas e para repotenciação e descomissionamento de parques eólicos	Proposições de um ambiente normativo nacional específico para o desenvolvimento de componentes de aerogeradores e para repotenciação e descomissionamento dos parques eólicos	8. Redes de Inovação 9. Regulação/ normatização/ regulamentação
7	Criar projetos demonstrativos para o desenvolvimento de componentes, de metodologias de O&M, repotenciação, descomissionamento e tecnologias para mitigação da intermitência	Teste, experimentação e/ou desenvolvimento de novos produtos, sistemas e/ou metodologias	1. Incentivos fiscais para P&D 2. Apoio direto à P&D interna das firmas 7. Políticas para apoio à colaboração (U-E ou E-E) 15. Infraestrutura de CT&I
8	Criar demanda pré-comercial para novos componentes de tecnologia nacional e novas opções construtivas de aerogeradores	Avançar na maturidade das rotas tecnológicas	10. Compras públicas de tecnologia 11. Compras de tecnologias pré-comerciais 12. Prêmios de indução à inovação

Fonte: Elaboração própria. *Sugestão de atores para a governança ou coordenação da ação.



Tabela 16 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Energia Eólica (Médio Prazo) (continuação)

N.	Atividades de fomento/indutoras e/ou instrumentos	Organizações financiadoras	Sugestões de atores envolvidos	Rotas aplicáveis
6	Estudos sobre regulação, normatização e regulamentação	Finep, fundos internacionais, FAPs	ABNT, Inmetro, EPE, ONS, Aneel,* associações	3, 5, 6, 9 e 10
	Deduções fiscais e de impostos de importação	Lei do Bem e da Inovação		
7	Apoio a projetos de PD&I	Programa P&D Aneel, Finep, FAPs	Aneel, ministérios; ONS, EPE, ICTs, empresas,* associações	2, 3, 4, 5, 6, 7, 9 e 10
	Editais para projetos de inovação cooperados	Embrapii, Finep, FAPs	(Abimaq, Abinee), ABDI	
	Investimentos em laboratórios e equipamentos	Finep, FAPs, Programa P&D Aneel, BNDES		
	Compras de lotes pioneiros para a inserção inicial da tecnologia	P&D Aneel, Finep		
8	Contratação de desenvolvimento demonstrativo e piloto de soluções tecnológicas	P&D Aneel, Finep	MME,* ministérios, Aneel, EPE, ONS, BNDES, Sebrae, associações	6 e 10
	Premiação para empresas inovadoras	P&D Aneel, Finep, fundos internacionais, BNDES, FAPs, ministérios, CNI, CNPq		

Fonte: Elaboração própria. *Sugestão de atores para a governança ou coordenação da ação.

Tabela 17 - Agenda de ações de CT&I: Macrotécnica Energia Eólica (Longo Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado esperado	Categoria de instrumentos
9	Mobilizar grupo de trabalho para definição de padrões técnicos e normatizações para o desenvolvimento de aerogeradores com DNA offshore	Criar estudos e propor uma normatização e uma regulação para atender a meta regulatória, organizando o ambiente para a inovação	8. Redes de Inovação e 7. Políticas para apoio à colaboração (U-E ou E-E)
10	Criar projetos demonstrativos para componentes autorreparáveis, turbinas offshore e novos conceitos de turbinas	Teste, experimentação e/ou desenvolvimento de novos produtos, sistemas e/ou metodologias	1. Incentivos fiscais para P&D 2. Apoio direto à P&D interna das firmas 7. Políticas para apoio à colaboração (U-E ou E-E) 15. Infraestrutura de CT&I
11	Criar demanda pré-comercial para componentes autorreparáveis e instalações de turbinas offshore	Avançar na maturidade das rotas tecnológicas	10. Compras públicas de tecnologia 11. Compras de tecnologias pré-comerciais 12. Prêmios de indução à inovação

Fonte: Elaboração própria. *Sugestão de atores para a governança ou coordenação da ação.



Tabela 17 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Energia Eólica (Longo Prazo) (continuação)

N.	Atividades de fomento/ indutoras e/ou instrumentos	Organizações financiadoras	Sugestões de atores envolvidos	Rotas Aplicáveis
9	Estruturação de programas nacionais para mobilização e organização de atores direcionados aos temas de regulação	Editais de pesquisa conjunta entre organizações de ICT, empresas e órgãos reguladores	Ministérios, Aneel, Finep, associações, universidades, empresas, ABNT, Inmetro, parcerias nacionais ou internacionais	4, 6 e 10
	Deduções fiscais e de impostos de importação	Lei do Bem e da Inovação		
10	Apoio a projetos de PD&I	Programa P&D Aneel, Finep, FAPs, Capes, CNPq, Programa P&D ANP	Aneel, ministérios, ONS, EPE, ICTs, empresas,* associações (Abimaq, Abinee), ABDI	2, 3, 4, 5, 7 e 9
	Editais para projetos de inovação cooperados	Embrapii, Finep, FAPs		
	Investimentos em laboratórios e equipamentos	Finep, FAPs, Programa P&D Aneel, BNDES		
	Compra de lote pioneiro para a inserção inicial da tecnologia	P&D Aneel, Finep		
11	Contratação de desenvolvimento demonstrativo e piloto de soluções tecnológicas	P&D Aneel, Finep	MME,* ministérios, Aneel, EPE, ONS, BNDES, Sebrae, associações	2, 3, 4, 5, 7 e 9
	Premiação para empresas inovadoras	P&D Aneel, Finep, fundos internacionais, BNDES, FAPs, ministérios, CNI, CNPq		

Fonte: Elaboração própria. *Sugestão de atores para a governança ou coordenação da ação.

A tabela a seguir apresenta as rotas tecnológicas referenciadas na tabela anterior.

Tabela 18 - Ordem de prioridade dos investimentos em P&D nas rotas tecnológicas abordadas na macrotemática Energia Eólica

Prioridade	Rota Tecnológica	Temática
1	Grande e médio portes	Previsão e planejamento
2	Médio porte	Monitoramento e operação
3	Médio porte	Equipamentos e sistemas
4	Grande porte	Monitoramento e operação
5	Médio e pequenos portes	Implantação, manutenção e descomissionamento
6	Grande porte	Equipamentos e sistemas
7	Pequeno porte	Monitoramento e operação
8	Pequeno porte	Previsão e planejamento
9	Pequeno porte	Equipamentos e sistemas
10	Grande porte	Implantação, manutenção e descomissionamento

Fonte: Elaboração própria.

5.2. Energia Solar Fotovoltaica

O objetivo geral da macrotemática é o desenvolvimento nacional de componentes e equipamentos, em particular tecnologias relacionadas ao BoS, e o melhoramento dos processos produtivos e de controle de qualidade pré e pós-operacionais e em tecnologias relacionadas à integração com o sistema elétrico e à previsão do uso da fonte.

Três razões desincentivam o foco da CT&I nacional na produção de silício, apesar de o Brasil ter reservas de silício e histórico de pesquisas em rotas de purificação: o mercado mundial é comoditizado e oligopolizado e de baixa (e decrescente) margem; a produção de silício exige vultosos investimentos para a obtenção do silício de alta pureza; a existência de outras tecnologias promissoras de segunda geração (ex.: filmes finos de telureto de cádmio - CdTe) e terceira geração (ex.: células orgânicas, perovskitas etc.) Assim, entende-se que para o Brasil o mais efetivo seria o estímulo ao investimento em PD&I em componentes (exceto módulos) e serviços e voltado ao estabelecimento de um mercado



fotovoltaico no País, buscando o aumento de eficiência e de confiabilidade dos sistemas e a redução dos custos de fabricação e dos impactos ambientais.

Para a consecução do objetivo geral estão previstos objetivos de curto, médio e longo prazos traduzidos nas seguintes metas regulatórias, tecnológicas e de inovação:

**Tabela 19 - Metas regulatórias, tecnológicas e de inovação:
Macrotemática de Energia Solar Fotovoltaica**

Metas	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo Prazo
Regulatória	<p>Criar uma normatização nacional específica para a medição do recurso FV, para a integração dos sistemas fotovoltaicos no SIN e em GD, e criar padrões técnicos para a fabricação e a instalação de componentes (BoS)</p>	<p>Criar uma normatização nacional específica para a introdução de tecnologias do tipo BIPV no contexto da GD (painéis solares integrados à construção)</p>	<p>Criar normatização para a reciclagem e a logística reversa dos componentes e materiais dos sistemas fotovoltaicos</p>
Tecnológica	<p>Criar projetos demonstrativos para:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) tecnologias de integração da fonte FV com o sistema elétrico b) componentes (BoS), incluindo inversores c) geração FV com eletrônica orgânica 	<p>Desenvolver projetos demonstrativos de:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) técnicas avançadas de previsão do recurso para fins de operação e expansão b) manufatura avançada de sistemas FV c) gestão dos sistemas FV d) sistemas FV mais eficientes e) BIPV em GD f) tecnologias avançadas de integração da fonte FV g) soluções avançadas de armazenamento de energia associado a sistemas FV h) reciclagem de componentes dos sistemas FV 	
Inovação	<p>Fazer inserção piloto de sistemas BSM associados aos sistemas de geração FV e de geração FV com eletrônica orgânica</p> <p>Disponibilizar ferramental básico e mapear o potencial FV</p>	<p>Fazer inserção piloto de componentes (BoS) em GD e usinas FV, e de inversores FV adaptados às condições locais</p> <p>Disponibilizar ferramental para a integração da fonte FV e protocolos de operação dos sistemas FV</p>	<p>Fazer inserção piloto de novas soluções em sistemas FV, incluindo sistemas mais competitivos, com a utilização de novos materiais</p> <p>Escalar e difundir as soluções de componentes (BoS) e inversores em GD e usinas FV, e para a reciclagem/implantação de logística reversa</p>

Fonte: Elaboração própria.

A estratégia de CT&I que permitirá esses avanços pode ser sintetizada da seguinte forma:

Construção das bases para o desenvolvimento e a inserção de tecnologias de Geração Solar Fotovoltaica no mercado interno, por meio da criação de um ambiente regulatório nacional específico, do estabelecimento de redes de pesquisa e de grupos de trabalho, da elaboração de projetos demonstrativos e da geração de competências nacionais em termos de recursos humanos e infraestrutura de CT&I.

Planejamento de ações considerando-se as rotas tecnológicas selecionadas, isto é: Recurso Solar, fundamental para a introdução e o desenvolvimento da fonte Solar FV, Componentes BoS e Sistemas Fotovoltaicos, nichos em que o País tem condições de se destacar. A curto prazo, as ações são principalmente no sentido da geração de competências, difusão do conhecimento e construção do ambiente de inovação, as quais se manterão ao longo de toda a agenda de CT&I. No médio prazo, são adicionadas novas ações voltadas essencialmente à realização de projetos demonstrativos para o desenvolvimento de diversas tecnologias associadas às rotas selecionadas. A mais longo prazo, o foco tecnológico passa a ser a reciclagem dos componentes dos sistemas FV e a difusão e geração de escala para as soluções desenvolvidas nas etapas anteriores, contribuindo para a estruturação e a consolidação de uma cadeia produtiva nacional.



Tabela 20 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Energia Solar Fotovoltaica (Curto Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado esperado	Categoria de instrumentos
1	Estabelecer redes colaborativas de estudos para a coordenação das pesquisas e do desenvolvimento tecnológico de tecnologias em BoS, recurso solar, Sistemas FV e tecnologias orgânicas	Redes e/ou grupos de trabalho capazes de coordenar o PD&I, otimizando esforços, buscando sinergias e maximizando os resultados das pesquisas	8. Redes de Inovação
2	Mobilizar grupo de trabalho para a definição de padrões técnicos, normatizações e regulamentações para componentes FV (BoS), instalação dos sistemas FV, medições do recurso FV e integração dos sistemas FV	Proposições de um ambiente regulatório e normativo nacional específico para a medição do recurso FV e para o desenvolvimento, instalação e integração dos sistemas FV, ajudando na difusão tecnológica, inserção no mercado e orientação de rotas tecnológicas	8. Redes de Inovação 9. Regulação/ normatização/ regulamentação
3	Desenvolver ferramentas, executar estudos e medições para a previsão e o mapeamento do recurso FV	Estudos, mapas e ferramentas para apoiar o desenvolvimento das tecnologias FV e a implantação dos sistemas FV	5. Serviços técnicos e consultorias 2. Apoio direto à P&D interna 8. Redes de Inovação 15. Infraestrutura de CT&I
4	Criar projetos demonstrativos para tecnologias de integração dos sistemas FV, desenvolvimento de componentes e para geração FV com eletrônica orgânica	Teste, experimentação e desenvolvimento de componentes, sistemas e novas tecnologias FV	1. Incentivos fiscais para P&D 2. Apoio direto à P&D interna das firmas 7. Políticas para apoio à colaboração (U-E ou E-E) 15. Infraestrutura de CT&I
5	Gerar competências internas em recursos humanos e infraestrutura específicas de CT&I em Geração Solar FV	Competência nacional para P&DI nas temáticas priorizadas, com ênfase em componentes (BoS), recurso FV e sistemas FV	15. Infraestrutura de CT&I 3. Políticas de formação e capacitação 3. Políticas de formação e capacitação
6	Estimular a produção científica e o compartilhamento do conhecimento, principalmente nas temáticas de BoS, recurso solar, GD, centrais FV, FV com eletrônica orgânica e sistemas isolados	Reduzir a assimetria de informação e conhecimento, compartilhar e difundir práticas e experiências no tema da geração Solar FV	15. Infraestrutura de CT&I 8. Redes de Inovação 13. Difusão da informação e do conhecimento
7	Criar demanda pré-comercial para a implantação de BMS e geração FV com eletrônica orgânica	Estimular a criação de mercado para estas tecnologias e, assim, incentivar a demanda para investimentos em inovação	10. Compras públicas de tecnologia 11. Compras de tecnologias pré-comerciais 12. Prêmios de indução à inovação

Fonte: Elaboração própria.



Tabela 20 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Energia Solar Fotovoltaica (Curto Prazo) (continuação)

N.	Atividades de fomento/ indutoras e/ou instrumentos	Organizações financiadoras	Sugestões de atores envolvidos	Rotas aplicáveis
1	Apoio à estruturação de programas nacionais, plataformas de inovação, mobilização, consórcios, associações etc.	Programa P&D Aneel, FAPs, CNPq, Capes, Finep	Aneel, ministérios, EPE, ICTs	1, 2, 3, 4, 5 e 7
2	Estudos sobre regulação, normatização e regulamentação (especificando conforme meta regulatória)	Finep, fundos internacionais, FAPs	ABNT, Inmetro, EPE, ONS, Aneel, associações	1 a 5
3	Contratação de serviços técnicos e consultorias para estudos por meio de recursos próprios e/ou de apoios externos	Finep, FAPs, Aneel, MME, ONS, EPE	Aneel, ministérios; ONS, EPE, ICTs, empresas, associações	2
4	Apoio a projetos de PD&I	Programa P&D Aneel, Finep, FAPs, Capes, CNPq	Aneel, ministérios; ONS, EPE, ICTs, empresas, associações	1, 3, 4, 5 e 7
	Pesquisas colaborativas/ cooperadas	Programa P&D Aneel, Finep, FAPs, Capes, CNPq		
	Investimentos em laboratórios e equipamentos	Finep, FAPs, Programa P&D Aneel		
	Deduções fiscais e de impostos de importação	Lei do Bem e da Inovação		
5	Apoio a projetos de PD&I	Programa P&D Aneel, Finep, FAPs		
	Editais para projetos de inovação cooperados	Embrapii, Finep, FAPs		
	Investimentos em laboratórios e equipamentos	Finep, FAPs, Programa P&D Aneel, BNDES		
6	Investimentos em laboratórios e equipamentos	Finep, FAPs, Programa P&D Aneel, BNDES	ICTs, MEC/Capes, MCTI/CNPq, MDIC, Sistema S	1 a 5
	Criação de cursos de graduação e pós acadêmicos	CNPq, Capes, FAPs		
	Criação de cursos técnicos e profissionalizantes	MDIC, Capes, CNPq, Sistema S, Sebrae		
7	Investimentos em bancos de dados, mapeamentos e sistemas de gerenciamento da informação e conhecimento	Finep, FAPs, Programa P&D Aneel, orçamentos próprios (Aneel, EPE, ONS)	ICTs, MEC/Capes, MCTI/CNPq, MDIC	1, 2, 3, 4, 5 e 7
	Intercâmbios organizacionais, redes acadêmicas, consórcios, congressos, workshops	Finep, FAPs, Programa P&D Aneel, Capes, CNPq		
	Criação e fomento a periódicos para a difusão do conhecimento	Finep, FAPs, Programa P&D Aneel, Capes, CNPq		
	Compra de lote pioneiro para a inserção inicial da tecnologia	P&D Aneel, Finep		
	Contratação de desenvolvimento demonstrativo e piloto de soluções tecnológicas	P&D Aneel, Finep	Ministérios, Aneel, EPE, ONS, BNDES, Sebrae, associações	1, 3, 4, 5 e 7
	Premiação para empresas inovadoras	P&D Aneel, Finep, fundos internacionais, BNDES, FAPs, ministérios, CNI, CNPq		

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 21 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Energia Solar Fotovoltaica (Médio Prazo)

N.	Ações	Resultado esperado	Categoria de instrumentos
8	Mobilizar grupo de trabalho para normatização nacional para a introdução de tecnologias do tipo BIPV no contexto da GD (painéis solares integrados à construção)	Proposições de um ambiente normativo nacional específico para a inserção de tecnologias do tipo BIPV	8. Redes de Inovação 9. Regulação/ normatização/ regulamentação
9	Criar diversos projetos demonstrativos com foco em medição/previsão do recursos FV, componentes e sistemas FV e reciclagem de componentes dos sistemas FV (conforme objetivos MP)	Teste, experimentação e desenvolvimento de ferramentas de predição, componentes, sistemas e novas tecnologias FV	1. Incentivos fiscais para P&D 2. Apoio direto à P&D interna das firmas 7. Políticas para apoio à colaboração (U-E ou E-E) 15. Infraestrutura de CT&I
10	Criar demanda pré-comercial para BoS, inversores adaptados e integração e operação de sistemas FV	Estimular a criação de mercado para estas tecnologias e, assim, incentivar a demanda para investimentos em inovação	10. Compras públicas de tecnologia 11. Compras de tecnologias pré-comerciais 12. Prêmios de indução à inovação

Fonte: Elaboração própria.



Tabela 21 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Energia Solar Fotovoltaica (Médio Prazo)

N.	Atividades de fomento/ indutoras e/ou instrumentos	Organizações financiadoras	Sugestões de atores envolvidos	Rotas aplicáveis
8	Estudos sobre regulação, normatização e regulamentação (especificando conforme meta regulatória)	Finep, fundos internacionais, FAPs	ABNT, Inmetro, EPE, ONS, Aneel, associações	1 e 3
9	Deduções fiscais e de impostos de importação	Lei do Bem e da Inovação	Aneel, ministérios (MMA), ONS, EPE, ICTs, empresas, associações	1 a 5
	Apoio a projetos de PD&I	Programa P&D Aneel, Finep, FAPs		
	Editais para projetos de inovação cooperados	Embrapii, Finep, FAPs		
	Investimentos em laboratórios e equipamentos	Finep, FAPs, Programa P&D Aneel, BNDES		
10	Compras de lote pioneiro para inserção inicial da tecnologia	P&D Aneel, Finep	Ministérios, Aneel, EPE, ONS, BNDES, Sebrae, associações	1 a 5
	Contratação de desenvolvimento demonstrativo e piloto de soluções tecnológicas	P&D Aneel, Finep		
	Premiação para empresas inovadoras	P&D Aneel, Finep, fundos internacionais, BNDES, FAPs, ministérios, CNI, CNPq		

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 22 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Energia Solar Fotovoltaica (Longo Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado esperado	Categoria de instrumentos
11	Mobilizar grupo de trabalho para normatizações e regulamentações para reciclagem e logística reversa de componentes FV	Proposições de um ambiente regulatório e normativo nacional específico para a reciclagem e a logística reversa dos componentes e dos materiais dos sistemas fotovoltaicos	8. Redes de Inovação 9. Regulação/ normatização/ regulamentação
12	Criar demanda pré-comercial para sistemas mais competitivos com utilização de novos materiais	Estimular a criação de mercado para estas tecnologias e, assim, incentivar a demanda para investimentos em inovação	10. Compras públicas de tecnologia 11. Compras de tecnologias pré-comerciais 12. Prêmios de indução à inovação
13	Gerar demanda para a implantação de soluções de componentes (BoS) e inversores em GD e usinas FV e para a reciclagem/ implantação de logística reversa	Criação de mercado para a difusão das tecnologias desenvolvidas e, assim, incentivar a demanda para investimentos em inovação	9. Regulação/ normatização/ regulamentação** 14. Financiamento público para inovação

Fonte: Elaboração própria.



Tabela 22 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Energia Solar Fotovoltaica (Longo Prazo) (continuação)

N.	Atividades de fomento/indutoras e/ou instrumentos	Organizações financiadoras	Sugestões de atores envolvidos	Rotas aplicáveis
11	Estudos sobre regulação, normatização e regulamentação (especificando conforme meta regulatória)	Finep, fundos internacionais, FAPs	ABNT, Inmetro, EPE, MMA, ONS, Aneel, associações	1, 3, 4 e 5
12	Compras de lote pioneiro para inserção inicial da tecnologia	P&D Aneel, Finep		1, 3, 4 e 5
	Contratação de desenvolvimento demonstrativo e piloto de soluções tecnológicas	P&D Aneel, Finep	Ministérios, Aneel, EPE, ONS, BNDES, Sebrae, associações	
	Premiação para empresas inovadoras	P&D Aneel, Finep, fundos internacionais, BNDES, FAPs, ministérios, CNI, CNPq		
13	Atos regulatórios, leilões para fontes específicas, definição de critérios e parâmetros para a modernização tecnológica	MME, Aneel, EPE, ONS	MDIC, MME, MCTI, Aneel, associações, BNDES, ABDI	1, 3, 4 e 5
	Financiar a modernização tecnológica no SEB	BNDES, Finep		

Fonte: Elaboração própria.

A tabela a seguir apresenta as rotas tecnológicas referenciadas na tabela anterior.

Tabela 23 - Ordem de prioridade dos investimentos em P&D nas rotas tecnológicas abordadas na macrotemática Energia Solar Fotovoltaica

Prioridade	Rota Tecnológica	Temática
1	Balance-of-System (BoS)	Componentes
2	Recurso solar	Recurso solar
3	Geração distribuída	Sistemas
4	Centrais fotovoltaicas	Sistemas
5	Isolados	Sistemas
6	Módulos de silício cristalino	Componentes
7	Módulos de tecnologias emergentes	Componentes
8	Módulos de filmes finos	Componentes

Fonte: Elaboração própria.

5.3. Energia Solar Heliotérmica

O objetivo geral da macrotemática é desenvolver tecnologia nacional de sistemas de geração heliotérmica por meio de plantas operacionais com vistas a alcançar a competitividade dessa fonte no setor elétrico e fomentar a indústria nacional.

As tecnologias de *Concentrated Solar Power (CSP)* não estão posicionadas como de grande crescimento no cenário energético mundial em função dos altos custos e de problemas operacionais ainda não superados. Porém a disponibilidade do recurso solar no Brasil, a baixa maturidade dessa tecnologia em solo nacional e a possibilidade da integração dessa fonte em sistemas do tipo GD e em plantas térmicas existentes, além da instalação em regiões remotas, fazem dessa macrotemática um nicho para o desenvolvimento nacional de tecnologias. Em termos de componentes, o foco das pesquisas deve ser nos elementos que podem contribuir para o aumento da eficiência dos CSPs: trocadores de calor, motores, turbinas, geradores etc. (ciclo térmico) e nos espelhos e trocadores de calor receptores (ciclo ótico). Há oportunidade para a nacionalização de componentes dos sistemas CSP já desenvolvidos, uma vez que seus componentes são relativamente fáceis de fabricar e operar, o que contribuiria para a redução de custos e viabilidade de instalação.



Para a consecução do objetivo geral estão previstos objetivos de curto, médio e longo prazos traduzidos nas seguintes metas regulatórias, tecnológicas e de inovação:

Tabela 24 - Metas regulatórias, tecnológicas e de inovação:
Macrotemática Energia Solar Heliotérmica

Metas	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo Prazo
Regulatória	Criar uma normatização nacional específica para a implantação de plantas piloto de CSP de diferentes tecnologias	Criar uma normatização nacional específica para a inserção de plantas de CSP de forma híbrida (integrada com outras fontes) e associada à produção local de energia elétrica (em GD)	
Tecnológica	Criar projetos demonstrativos para: <ul style="list-style-type: none"> a) plantas piloto de tecnologias CSP b) tratamento de dados meteorológicos para heliotérmica c) softwares e hardwares de simulação e controle dos CSPs 	Desenvolver projetos demonstrativos de: <ul style="list-style-type: none"> a) espelhos eficientes b) trocadores de calor, receptores pontuais, lineares, evaporadores e condensadores c) tecnologias de co e trigerção de energia d) soluções integradas de armazenamento térmico de energia e) aplicações em química solar 	Desenvolver projeto demonstrativo de: <ul style="list-style-type: none"> a) sistemas híbridos b) integração da geração heliotérmica em GD
Inovação	Fazer inserção piloto de plantas de CSP	Fazer inserção piloto de trocadores de calor, receptores pontuais, lineares, evaporadores e condensadores	Fazer inserção piloto de sistemas híbridos

Fonte: Elaboração própria.

* Metas referentes à medição do recurso solar em geral já estão relacionadas na temática de Geração Solar FV.

A estratégia de CT&I que permitirá esses avanços pode ser sintetizada da seguinte forma:

Construção das bases para o desenvolvimento e a inserção de tecnologias de Geração Solar Heliotérmica no mercado interno por meio da criação de regulações específicas, do estabelecimento de redes de pesquisa e de grupos de trabalho, da elaboração de projetos demonstrativos, da geração de competências nacionais em termos de recursos humanos e de infraestrutura de CT&I e da implantação de plantas piloto de tecnologias de CSP.

Planejamento de ações considerando as rotas tecnológicas selecionadas, isto é: Recurso Solar (já tratado na temática Geração Solar Fotovoltaica) e Componentes CSP, prioritariamente com foco nos itens que podem contribuir para aumentar a eficiência: trocadores de calor, motores, turbinas,

geradores (ciclo térmico) e espelhos e trocadores de calor receptores (ciclo ótico), incluindo ainda sistemas de controle e de aplicações dos sistemas CSP em GD, química solar, armazenamento e hibridização. Ações de curto, médio e longo prazos são no sentido de gerar competências, difundir conhecimento e construir um ambiente de inovação. Também no curto, médio e longo prazos estão previstos projetos demonstrativos e inserções piloto de plantas e componentes para os CSPs.

Tabela 25 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Energia Solar Heliotérmica (Curto Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado esperado	Categoria de instrumentos
1	Estabelecer redes colaborativas de estudos para a coordenação das pesquisas e o desenvolvimento de tecnologias em recurso solar e Sistemas CSP	Redes e/ou grupos de trabalho capazes de coordenar o PD&I, otimizando esforços, buscando sinergias e maximizando os resultados das pesquisas	8. Redes de Inovação
2	Mobilizar grupo de trabalho para desenvolver normatizações, regulações e regulamentações para a inserção de plantas piloto de CSP	Proposições de um ambiente regulatório nacional específico para a inserção de plantas piloto de CSP	8. Redes de Inovação 9. Regulação/ normatização/ regulamentação
3	Criar e acompanhar projetos demonstrativos para o desenvolvimento de plantas piloto de CSP e para a sua simulação e controle, e em tratamento de dados meteorológicos	Teste, experimentação e desenvolvimento de plantas de CSP, softwares e hardwares para simulação e controle, e tratamento de dados meteorológicos	1. Incentivos fiscais para P&D 2. Apoio direto à P&D interna das firmas 7. Políticas para apoio à colaboração (U-E ou E-E) 15. Infraestrutura de CT&I
4	Gerar competências internas em recursos humanos e infraestrutura específicas de CT&Is às rotas tecnológicas de CT&I Solar CSP	Criar competências para a pesquisa de soluções em Solar CSP	15. Infraestrutura de CT&I 3. Políticas de formação e capacitação 7. Políticas para apoio à colaboração (U-E ou E-E)
5	Estimular a produção científica e o compartilhamento do conhecimento relevantes às tecnologias de geração Solar CSP	Reduzir a assimetria de informação e conhecimento, compartilhar e difundir práticas, experiências etc.	15. Infraestrutura de CT 8. Redes de Inovação 13. Difusão da informação e do conhecimento
6	Criar demanda pré-comercial para a instalação de uma ou mais plantas piloto de geração Solar CSP	Promover a instalação de plantas pilotos para testar e estudar as tecnologias localmente e avaliar a sua viabilidade/potencial	10. Compras públicas de tecnologia 11. Compras de tecnologias pré-comerciais 12. Prêmios de indução à inovação

Fonte: Elaboração própria. *Sugestão de atores para a governança ou coordenação da ação.



Tabela 25 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Energia Solar Heliotérmica (Curto Prazo) (continuação)

N.	Atividades de fomento/ indutoras e/ou instrumentos	Organizações financiadoras	Sugestões de atores envolvidos	Rotas aplicáveis
1	Apoio à estruturação de programas nacionais, plataformas de inovação, mobilização, consórcios, associações etc.	Programa P&D Aneel, FAPs, CNPq, Capes, Finep	Aneel,* ministérios (MME), EPE, ICTs	1 a 4
2	Estudos sobre regulação, normatização e regulamentação	Finep, fundos internacionais, FAPs	ABNT, Inmetro, EPE, ONS, Aneel,* associações	2 a 4
3	Deduções fiscais e de impostos de importação	Lei do Bem e da Inovação		
	Apoio a projetos de PD&I	Programa P&D Aneel, Finep, FAPs	Aneel,* ministérios, ONS, EPE, ICTs, empresas,* associações	1 a 4
	Editais para projetos de inovação cooperados	Embrapii, Finep, FAPs		
4	Investimentos em laboratórios e equipamentos	Finep, FAPs, Programa P&D Aneel, BNDES		
	Investimentos em laboratórios e equipamentos	Bolsas de ensino e pesquisa (CNPq, Capes, FAPs), P&D Aneel, editais conjuntos (Embrapii, Finep, FAPs etc.)	Universidades, IFs, MEC	1 a 4
	Criação de cursos de graduação e pós específicos			
5	Editais conjuntos para projetos de inovação			
	Investimentos em bancos de dados, mapeamentos e sistemas de gerenciamento da informação e do conhecimento	Finep, FAPs, Programa P&D Aneel, orçamentos próprios (Aneel, EPE, ONS)		
	Intercâmbios organizacionais, redes acadêmicas, consórcios, congressos, workshops	Finep, FAPs, Programa P&D Aneel, Capes, CNPq	ICTs, MEC/Capes,* MCTI/CNPq,* MDIC	1 a 4
6	Criação e fomento a periódicos para a difusão do conhecimento	Finep, FAPs, Programa P&D Aneel, Capes, CNPq		
	Compra de lote pioneiro para a inserção inicial da tecnologia	P&D Aneel, Finep		
	Contratação de desenvolvimento demonstrativo e piloto de soluções tecnológicas	P&D Aneel, Finep	Ministérios, Aneel,* EPE, ONS, BNDES, associações	1 a 4
	Premiação para empresas inovadoras	P&D Aneel, Finep, fundos internacionais, BNDES, FAPs, ministérios, CNI, CNPq		

Fonte: Elaboração própria. *Sugestão de atores para a governança ou coordenação da ação.

Tabela 26 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Energia Solar Heliotérmica (Médio Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado esperado	Categoria de instrumentos
7	Mobilizar grupo de trabalho para desenvolver normatizações, regulações e regulamentações para a inserção de plantas de CSP de forma híbrida e associada à GD	Proposições de um ambiente regulatório nacional específico para a inserção de plantas de CSP de forma híbrida e associada à GD	8. Redes de Inovação 9. Regulação/ normatização/ regulamentação
8	Criar e acompanhar projetos demonstrativos com foco em componentes, sistemas híbridos, armazenamento de energia e aplicações em química solar	Teste, experimentação e desenvolvimento de plantas de CSP, softwares e hardwares para a simulação e o controle, e tratamento de dados meteorológicos	1. Incentivos fiscais para P&D 2. Apoio direto à P&D interna das firmas 7. Políticas para apoio à colaboração (U-E ou E-E) 15. Infraestrutura de CT&I
9	Criar demanda pré-comercial para trocadores de calor, receptores pontuais, lineares, evaporadores e condensadores	Avançar na maturidade de rotas tecnológicas	10. Compras públicas de tecnologia 11. Compras de tecnologias pré-comerciais 12. Prêmios de indução à inovação

Fonte: Elaboração própria. *Sugestão de atores para a governança ou coordenação da ação.



Tabela 26 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Energia Solar Heliotérmica (Médio Prazo) (continuação)

N.	Atividades de fomento/ indutoras e/ou instrumentos	Organizações financiadoras	Sugestões de atores envolvidos	Rotas aplicáveis
7	Estudos sobre regulação, normatização e regulamentação	Finep, fundos internacionais, FAPs	ABNT, Inmetro, EPE, ONS, Aneel,* associações	2 a 4
	Deduções fiscais e de impostos de importação	Lei do Bem e da Inovação		
8	Apoio a projetos de PD&I	Programa P&D Aneel, Finep, FAPs	Aneel,* ministérios, ONS, EPE, ICTs, empresas,* associações	2 a 4
	Editais para projetos de inovação cooperados	Embrapii, Finep, FAPs		
	Investimentos em laboratórios e equipamentos	Finep, FAPs, Programa P&D Aneel, BNDES		
	Compra de lote pioneiro para inserção inicial da tecnologia	P&D Aneel, Finep		
9	Contratação de desenvolvimento demonstrativo e piloto de soluções tecnológicas	P&D Aneel, Finep	Ministérios, Aneel,* EPE, ONS, BNDES, associações	2 a 4
	Premiação para empresas inovadoras	P&D Aneel, Finep, fundos internacionais, BNDES, FAPs, ministérios, CNI, CNPq		

Fonte: Elaboração própria. *Sugestão de atores para a governança ou coordenação da ação.

Tabela 27 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Energia Solar Heliotérmica (Longo Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado esperado	Categoria de instrumentos
10	Criar projetos demonstrativos em sistemas híbridos e de integração da geração heliotérmica em GD	Teste, experimentação e desenvolvimento de plantas de CSP, softwares e hardwares para a simulação e o controle, e tratamento de dados meteorológicos	1. Incentivos fiscais para P&D 2. Apoio direto à P&D interna das firmas 7. Políticas para apoio à colaboração (U-E ou E-E) 15. Infraestrutura de CT&I
11	Criar demanda pré-comercial para promover a construção de planta piloto com tecnologia de hibridização com biomassa (vincular com Projetos P&D Aneel de Eficiência Energética)	Aplicar a tecnologia em plantas existentes e com potencial de crescimento, permitindo a sua introdução com benefícios imediatos	10. Compras públicas de tecnologia 11. Compras de tecnologias pré-comerciais 12. Prêmios de indução à inovação

Fonte: Elaboração própria. *Sugestão de atores para a governança ou coordenação da ação.



Tabela 27 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Energia Solar Heliotérmica (Longo Prazo) (continuação)

N.	Atividades de fomento/indutoras e/ou instrumentos	Organizações financiadoras	Sugestões de atores envolvidos	Rotas aplicáveis
	Deduções fiscais e de impostos de importação	Lei do Bem e da Inovação		
10	Apoio a projetos de PD&I	Programa P&D Aneel, Finep, FAPs	Aneel,* ministérios, ONS, EPE ICTs, empresas,* associações	2 a 4
	Editais para projetos de inovação cooperados	Embrapii, Finep, FAPs		
	Investimentos em laboratórios e equipamentos	Finep, FAPs, Programa P&D Aneel, BNDES		
	Compra de lote pioneiro para a inserção inicial da tecnologia	P&D Aneel, Finep		
11	Contratação de desenvolvimento demonstrativo e piloto de soluções tecnológicas	P&D Aneel, Finep	Ministérios, Aneel,* EPE, ONS, BNDES, associações	2 e 3
	Premiação para empresas inovadoras	P&D Aneel, Finep, fundos internacionais, BNDES, FAPs, ministérios, CNI, CNPq		

Fonte: Elaboração própria. *Sugestão de atores para a governança ou coordenação da ação.

A tabela a seguir apresenta as rotas tecnológicas referenciadas na tabela anterior.

Tabela 28 - Ordem de prioridade dos investimentos em P&D nas rotas tecnológicas abordadas na macrotemática Energia Solar Heliotérmica

Prioridade	Rota Tecnológica	Temática
1	Estudo do recurso solar	Estudo do recurso
2	Aplicações dos sistemas CSP (GD, química solar, armazenamento, hibridização)	Sistemas
3	Sistemas heliotérmicos de ponto focal (torre solar e prato parabólico)	Sistemas
4	Sistemas heliotérmicos de linha focal (refletor Fresnel e calha parabólica)	Sistemas

Fonte: Elaboração própria.

5.4. Energia dos Oceanos

O objetivo geral da macrotemática é desenvolver tecnologias nacionais de geração de eletricidade via energia das ondas (coluna de água oscilante, corpo oscilante) e via energia das marés (amplitude e corrente de maré) por meio de plantas operacionais. No longo prazo, o foco da PD&I é desenvolver tecnologias nacionais de geração de eletricidade via gradientes térmico e de salinidade.

As oportunidades de desenvolvimento de PD&I de fontes oceânicas renováveis são baseadas na capacidade nacional já estabelecida em ciências e tecnologia do mar, assim como nas atividades reconhecidas internacionalmente na produção de óleo e gás em águas profundas. As tecnologias oriundas dessas atividades, com seus respectivos processos e produtos, terão papel destacado na indução de processos industriais e de serviços no novo setor de energia renovável dos oceanos. Os sistemas de geração de energia via rotas de corpo oscilante, barragens de marés, turbinas de eixo horizontal, coluna d'água oscilante e turbina de eixo vertical apresentam elevado nível de maturidade e os desenvolvimentos necessários à otimização ou ao aprimoramento dessa tecnologia são factíveis à CT&I nacional. Cabe salientar que a fonte oceânica na costa brasileira é considerada ideal para a implantação dessas tecnologias. Uma questão pertinente é o estudo do recurso oceânico brasileiro, que ainda não está devidamente mapeado e caracterizado. Outro importante recurso disponível na costa nacional é o gradiente de energia térmica, e a rota conversores de energia térmica oceânica



de ciclo híbrido é a mais promissora ao País, uma vez que permite elevados deltas de temperatura (em torno de 22 °C).

Para a consecução do objetivo geral estão previstos objetivos de curto, médio e longo prazos traduzidos nas seguintes metas tecnológicas e de inovação:

**Tabela 29 - Metas regulatórias, tecnológicas e de inovação:
Macrotêmica Energia dos Oceanos**

Metas	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo Prazo
Tecnológica	Criar projetos demonstrativos para: a) métodos e ferramentas para avaliação do potencial energético da costa brasileira b) métodos e ferramentas para a avaliação dos impactos ambientais das tecnologias oceânicas c) testes piloto de tecnologias de energia das ondas e das marés	Desenvolver projetos demonstrativos para sistemas de geração via energia das ondas e das marés em: a) integração de elementos dos sistemas de geração b) tecnologias avançadas de O&M c) aperfeiçoamento dos sistemas de conversão e controle	Desenvolver projetos demonstrativos para sistemas de geração via gradiente térmico e de salinidade em: a) integração de elementos dos sistemas de geração b) tecnologias avançadas de O&M c) aperfeiçoamento dos sistemas de conversão e controle
Inovação	Mapa do potencial de geração oceânica para rotas tecnológicas de mais curto prazo	Mapa do potencial de geração oceânica para demais rotas tecnológicas	Fazer inserção de plantas operacionais de geração via: a) energia das ondas b) energia das marés (Obs.: Considera-se que ainda não haveria maturidade tecnológica para a inserção de plantas operacionais de geração via gradiente térmico e de salinidade.)

Fonte: Elaboração própria.

A estratégia de CT&I que permitirá esses avanços pode ser sintetizada da seguinte forma:

Construção das bases para o desenvolvimento e a inserção de novas tecnologias de Geração Oceânica no mercado interno, por meio do estabelecimento de redes de pesquisa e de grupos de trabalho, da elaboração de mapeamentos e de projetos demonstrativos, da geração de competências nacionais em termos de recursos humanos e de infraestrutura de CT&I e da implantação de plantas piloto e operacionais para as tecnologias prioritizadas.

Planejamento de ações levando em consideração principalmente as rotas tecnológicas selecionadas, isto é: energia das ondas e das correntes e conversão de energia térmica e de gradiente de salinidade. No curto prazo, as ações são voltadas a testes piloto e ao estudo do recurso e dos possíveis impactos ambientais das tecnologias de geração oceânica, além da preparação de um ambiente para a inovação (estabelecimento de redes de estudo, grupos de trabalho, formação de recursos humanos, infraestrutura de laboratórios e difusão do conhecimento). No médio prazo, as pesquisas avançam com foco nas tecnologias de geração via energia das ondas e das marés, com implantação de projetos demonstrativos. No longo prazo, mantém-se a estratégia de implantação de projetos demonstrativos, porém, agora, de tecnologias de geração via gradiente térmico e oceânico. Planejam-se também avanços nas rotas tecnológicas de energia das ondas e das marés por meio da inserção de plantas operacionais (Considera-se que ainda não haverá maturidade tecnológica para a inserção de plantas operacionais de geração via gradiente térmico e de salinidade).

Foco de P&D, portanto, no desenvolvimento de tecnologias de sistema de corpo oscilante e de coluna de água oscilante (energia das ondas); de turbinas de eixo horizontal e vertical (correntes oceânicas e de marés); de barragens (amplitude de marés); e, a mais longo prazo, de conversores térmicos e de membranas semipermeáveis (gradiente térmico e de salinidade, respectivamente).



Tabela 30 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Energia dos Oceanos (Curto Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado esperado	Categoria de instrumentos
1	Estabelecer redes colaborativas de estudos para a coordenação das pesquisas e desenvolvimento tecnológico em tecnologias em recurso oceânico e geração oceânica	Redes e/ou grupos de trabalho capazes de coordenar a PD&I, otimizando esforços, buscando sinergias e maximizando os resultados das pesquisas em recurso oceânico e geração oceânica	8. Redes de Inovação
2	Criar projetos demonstrativos para métodos e ferramentas de avaliação do potencial de geração dos oceanos e possíveis impactos ambientais	Métodos e ferramentas para medição do potencial de geração oceânica brasileiro, para definição de parâmetros de produção e avaliação de impactos ambientais	2. Apoio direto à P&D interna das firmas 15. Infraestrutura de CT&I
3	Executar mapeamentos/ avaliação dos recursos energéticos para o desenvolvimento e a inserção das tecnologias de ondas e correntes	Mapa inicial do recurso oceânico/ maremotriz da costa brasileira, o qual servirá de guia para o desenvolvimentos das tecnologias de ondas e correntes	8. Redes de Inovação 15. Infraestrutura de CT&I
4	Criar projetos demonstrativos para testes de tecnologias de energia das ondas e das marés	Testes piloto e experimentação de tecnologias de geração de energia das ondas e das marés	2. Apoio direto à P&D interna das firmas 15. Infraestrutura de CT&I
5	Gerar competências internas em recursos humanos e infraestrutura específicas às rotas tecnológicas de geração oceânica	Competência nacional para P&DI para a pesquisa e a implantação de soluções em geração oceânica nas rotas tecnológicas prioritizadas	15. Infraestrutura de CT&I 3. Políticas de formação e capacitação
6	Estimular a produção científica e o compartilhamento de conhecimentos relevantes às temáticas prioritárias de geração oceânica	Redução da assimetria de informação e conhecimento, compartilhamento e difusão de práticas e experiências em geração oceânica	15. Infraestrutura de CT 8. Redes de Inovação 13. Difusão da informação e do conhecimento

Fonte: Elaboração própria.



Tabela 30 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Energia dos Oceanos (Curto Prazo) (continuação)

N.	Atividades de fomento/ indutoras e/ou instrumentos	Organizações financiadoras	Sugestões de atores envolvidos	Rotas aplicáveis
1	Apoio à estruturação de programas nacionais, plataformas de inovação, mobilização, consórcios, associações etc.	Programa P&D Aneel, FAPs, CNPq, Capes, Finep	Aneel, MME, MMA, EPE, ICTs	1 a 5
2	Apoio a projetos de PD&I Investimentos em laboratórios e equipamentos	Programa P&D Aneel, Finep, FAPs Finep, FAPs, Programa P&D Aneel, BNDES	Aneel, MME, Marinha, EPE, ICTs, empresas, associações	1 a 11
3	Pesquisas colaborativas/ cooperadas Investimentos em equipamentos	Programa P&D Aneel, Finep, FAPs, Capes, CNPq	Ministérios, ONS, EPE, ICTs, empresas, associações	1 a 5
4	Apoio a projetos de PD&I Investimentos em laboratórios e equipamentos	Programa P&D Aneel, Finep, FAPs Finep, FAPs, Programa P&D Aneel, BNDES	Aneel, MME, EPE, ICTs, empresas, associações	1 a 5
5	Investimentos em laboratórios e equipamentos Criação de cursos de graduação e pós acadêmicos em tecnologias de geração oceânica	Finep, FAPs, Programa P&D Aneel, BNDES CNPq, Capes, FAPs	ICTs, MEC/Capes, MCTI/CNPq, MDIC	1 a 5
6	Investimentos em bancos de dados, mapeamentos e sistemas de gerenciamento da informação e do conhecimento Intercâmbios organizacionais, redes acadêmicas, consórcios, congressos, workshops Criação e fomento a periódicos para difusão do conhecimento	Finep, FAPs, Programa P&D Aneel, orçamentos próprios (Aneel, EPE, ONS) Finep, FAPs, Programa P&D Aneel, Capes, CNPq Finep, FAPs, Programa P&D Aneel, Capes, CNPq	ICTs, MEC/Capes, MCTI/CNPq, MDIC, Aneel	1 a 5

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 31 - Agenda de ações de CT&I: Macrotematática Energia dos Oceanos (Médio Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado esperado	Categoria de instrumentos
1	Estabelecer redes colaborativas de estudos para a coordenação das pesquisas e desenvolvimentos tecnológicos em tecnologias em recurso oceânico e em geração oceânica	Redes e/ou grupos de trabalho capazes de coordenar o PD&I, otimizando esforços, buscando sinergias e maximizando os resultados das pesquisas em recurso oceânico e em geração oceânica	8. Redes de Inovação
3	Executar mapeamentos - avaliação dos recursos energéticos para o desenvolvimento e a inserção das tecnologias de ondas e correntes	Mapa complementar do recurso oceânico/maremotriz da costa brasileira, o qual servirá de guia para o desenvolvimento das tecnologias de ondas e correntes	8. Redes de Inovação 15. Infraestrutura de CT&I
5	Gerar competências internas em recursos humanos e infraestrutura específicas às rotas tecnológicas de geração oceânica	Competência nacional para P&DI para a pesquisa e a implantação de soluções em geração oceânica nas rotas tecnológicas prioritizadas	15. Infraestrutura de CT&I 3. Políticas de formação e capacitação
6	Estimular a produção científica e o compartilhamento de conhecimentos relevantes a mais temáticas de geração oceânica	Redução da assimetria de informação e conhecimento, compartilhamento e difusão de práticas, experiências etc.	15. Infraestrutura de CT 8. Redes de Inovação 13. Difusão da informação e do conhecimento
7	Criar projetos demonstrativos para a implementação eficiente de sistemas de geração via energia das ondas e das marés	Integração de elementos dos sistemas de geração, implementação de tecnologias avançadas de O&M, aperfeiçoamento dos sistemas de conversão e controle de geração via energia das ondas e das marés	2. Apoio direto à P&D interna das firmas 7. Políticas para apoio à colaboração (U-E ou E-E) 15. Infraestrutura de CT&I

Fonte: Elaboração própria.



Tabela 31 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Energia dos Oceanos (Médio Prazo) (continuação)

N.	Atividades de fomento/ indutoras e/ou instrumentos	Organizações financiadoras	Sugestões de atores envolvidos	Rotas aplicáveis
1	Apoio à estruturação de programas nacionais, plataformas de inovação, mobilização, consórcios, associações etc.	Programa P&D Aneel, FAPs, CNPq, Capes, Finep	Aneel, MME, MMA, EPE, ICTs	1, 2, 3, 4, 5, 6 e 9
3	Pesquisas colaborativas/ cooperadas Investimentos em equipamentos	Programa P&D Aneel, Finep, FAPs, Capes, CNPq	Ministérios, ONS, EPE, ICTs, empresas, associações	6 a 11
5	Investimentos em laboratórios e equipamentos Criação de cursos de graduação e pós acadêmicos em tecnologias de geração oceânica	Finep, FAPs, Programa P&D Aneel, BNDES CNPq, Capes, FAPs	ICTs, MEC/Capes, MCTI/CNPq, MDIC	1, 2, 3, 4, 5, 6 e 9
6	Investimentos em bancos de dados, mapeamentos e sistemas de gerenciamento da informação e conhecimento Intercâmbios organizacionais, redes acadêmicas, consórcios, congressos, workshops Criação e fomento a periódicos para a difusão do conhecimento	Finep, FAPs, Programa P&D Aneel, orçamentos próprios (Aneel, EPE, ONS) Finep, FAPs, Programa P&D Aneel, Capes, CNPq Finep, FAPs, Programa P&D Aneel, Capes, CNPq	ICTs, MEC/Capes, MCTI/CNPq, MDIC, Aneel	1, 2, 3, 4, 5, 6 e 9
7	Apoio a projetos de PD&I Editais para projetos de inovação cooperados Investimentos em laboratórios e equipamentos	Programa P&D Aneel, Finep, FAPs Embrapii, Finep, FAPs Finep, FAPs, Programa P&D Aneel, BNDES	Aneel, ministérios, MMA, ONS, EPE, ICTs, empresas, associações	1 a 5

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 32 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Energia dos Oceanos (Longo Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado esperado	Categoria de instrumentos
1	Estabelecer redes colaborativas de estudos para a coordenação das pesquisas e desenvolvimento tecnológico em tecnologias em recurso oceânico e geração oceânica	Redes e/ou grupos de trabalho capazes de coordenar a PD&I, otimizando esforços, buscando sinergias e maximizando os resultados das pesquisas em recurso oceânico e geração oceânica	8. Redes de Inovação
5	Gerar competências internas em recursos humanos e infraestrutura específicas às rotas tecnológicas de geração oceânica	Competência nacional para P&DI para pesquisa e implantação de soluções em geração oceânica nas rotas tecnológicas priorizadas	15. Infraestrutura de CT&I 3. Políticas de formação e capacitação
6	Estimular a produção científica e o compartilhamento de conhecimentos relevantes às temáticas de geração oceânica	Redução da assimetria de informação e conhecimento, compartilhamento e difusão de práticas, experiências etc.	15. Infraestrutura de CT 8. Redes de Inovação 13. Difusão da informação e do conhecimento
8	Criar projetos demonstrativos para implementação eficiente de sistemas de geração via gradiente térmico e de salinidade	Integração de elementos dos sistemas de geração, implementação de tecnologias avançadas de O&M, aperfeiçoamento dos sistemas de conversão e controle de geração de energia via gradiente térmico e de salinidade	2. Apoio direto à P&D interna das firmas 7. Políticas para apoio à colaboração (U-E ou E-E) 15. Infraestrutura de CT&I
9	Criar demanda pré-comercial para plantas operacionais de geração via energia das ondas e das marés	Avançar na maturidade de rotas tecnológicas	10. Compras públicas de tecnologia 11. Compras de tecnologias pré-comerciais 12. Prêmios de indução à inovação

Fonte: Elaboração própria.



Tabela 32 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Energia dos Oceanos (Longo Prazo) (continuação)

N.	Atividades de fomento/ indutoras e/ou instrumentos	Organizações financiadoras	Sugestões de atores envolvidos	Rotas Aplicáveis
1	Apoio à estruturação de programas nacionais, plataformas de inovação, mobilização, consórcios, associações etc.	Programa P&D Aneel, FAPs, CNPq, Capes, Finep	Aneel, MME, MMA, EPE, ICTs	1 a 11
5	Investimentos em laboratórios e equipamentos	Finep, FAPs, Programa P&D Aneel, BNDES	ICTs, MEC/Capes, MCTI/CNPq, MDIC	1 a 11
	Criação de cursos de graduação e pós acadêmicos em tecnologias de geração oceânica	CNPq, Capes, FAPs		
6	Investimentos em bancos de dados, mapeamentos e sistemas de gerenciamento da informação e do conhecimento	Finep, FAPs, Programa P&D Aneel, orçamentos próprios (Aneel, EPE, ONS)	ICTs, MEC/Capes, MCTI/CNPq, MDIC, Aneel	1 a 11
	Intercâmbios organizacionais, redes acadêmicas, consórcios, congressos, workshops	Finep, FAPs, Programa P&D Aneel, Capes, CNPq		
	Criação e fomento a periódicos para a difusão do conhecimento	Finep, FAPs, Programa P&D Aneel, Capes, CNPq		
8	Apoio a projetos de PD&I	Programa P&D Aneel, Finep, FAPs	Aneel, ministérios, MMA, ONS, EPE, ICTs, Empresas, associações	6 e 9
	Editais para projetos de inovação cooperados	Embrapii, Finep, FAPs		
9	Investimentos em laboratórios e equipamentos	Finep, FAPs, Programa P&D Aneel, BNDES		
	Compra de lote pioneiro para a inserção inicial da tecnologia	P&D Aneel, Finep	Ministérios, Aneel, EPE, ONS, BNDES, associações	1 a 5
	Contratação de desenvolvimento demonstrativo e piloto de soluções tecnológicas	P&D Aneel, Finep		
	Premiação para empresas inovadoras	P&D Aneel, Finep, fundos internacionais, BNDES, FAPs, ministérios, CNI, CNPq		

Fonte: Elaboração própria.

A tabela a seguir apresenta as rotas tecnológicas referenciadas na tabela anterior.

Tabela 33 - Ordem de prioridade dos investimentos em P&D nas rotas tecnológicas abordadas na macrotemática Energia dos Oceanos

Prioridade	Rota Tecnológica	Temática
1	Sistema de corpo oscilante	Energia das ondas
2	Barragens de marés	Amplitude das marés
3	Turbina de eixo horizontal, com fluxo axial	Correntes de marés e oceânicas
4	Coluna de água oscilante	Energia das ondas
5	Turbina de eixo vertical com fluxo cruzado	Correntes de marés e oceânicas
6	Conversores de energia térmica oceânica de ciclo híbrido	Conversão da energia térmica
7	Conversores de energia térmica oceânica de ciclo aberto	Conversão da energia térmica
8	Conversores de energia térmica oceânica de ciclo fechado	Conversão da energia térmica
9	Energia osmótica	Gradiente de salinidade
10	Turbina canalizada ou de efeito Venturi	Correntes de marés e oceânicas
11	Acumulador de água do mar - reservatório - via movimento horizontal das ondas (<i>overtopping</i>)	Energia das ondas

Fonte: Elaboração própria.

5.5. Termoeletricidade Renovável e Não Renovável

O objetivo geral da macrotemática é o desenvolvimento de tecnologias avançadas para o uso do gás natural, da biomassa, do carvão e de resíduos sólidos urbanos (RSU) com maior eficiência e mitigação das emissões, além do desenvolvimento/otimização de tecnologias para dar flexibilidade operativa ao sistema, garantindo as condições de suprimento para o beneficiamento de insumos energéticos.

A geração termoelétrica deverá ainda suprir parcela considerável da expansão do parque gerador elétrico até 2050. Isto porque a termoeletricidade é uma fonte segura e despachável e é a principal fonte complementar da geração hidroelétrica, enquanto os sistemas de geração utilizando energia



solar e eólica ainda apresentam problemas de escala, competitividade econômica e intermitência no fornecimento. O maior uso de insumos não renováveis com menor impacto ambiental, como o gás natural, o aumento da capacidade de cogeração de biomassa, o uso de tecnologias avançadas para a queima de carvão mineral e de resíduos sólidos urbanos e o desenvolvimento de novas tecnologias para a produção e o uso de combustíveis renováveis devem ser a base para a expansão da geração termoeletrônica.

Para a consecução do objetivo geral estão previstos objetivos de curto, médio e longo prazos traduzidos nas seguintes metas regulatórias, tecnológicas e de inovação:

**Tabela 34 - Metas regulatórias, tecnológicas e de inovação:
Macrotêmica Termoeletricidade Renovável e Não Renovável**

Metas	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo Prazo
Regulatória	<p>Criar uma normatização nacional para a adequação da regulação e da legislação ambiental nacional para a utilização e a logística dos novos insumos energéticos</p>	<p>Criar uma normatização nacional específica para a recuperação de passivos ambientais</p>	
Tecnológica	<p>Executar estudos para:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) avaliação do potencial de insumos energéticos b) logística para a disponibilização dos insumos energéticos <p>Criar projetos demonstrativos para a otimização de tecnologias de cogeração</p>	<p>Desenvolver projetos demonstrativos de:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) beneficiamento da biomassa, RSU e combustíveis fósseis b) conversão termoquímica do insumo energético c) O&M, gestão de ativos, eficiência energética e repotenciação em geração e cogeração termoeletrônica d) produção descentralizada de combustíveis e) térmica de partidas rápidas mais eficientes e econômicas f) controle de emissões e captura de carbono g) recuperação de passivos ambientais 	<p>Desenvolver projeto demonstrativo de tecnologias para o descomissionamento de usinas obsoletas</p>
Inovação		<p>Criar demanda para a introdução de novos insumos energéticos e inserção piloto de novas usinas de cogeração</p>	<p>Fazer inserção piloto de algumas tecnologias desenvolvidas/testadas no período anterior</p>

Fonte: Elaboração própria.

A estratégia de CT&I que permitirá esses avanços pode ser sintetizada da seguinte forma:

Construção das bases para o desenvolvimento e a inserção de novas tecnologias de Geração Termoelétrica por meio da criação de um ambiente regulatório nacional específico, do estabelecimento de redes de pesquisa e de grupos de trabalho, da geração de competências nacionais em termos de recursos humanos e de infraestrutura de CT&I e da elaboração de estudos, de projetos demonstrativos e de implantações de novos insumos e usinas.

Planejamento de ações considerando todas as rotas tecnológicas selecionadas com o objetivo de prover uma variedade de fontes na produção de eletricidade, o que eleva a segurança do fornecimento da energia termoelétrica. O foco da PD&I é no uso, no beneficiamento e na logística de insumos energéticos e em novas tecnologias de geração, visando maior eficiência, economicidade e minimização/controlado de emissões. A curto prazo, as ações buscam especialmente gerar competências, difundir conhecimento e construir o ambiente de inovação, as quais se manterão ao longo de toda a agenda de CT&I. No médio prazo, é quando ocorrem com mais intensidade as ações de P&D, por meio de estudos e projetos demonstrativos envolvendo todas as rotas tecnológicas selecionadas. A mais longo prazo, o foco tecnológico passa a ser o descomissionamento de usinas obsoletas e a implantação das tecnologias desenvolvidas no período anterior.



Tabela 35 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Termoeletricidade Renovável e Não Renovável (Curto Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado esperado	Categoria de instrumentos
1	Estabelecer redes colaborativas de estudos para a coordenação das pesquisas e do desenvolvimento tecnológico em geração termoeleétrica	Redes e/ou grupos de trabalho capazes de coordenar a PD&I, otimizando esforços, buscando sinergias e maximizando os resultados das pesquisas	8. Redes de Inovação
2	Mobilizar grupo de trabalho para adequar a regulação e a legislação ambiental nacional para novos insumos energéticos	Proposições de um ambiente normativo nacional específico para a utilização e a disponibilização de novos insumos energéticos	8. Redes de Inovação 9. Regulação/normatização/regulamentação
3	Executar estudos para a avaliação do potencial de insumos energéticos e de logística para a disponibilização dos insumos energéticos	Estudos, ferramentas e métodos para a metrologia avançada do vento e para a sua previsão	5. Serviços técnicos e consultorias 2. Apoio direto à P&D interna 8. Redes de Inovação 15. Infraestrutura de CT&I
4	Criar projetos demonstrativos para a otimização de tecnologias de cogeração	Teste, experimentação e/ou desenvolvimento de novos produtos, sistemas e/ou metodologias	1. Incentivos fiscais para P&D 2. Apoio direto à P&D interna das firmas 7. Políticas para apoio à colaboração (U-E ou E-E) 15. Infraestrutura de CT&I
5	Gerar competências internas em recursos humanos e infraestrutura específicas de CTIs às rotas tecnológicas de geração termoeleétrica	Competência nacional para P&DI na pesquisa e implantação de soluções em geração termoeleétrica	15. Infraestrutura de CT&I 3. Políticas de formação e capacitação 3. Políticas de formação e capacitação
6	Estimular a produção científica e o compartilhamento do conhecimento relevantes às tecnologias de geração termoeleétrica	Reduzir a assimetria de informação e conhecimento, compartilhar e difundir práticas, experiências etc.	15. Infraestrutura de CT 8. Redes de Inovação 13. Difusão da informação e do conhecimento

Fonte: Elaboração própria. *Sugestão de atores para a governança ou coordenação da ação.


Tabela 35 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Termoeletricidade Renovável e Não Renovável (Curto Prazo) (continuação)

N.	Atividades de fomento/ indutoras e/ou instrumentos	Organizações financiadoras	Sugestões de atores envolvidos	Rotas aplicáveis
1	Apoio à estruturação de programas nacionais, plataformas de inovação, mobilização, consórcios, associações etc.	Programa P&D Aneel, FAPs, CNPq, Capes, Finep	Aneel,* ministérios, EPE, ICTs	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
2	Estudos sobre regulação, normatização e regulamentação	Finep, fundos internacionais, FAPs	MMA, Ministério das Cidades, municípios, EPE, ONS, Aneel, associações	1, 2, 5, 7, 8, 10
3	Contratação de serviços técnicos e consultorias para estudos por meio de recursos próprios e/ou apoios externos	Finep, FAPs, Aneel, MME, ONS, EPE		
	Apoio a projetos de PD&I	Programa P&D Aneel, Finep, FAPs, Capes, CNPq	Aneel, ministérios, ONS, EPE, ICTs, empresas,* associações	1, 2, 4, 5, 7, 8, 10
	Pesquisas colaborativas/ cooperadas	Programa P&D Aneel, Finep, FAPs, Capes, CNPq		
	Investimentos em laboratórios e equipamentos	Finep, FAPs, Programa P&D Aneel		
4	Deduções fiscais e de impostos de importação	Lei do Bem e da Inovação		
	Apoio a projetos de PD&I	Programa P&D Aneel, Finep, FAPs	Aneel, ministérios, ONS, EPE, ICTs, empresas* (agentes de geração), associações	1, 2, 4, 5, 7, 8, 10
	Editais para projetos de inovação cooperados	Embrapii, Finep, FAPs		
	Investimentos em laboratórios e equipamentos	Finep, FAPs, Programa P&D Aneel, BNDES		
5	Investimentos em laboratórios e equipamentos	Finep, FAPs, Programa P&D Aneel, BNDES		
	Criação de cursos de graduação e pós acadêmicos	CNPq, Capes, FAPs	ICTs, MEC/Capes,* MCTI*/CNPq,* MDIC, Sistema S	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
	Criação de cursos técnicos e profissionalizantes	MDIC, Capes, CNPq, Sistema S, Sebrae		
6	Investimentos em bancos de dados, mapeamentos e sistemas de gerenciamento da informação e conhecimento	Finep, FAPs, Programa P&D Aneel, orçamentos próprios (Aneel, EPE, ONS)		
	Intercâmbios organizacionais, redes acadêmicas, consórcios, congressos, workshops	Finep, FAPs, Programa P&D Aneel, Capes, CNPq	ICTs, MEC/Capes,* MCTI/CNPq*, MDIC	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
	Criação e fomento a periódicos para a difusão do conhecimento	Finep, FAPs, Programa P&D Aneel, Capes, CNPq		

Fonte: Elaboração própria. *Sugestão de atores para a governança ou coordenação da ação.

Tabela 36 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Termoeletricidade Renovável e Não Renovável (Médio Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado esperado	Categoria de instrumentos
7	Mobilizar grupo de trabalho para adequar a regulação e a legislação ambiental nacional para a recuperação de passivos ambientais no âmbito da geração termoeleétrica	Proposições de um ambiente normativo nacional específico para a recuperação de passivos ambientais	8. Redes de Inovação 9. Regulação/normatização/regulamentação
8	Criar projetos demonstrativos nas diversas metas tecnológicas propostas/rotas prioritizadas	Teste, experimentação e/ou desenvolvimento de novos produtos, sistemas e/ou metodologias	1. Incentivos fiscais para P&D 2. Apoio direto à P&D interna das firmas 7. Políticas para apoio à colaboração (U-E ou E-E) 15. Infraestrutura de CT&I
9	Criar demanda pré-comercial para novos insumos energéticos e inserção piloto de novas usinas de cogeração	Avançar na maturidade das rotas tecnológicas	Compra de lote pioneiro para a inserção inicial da tecnologia Contratação de desenvolvimento demonstrativo e piloto de soluções tecnológicas Premiação para empresas inovadoras

Fonte: Elaboração própria. *Sugestão de atores para a governança ou coordenação da ação.



Tabela 36 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Termoeletricidade Renovável e Não Renovável (Médio Prazo) (continuação)

N.	Atividades de fomento/indutoras e/ou instrumentos	Organizações financiadoras	Sugestões de atores envolvidos	Rotas aplicáveis
7	Estudos sobre regulação, normatização e regulamentação	Finep, fundos internacionais, FAPs	MMA, Ministério das Cidades, municípios, EPE, ONS, Aneel, associações	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
8	Deduções fiscais e de impostos de importação	Lei do Bem e da Inovação		
	Apoio a projetos de PD&I	Programa P&D Aneel, Finep, FAPs		
	Editais para projetos de inovação cooperados	Embrapii, Finep, FAPs	Aneel, ministérios, ONS, EPE, ICTs, empresas, associações	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
	Investimentos em laboratórios e equipamentos	Finep, FAPs, Programa P&D Aneel, BNDES		
9	P&D Aneel, Finep			
	P&D Aneel, Finep	Ministérios, Aneel, EPE, ONS, BNDES, Sebrae, associações	Ministérios (MME*), Aneel,* associações, BNDES	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
	P&D Aneel, Finep, fundos internacionais, BNDES, FAPs, ministérios, CNI, CNPq			

Fonte: Elaboração própria. *Sugestão de atores para a governança ou coordenação da ação.

Tabela 37 - Agenda de ações de CT&I: Macrotécnica Termoeletricidade Renovável e Não Renovável (Longo Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado esperado	Categoria de instrumentos
10	Criar projetos demonstrativos para o descomissionamento de usinas obsoletas	Teste, experimentação e/ou desenvolvimento de novos produtos, sistemas e/ou metodologias	1. Incentivos fiscais para P&D 2. Apoio direto à P&D interna das firmas 7. Políticas para apoio à colaboração (U-E ou E-E) 15. Infraestrutura de CT&I
11	Gerar demanda para a implantação de algumas tecnologias desenvolvidas/testadas no período anterior	Criação de mercado para a difusão das tecnologias desenvolvidas e, assim, incentivar a demanda para investimentos em inovação	Atos regulatórios, leilões para fontes específicas, definição de critérios e parâmetros para a modernização tecnológica Financiar a modernização tecnológica no SEB

Fonte: Elaboração própria. *Sugestão de atores para a governança ou coordenação da ação.



Tabela 37 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Termoeletricidade Renovável e Não Renovável (Longo Prazo) (continuação)

N.	Atividades de fomento/indutoras e/ou instrumentos	Organizações financiadoras	Sugestões de atores envolvidos	Rotas aplicáveis
	Deduções fiscais e de impostos de importação	Lei do Bem e da Inovação		
10	Apoio a projetos de PD&I	Programa P&D Aneel, Finep, FAPs	Aneel,* ministérios, ONS, EPE, ICTs, empresas,* associações	6
	Editais para projetos de inovação cooperados	Embrapii, Finep, FAPs		
	Investimentos em laboratórios e equipamentos	Finep, FAPs, Programa P&D Aneel, BNDES		
11	MME, Aneel, EPE, ONS ou outros	MDIC, MME, MCTI, Aneel, associações, BNDES, ABDI	Ministérios (MME*), Aneel, associações, BNDES	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
	BNDES, Finep			

Fonte: Elaboração própria. *Sugestão de atores para a governança ou coordenação da ação.

A tabela a seguir apresenta as rotas tecnológicas referenciadas na tabela anterior.

Tabela 38 - Ordem de prioridade dos investimentos em P&D nas rotas tecnológicas abordadas na macrotemática Termoeletricidade Renovável e Não Renovável

Prioridade	Rota Tecnológica	Temática
1	Biomassa	Combustíveis
2	Estudo dos recursos	Combustíveis
3	Sistemas de geração via ciclo com turbinas (gás e vapor)	Sistemas de conversão
4	Tecnologias para a cogeração	Sistemas de conversão
5	Gás natural	Combustíveis
6	O&M, gestão de ativos, EE e repotenciação	Sistemas de conversão
7	RSU	Combustíveis
8	Carvão	Combustíveis
9	Sistemas de geração com motores alternativos	Sistemas de conversão
10	Petróleo	Combustíveis

Fonte: Elaboração própria.

5.6. Hidrogênio e Célula a Combustível

O objetivo geral da macrotemática é o desenvolvimento de tecnologias de implementação do hidrogênio na produção de energia elétrica (a partir de células a combustível); de tecnologia nacional para a produção de hidrogênio renovável de baixo custo, por exemplo, a partir do biogás, para uso em células a combustível; e de tecnologias que garantam elevada durabilidade (> 40.000 horas) dos sistemas de geração via hidrogênio em células a combustível.

A tecnologia de hidrogênio necessita ainda de muitos estímulos para acelerar a sua inserção no mercado, sendo um ponto-chave a redução do custo do combustível hidrogênio e de sua logística de distribuição. Para a geração de energia elétrica a partir do hidrogênio, podem-se utilizar as células a combustível, os sistemas térmicos tradicionais (termoeletrica) ou outros processos inovadores (combustão cíclica). A tecnologia das células teve um grande avanço tecnológico na última década, mas novos materiais e processos necessitam ser desenvolvidos para aumentar a sua competitividade. As células a combustível possuem como vantagens a baixa emissão de poluentes, a alta eficiência e o



baixo custo quando para uma produção seriada. Estabelecer metas ao Brasil para o desenvolvimento do setor é considerado um grande desafio, pois existem sérias barreiras a serem vencidas, como a tecnológica e a falta de uma cadeia de suprimentos e de mão de obra especializada.

Para a consecução do objetivo geral estão previstos objetivos de curto, médio e longo prazos traduzidos nas seguintes metas regulatórias, tecnológicas e de inovação:

**Tabela 39 - Metas regulatórias, tecnológicas e de inovação:
Macrotemática Hidrogênio e Célula a Combustível**

Metas	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo Prazo
Regulatória		<p>Criar normatização nacional para o armazenamento, a distribuição e a conversão do H2</p>	
Tecnológica	<p>Criar projetos demonstrativos para:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) desenvolvimento e/ou melhoria de tecnologias de produção e purificação do H2, de baixo custo e de baixo impacto ambiental, incluindo desenvolvimento de novos catalisadores b) desenvolvimento de sistemas de armazenamento e distribuição/conversão do H2; c) desenvolvimento de células a combustível com base em H2 de etanol, metanol, gás natural e biogás d) desenvolvimento de componentes de menor custo para células tipo PEM 	<p>Criar projetos piloto em:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) sistemas híbridos para atender a GD e outros sistemas de geração b) sistemas para distribuição de H2 em longas distâncias e grandes volumes c) células a combustível com base em H2 de etanol, metanol, gás natural e biogás d) componentes de menor custo para células tipo PEM e) novos catalisadores para a produção de H2 a CaC 	<p>Criar projetos demonstrativos para o desenvolvimento de tecnologias de produção do H2 a partir de fontes renováveis</p>
Inovação	<p>Fazer inserção pioneira no mercado de sistemas de purificação do H2 para H2 proveniente de reforma de gás natural e biogás</p>	<p>Inserção no mercado de tecnologias de apoio/ utilidades (eletrônica de controle, potência, sistema de gases, sistemas térmicos)</p>	<p>Fazer implantação de sistemas híbridos para atender a GD e outros sistemas de geração para a operação e estudos</p> <p>Fazer implantação de sistemas para distribuição de H2 em longas distâncias e grandes volumes</p>

Fonte: Elaboração própria.

A estratégia de CT&I que permitirá esses avanços pode ser sintetizada da seguinte forma:

Construção das bases para o desenvolvimento e a inserção de tecnologias nacionais de Geração de Eletricidade via Hidrogênio e Célula a Combustível (CaC) por meio da criação de normatizações específicas, do estabelecimento de redes de pesquisa e de grupos de trabalho, da elaboração de projetos demonstrativos da geração de competências nacionais em termos de recursos humanos e de infraestrutura de CT&I e da inserção piloto/implantação no mercado interno de sistemas de produção, armazenamento e distribuição do Hidrogênio, e de sistemas para a geração de energia elétrica via Hidrogênio/CaC.

Planejamento de ações levando em consideração o estabelecimento de ações duradouras e de projetos que se estendam no longo prazo, de forma a assegurar a formação de mão de obra capacitada e a garantir que os projetos de demonstração sejam exaustivamente testados e os resultados compartilhados com a indústria setorial brasileira. Ênfase também em ações de indução de demanda, para que as metas de inovação, com o desenvolvimento de produtos de tecnologia nacional, sejam efetivadas. Já no curto prazo está prevista a criação de uma série de projetos demonstrativos, a partir de diferentes rotas tecnológicas. Estes projetos vão evoluindo no médio e no longo prazos para inserções piloto das tecnologias e implantação de sistemas em caráter operacional, ou para fins de estudo.



Tabela 40 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Hidrogênio e Célula a Combustível (Curto Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado esperado	Categoria de instrumentos
1	Estabelecer redes colaborativas de estudos para a coordenação das pesquisas e desenvolvimento de tecnologias de H2 e CaC	Redes e/ou grupos de trabalho capazes de coordenar o PD&I, otimizando esforços, buscando sinergias e maximizando os resultados das pesquisas em tecnologias de H2 e CaC	8. Redes de Inovação
2	Criar projetos demonstrativos para o desenvolvimento de tecnologias de produção e purificação do H2, sistemas de armazenamento e distribuição/conversão do H2, células a combustível, componentes de baixo custo para células tipo PEM	Teste, experimentação e desenvolvimento de tecnologias, processos, componentes e sistemas para atender às metas tecnológicas	1. Incentivos fiscais para P&D 2. Apoio direto à P&D interna das firmas 7. Políticas para apoio à colaboração (U-E ou E-E) 15. Infraestrutura de CT&I
3	Gerar competências internas em recursos humanos e infraestrutura específicas às rotas tecnológicas de geração via H2 CaC	Competência nacional para P&DI e implantação de soluções em geração via H2 CaC	15. Infraestrutura de CT&I 3. Políticas de formação e capacitação 3. Políticas de formação e capacitação
4	Estimular a produção científica e o compartilhamento de conhecimentos relevantes às temáticas de geração via H2 CaC	Redução da assimetria de informação e conhecimento, compartilhamento e difusão de práticas e experiências específicas em geração via H2 CaC	15. Infraestrutura de CT 8. Redes de Inovação 13. Difusão da informação e do conhecimento
5	Gerar demanda/produção de cabeça de série para o sistema de purificação do H2 para H2 proveniente de reforma de gás natural e biogás	Avançar na maturidade das rotas tecnológicas de purificação do H2	10. Compras públicas de tecnologia 11. Compras de tecnologias pré-comerciais 12. Prêmios de indução à inovação

Fonte: Elaboração própria.



Tabela 40 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Hidrogênio e Célula a Combustível (Curto Prazo) (continuação) (continuação)

N.	Atividades de fomento/ indutoras e/ou instrumentos	Organizações financiadoras	Sugestões de atores envolvidos	Rotas aplicáveis
1	Apoio à estruturação de programas nacionais, plataformas de inovação, mobilização, consórcios, associações etc.	Programa P&D Aneel, FAPs, CNPq, Capes, Finep	Aneel, MME, MMA, EPE, ICTs	1 a 12
	Deduções fiscais e de impostos de importação	Lei do Bem e da Inovação		
2	Apoio a projetos de PD&I	Programa P&D Aneel, Finep, FAPs	Aneel, ministérios, ONS, EPE, ICTs, empresas, associações	1 a 7
	Editais para projetos de inovação cooperados	Embrapii, Finep, FAPs		
	Investimentos em laboratórios e equipamentos	Finep, FAPs, Programa P&D Aneel, BNDES		
	Investimentos em laboratórios e equipamentos	Finep, FAPs, Programa P&D Aneel, BNDES		
3	Criação de cursos de graduação e pós acadêmicos em tecnologias de geração via H2 CaC	CNPq, Capes, FAPs	ICTs, MEC/Capes, MCTI/CNPq, MDIC, Sistema S, outros	1 a 12
	Criação de cursos técnicos e profissionalizantes em tecnologias de geração via H2 CaC	MDIC, Capes, CNPq, Sistema S, Sebrae		
	Investimentos em bancos de dados, mapeamentos e sistemas de gerenciamento da informação e conhecimento	Finep, FAPs, Programa P&D Aneel, orçamentos próprios (Aneel, EPE, ONS)		
4	Intercâmbios organizacionais, redes acadêmicas, consórcios, congressos, workshops	Finep, FAPs, Programa P&D Aneel, Capes, CNPq	ICTs, MEC/Capes, MCTI/CNPq, MDIC, Aneel	1 a 12
	Criação e fomento a periódicos para a difusão do conhecimento	Finep, FAPs, Programa P&D Aneel, Capes, CNPq		
	Compra de lote pioneiro para a inserção inicial da tecnologia	P&D Aneel, Finep		
5	Contratação de desenvolvimento demonstrativo e piloto de soluções tecnológicas	P&D Aneel, Finep	Ministérios, Aneel, EPE, ONS, BNDES, Sebrae, associações	5
	Premiação para empresas inovadoras	P&D Aneel, Finep, fundos internacionais, BNDES, FAPs, ministérios, CNI, CNPq		

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 41 - Agenda de ações de CT&I: Macrotematática Hidrogênio e Célula a Combustível (Médio Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado esperado	Categoria de instrumentos
6	Mobilizar grupo de trabalho para a normatização do armazenamento, distribuição e conversão do H2	Normatização nacional específica para armazenamento, distribuição e conversão do H2, organizando o ambiente para a inovação	8. Redes de Inovação 9. Regulação/ normatização/ regulamentação
7	Criar projetos piloto de inserção de sistemas híbridos para GD, sistemas de distribuição de H2 em grandes distâncias e volumes, células a combustível, componentes de baixo custo para células tipo PEM, novos catalisadores para a produção de H2 a CaC	Teste, experimentação, desenvolvimento e inserção piloto de sistemas híbridos, de sistemas de distribuição de H2 e de tecnologias de CaCs de baixo custo	1. Incentivos fiscais para P&D 2. Apoio direto à P&D interna das firmas 7. Políticas para apoio à colaboração (U-E ou E-E) 15. Infraestrutura de CT&I
8	Criar demanda pré-comercial para tecnologias de apoio/ utilidades (eletrônica de controle, potência, sistema de gases, sistemas térmicos)	Incentivo de mercado para estas tecnologias para facilitar/apoiar avanços nas tecnologias de H2 CaC	10. Compras públicas de tecnologia 11. Compras de tecnologias pré-comerciais 12. Prêmios de indução à inovação

Fonte: Elaboração própria.



Tabela 41 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Hidrogênio e Célula a Combustível (Médio Prazo) (continuação) (continuação)

N.	Atividades de fomento/ indutoras e/ou instrumentos	Organizações financiadoras	Sugestões de atores envolvidos	Rotas aplicáveis
6	Estudos sobre regulação, normatização e regulamentação para o armazenamento, a distribuição e a conversão do H2	Finep, fundos internacionais, FAPs	ABNT, Inmetro, EPE, ONS, Aneel, associações, ICTs	3, 7 e 11
7	Deduções fiscais e de impostos de importação	Lei do Bem e da Inovação		
	Apoio a projetos de PD&I	Programa P&D Aneel, Finep, FAPs	Aneel, Ministérios, ONS, EPE, ICTs, empresas, associações	1, 2, 3, 5, 7, 10, 11 e 12
	Editais para projetos de inovação cooperados	Embrapii, Finep, FAPs		
	Investimentos em laboratórios e equipamentos	Finep, FAPs, Programa P&D Aneel, BNDES		
8	Compra de lote pioneiro para a inserção inicial da tecnologia	P&D Aneel, Finep		
	Contratação de desenvolvimento demonstrativo e piloto de soluções tecnológicas	P&D Aneel, Finep	Ministérios, Aneel, EPE, ONS, BNDES, Sebrae, associações	1 a 12
	Premiação para empresas inovadoras	P&D Aneel, Finep, fundos internacionais, BNDES, FAPs, ministérios, CNI, CNPq		

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 42 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Hidrogênio e Célula a Combustível (Longo Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado esperado	Categoria de instrumentos
9	Criar projetos demonstrativos para o desenvolvimento de tecnologias de produção do H2 a partir de fontes renováveis	Teste, experimentação e desenvolvimento de tecnologias de produção do H2 a partir de fontes renováveis	1. Incentivos fiscais para P&D <hr/> 2. Apoio direto à P&D interna das firmas <hr/> 7. Políticas para apoio à colaboração (U-E ou E-E) <hr/> 15. Infraestrutura de CT&I
10	Criar demanda pré-comercial para a implantação de sistemas híbridos e para a distribuição de H2 em longas distâncias e grandes volumes	Avançar na maturidade de rotas tecnológicas	10. Compras públicas de tecnologia <hr/> 11. Compras de tecnologias pré-comerciais <hr/> 12. Prêmios de indução à inovação

Fonte: Elaboração própria.



Tabela 42 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Hidrogênio e Célula a Combustível (Longo Prazo) (continuação) (continuação)

N.	Atividades de fomento/indutoras e/ou instrumentos	Organizações financiadoras	Sugestões de atores envolvidos	Rotas aplicáveis
	Deduções fiscais e de impostos de importação	Lei do Bem e da Inovação		
9	Apoio a projetos de PD&I	Programa P&D Aneel, Finep, FAPs	Aneel, ministérios; ONS, EPE, ICTs, empresas, associações	4, 5, 6, 8 e 9
	Editais para projetos de inovação cooperados	Embrapii, Finep, FAPs		
	Investimentos em laboratórios e equipamentos	Finep, FAPs, Programa P&D Aneel, BNDES		
10	Compras de lote pioneiro para a inserção inicial da tecnologia	P&D Aneel, Finep	Ministérios, Aneel, EPE, ONS, BNDES, Sebrae, associações	1, 2, 3, 7, 10, 11 e 12
	Contratação de desenvolvimento demonstrativo e piloto de soluções tecnológicas	P&D Aneel, Finep		
	Premiação para empresas inovadoras	P&D Aneel, Finep, fundos internacionais, BNDES, FAPs, ministérios, CNI, CNPq		

Fonte: Elaboração própria.

A tabela a seguir apresenta as rotas tecnológicas referenciadas na tabela anterior.

Tabela 43 - Ordem de prioridade dos investimentos em P&D nas rotas tecnológicas abordadas na macrotemática Hidrogênio e Célula a Combustível

Prioridade	Rota Tecnológica	Temática
1	Célula combustível do tipo óxido sólido (SOFC)	Sistemas de geração de eletricidade via H2 e/ou CaC
2	Célula a combustível do tipo membrana polimérica (PEM)	Sistemas de geração de eletricidade via H2 e/ou CaC
3	Hidrogênio comprimido	Sistemas de armazenamento de hidrogênio
4	Eletrolisadores de óxidos sólidos	Sistemas de produção do hidrogênio
5	Gaseificação e reforma a vapor	Sistemas de produção do hidrogênio
6	Eletrolisadores de membranas poliméricas	Sistemas de produção do hidrogênio
7	Eletrolisador alcalino	Sistemas de armazenamento de hidrogênio
8	Sistemas de absorção química	Sistemas de produção do hidrogênio
9	Processos biológicos	Sistemas de produção do hidrogênio
10	Célula a combustível do tipo alcalina (AFC)	Sistemas de geração de eletricidade via H2 e/ou CaC
11	Sistemas de absorção física	Sistemas de armazenamento de hidrogênio
12	Célula a combustível a etanol direto (DEFC)	Sistemas de geração de eletricidade via H2 e/ou CaC
13	Compostos químicos	Sistemas de armazenamento de hidrogênio
14	Armazenamento subterrâneo	Sistemas de armazenamento de hidrogênio
15	Célula combustível do tipo carbonetos fundidos (MCFC)	Sistemas de geração de eletricidade via H2 e/ou CaC
16	Célula a combustível do tipo ácido fosfórico (PAFC)	Sistemas de geração de eletricidade via H2 e/ou CaC
17	Ciclos termoquímicos	Sistemas de produção do hidrogênio
18	Processos fotoeletroquímicos	Sistemas de produção do hidrogênio
19	Hidrogênio líquido	Sistemas de armazenamento de hidrogênio
20	Célula a combustível a metanol direto (DMFC)	Sistemas de geração de eletricidade via H2 e/ou CaC

Fonte: Elaboração própria.



5.7. Geração Hidroelétrica

O objetivo geral da macrotemática é desenvolver tecnologias de turbinas dedicadas às usinas de baixa queda e às usinas reversíveis. Também devem ser desenvolvidas tecnologias de manutenção de ativos e de eficiência energética para novas usinas e tecnologias para a modernização do parque atual.

A energia hidráulica, principal fonte de geração da matriz elétrica brasileira, ainda terá uma participação significativa na respectiva matriz, seguindo a atual tendência de mercado de manutenção de sua competitividade. A geração hidráulica continuará o seu desenvolvimento principalmente no campo das usinas de baixa queda, de grande porte e reversíveis. Os empreendimentos de geração hidroelétrica apresentam entretanto um impacto considerável ao meio ambiente. Neste sentido, faz-se necessário desenvolver tecnologias que mitiguem os impactos gerados na implementação e na operação desses empreendimentos, como o uso de usinas reversíveis, haja vista a possibilidade de menor intrusão do empreendimento nos sistemas de rios nacionais. Estas tecnologias têm papel importante também quando se considera a questão do armazenamento de energia e a operação do SIN. Outras tecnologias promissoras são as de geração em baixa queda e de geração hidrocínética dos rios. Em vista disso, são necessárias informações a respeito do recurso hídrico, com confiabilidade, para que esses empreendimentos possam ser implementados. Por fim, visando à perenidade da geração hidroelétrica, a qualidade na geração e a redução de custos operacionais, devem ser pesquisadas novas tecnologias de O&M para o aprimoramento dos sistemas de operação e de manutenção das usinas.

Para a consecução do objetivo geral estão previstos objetivos de curto, médio e longo prazos traduzidos nas seguintes metas regulatórias, tecnológicas e de inovação:

**Tabela 44 - Metas regulatórias, tecnológicas e de inovação:
Macrotemática Geração Hidroelétrica**

Metas	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo Prazo
Regulatória	<p>Criar uma normatização nacional base para o desenvolvimento e a inserção das novas tecnologias de usinas, como as usinas reversíveis, hidrocínéticas e híbridas</p>	<p>Aprimorar a normatização nacional específica para as novas tecnologias de usinas, como as usinas reversíveis, hidrocínéticas e híbridas</p>	
Tecnológica	<p>Criar projetos demonstrativos de:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) turbinas para baixa queda e elevada vazão (tipo bulbo) e turbinas-bomba para usinas reversíveis b) tecnologias para a implantação, o planejamento, a gestão e a O&M de usinas c) tecnologias para análises socioambientais e climatológicas d) tecnologias para a construção de barragens com maior eficiência e segurança 	<p>Desenvolver projetos demonstrativos de:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) integração de tecnologias de geração hidráulica, incluindo usinas reversíveis, com geração eólica, solar e armazenamento de energia b) turbinas para baixa queda e elevada vazão (tipo bulbo) de elevada eficiência <p>Desenvolver estudos avançados de caracterização das oportunidades de ações de eficiência energética nas usinas (ex.: incremento da capacidade de regularização de vazão das usinas com baixo impacto ambiental)</p>	<p>Desenvolver projeto demonstrativo de novas tecnologias de projeto e construção de usinas para a geração hidrocínética</p>
Inovação		<p>Fazer inserção piloto de:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) turbinas e geradores mais eficientes (com compensador síncrono) b) turbinas hidrocínéticas c) turbinas <i>fishfriendly</i> 	<p>Fazer inserção piloto de turbinas para baixa queda e elevada vazão (tipo bulbo) de elevada eficiência</p>

Fonte: Elaboração própria.

A estratégia de CT&I que permitirá esses avanços pode ser sintetizada da seguinte forma:

Construção das bases para o desenvolvimento e a inserção de novas tecnologias de Geração Hidroelétrica no mercado interno por meio da criação de regulações específicas, do estabelecimento de redes de pesquisa, de parcerias e de grupos de trabalho, da elaboração de projetos demonstrativos, da geração de competências nacionais em termos de recursos humanos e de infraestrutura de CT&I e da implantação de plantas piloto com novas tecnologias de turbinas hidroelétricas.



Planejamento de ações levando em consideração principalmente as métricas para o cenário futuro da macrotemática Geração Hidroelétrica (base da construção dos objetivos específicos). No curto prazo, as ações são voltadas para a preparação do ambiente para a introdução de novas tecnologias de geração e para o desenvolvimento de projetos de melhoria dos processos de construção e de operação das usinas e para análises climáticas e socioambientais. No médio prazo, os projetos e estudos passam a focar o desenvolvimento de equipamentos e de sistemas de integração para o incremento da eficiência das usinas, já com inserções piloto de novos tipos de turbinas. No longo prazo, as ações visam desenvolver projetos para a construção de usinas hidrocínéticas e para a inserção de tecnologias avançadas de turbina para baixa queda e elevada vazão.

O foco de P&D, portanto, encontra-se no desenvolvimento de novas tecnologias de turbinas e de geradores (incluindo as turbinas hidrocínéticas) para o aumento da eficiência energética das usinas e minimização de seus impactos ambientais, assim como para a integração das usinas tradicionais e das novas usinas reversíveis com outras fontes de geração (eólica e solar) e com os sistemas de armazenamento de energia.

Tabela 45 - Agenda de ações de CT&I: Macrotematática
Geração Hidroelétrica (Curto Prazo) (Continua)

N.	Ações	Resultado esperado	Categoria de instrumentos
1	Estabelecer redes colaborativas de estudos para a coordenação das pesquisas e desenvolvimento tecnológico em recurso hídrico e geração hidroelétrica	Redes e/ou grupos de trabalho capazes de coordenar a PD&I, otimizando esforços, buscando sinergias e maximizando os resultados das pesquisas	8. Redes de Inovação
2	Mobilizar grupo de trabalho para adequar normatizações, regulações e regulamentações para a inserção de novas tecnologias de usinas	Proposições de um ambiente regulatório nacional específico para a inserção de novas tecnologias de usinas	8. Redes de Inovação 9. Regulação/ normatização/ regulamentação
3	Criar projetos para o desenvolvimento de turbinas para baixa queda e elevada vazão (tipo bulbo) e turbinas-bomba para usinas reversíveis	Teste, experimentação e desenvolvimento de turbinas para baixa queda e elevada vazão e turbinas-bomba	1. Incentivos fiscais para P&D 2. Apoio direto à P&D interna das firmas 7. Políticas para apoio à colaboração (U-E ou E-E) 15. Infraestrutura de CT&I
4	Criar projetos para o desenvolvimento de tecnologias para a implantação, o planejamento, a gestão e a O&M de usinas, para análises socioambientais e climatológicas e para a construção de barragens com maior eficiência e segurança	Teste, experimentação e desenvolvimento de novas tecnologias de construção e O&M de usinas e barragens para análises socioambientais e climatológicas	1. Incentivos fiscais para P&D 2. Apoio direto à P&D interna das firmas 7. Políticas para apoio à colaboração (U-E ou E-E) 15. Infraestrutura de CT&I
5	Gerar competências internas em recursos humanos e em infraestrutura específicas de CTIs às rotas tecnológicas geração hidroelétrica	Competência nacional para P&DI na pesquisa e na implantação de soluções em geração hidroelétrica	15. Infraestrutura de CT&I 3. Políticas de formação e capacitação 3. Políticas de formação e capacitação
6	Estimular a produção científica e o compartilhamento do conhecimento relevantes às tecnologias de geração hidroelétrica	Reduzir a assimetria de informação e conhecimento, compartilhar e difundir práticas, experiências etc.	15. Infraestrutura de CT 8. Redes de Inovação 13. Difusão da informação e do conhecimento

Fonte: Elaboração própria. *Sugestão de atores para a governança ou coordenação da ação.



Tabela 45 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Geração Hidroelétrica (Curto Prazo) (Continuação) (continuação)

N.	Atividades de fomento/ indutoras e/ou instrumentos	Organizações financiadoras	Sugestões de atores envolvidos	Rotas aplicáveis
1	Apoio à estruturação de programas nacionais, plataformas de inovação, mobilização, consórcios, associações etc.	Programa P&D Aneel, FAPs, CNPq, Capes, Finep	Aneel,* ministérios (MME), EPE, ICTs	1 a 9
2	Estudos sobre regulação, normatização e regulamentação	Finep, fundos internacionais, FAPs	ABNT, Inmetro, EPE, ONS, Aneel,* associações	1 a 9
3	Deduções fiscais e de impostos de importação	Lei do Bem e da Inovação		
	Apoio a projetos de PD&I	Programa P&D Aneel, Finep, FAPs	Aneel, ministérios, ONS, EPE, ICTs,	2, 6, 8 e 9
	Editais para projetos de inovação cooperados	Embrapii, Finep, FAPs	empresas,* associações	
Investimentos em laboratórios e equipamentos	Finep, FAPs, Programa P&D Aneel, BNDES			
4	Deduções fiscais e de impostos de importação	Lei do Bem e da Inovação		
	Apoio a projetos de PD&I	Programa P&D Aneel, Finep, FAPs	Aneel, ministérios, ONS, EPE, ICTs,	1, 3, 5 e 7
	Editais para projetos de inovação cooperados	Embrapii, Finep, FAPs	empresas,* associações	
	Investimentos em laboratórios e equipamentos	Finep, FAPs, Programa P&D Aneel, BNDES		
Investimentos em laboratórios e equipamentos	Finep, FAPs, Programa P&D Aneel, BNDES			
5	Criação de cursos de graduação e pós acadêmicos	CNPq, Capes, FAPs	ICTs, MEC/Capes,* MCTI*/CNPq,* MDIC, Sistema S	1 a 9
	Criação de cursos técnicos e profissionalizantes	MDIC, Capes, CNPq, Sistema S, Sebrae		
6	Investimentos em bancos de dados, mapeamentos e sistemas de gerenciamento da informação e de conhecimento	Finep, FAPs, Programa P&D Aneel, orçamentos próprios (Aneel, EPE, ONS)		
	Intercâmbios organizacionais, redes acadêmicas, consórcios, congressos, workshops	Finep, FAPs, Programa P&D Aneel, Capes, CNPq	ICTs, MEC/Capes,* MCTI/CNPq,* MDIC	1 a 9
	Criação e fomento a periódicos para a difusão do conhecimento	Finep, FAPs, Programa P&D Aneel, Capes, CNPq		

Fonte: Elaboração própria. *Sugestão de atores para a governança ou coordenação da ação.

Tabela 46 - Agenda de ações de CT&I: Macrotematática Geração Hidroelétrica (Médio Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado esperado	Categoria de instrumentos
7	Mobilizar grupo de trabalho para o aprimoramento das normatizações, regulações e regulamentações para a inserção de novas tecnologias de usinas	Proposições para o aprimoramento do ambiente regulatório nacional específico à inserção de novas tecnologias de usinas	8. Redes de Inovação 9. Regulação/ normatização/ regulamentação
8	Executar estudos avançados de caracterização das oportunidades de ações de eficiência energética nas usinas hidrelétricas	Estudos de caracterização das oportunidades de ações de eficiência energética nas usinas hidrelétricas	5. Serviços técnicos e consultorias 2. Apoio direto à P&D interna 8. Redes de Inovação 15. Infraestrutura de CT&I
9	Criar projetos demonstrativos com foco na integração de tecnologias de geração e em turbinas tipo bulbo de elevada eficiência	Teste, experimentação e desenvolvimento de novas tecnologias de integração e em turbinas tipo bulbo de elevada eficiência	1. Incentivos fiscais para P&D 2. Apoio direto à P&D interna das firmas 7. Políticas para apoio à colaboração (U-E ou E-E) 15. Infraestrutura de CT&I
10	Criar demanda pré-comercial para turbinas e geradores mais eficientes, hidrocínéticas e fishfriendly	Avançar na maturidade das rotas tecnológicas	Compra de lote pioneiro para a inserção inicial da tecnologia Contratação de desenvolvimento demonstrativo e piloto de soluções tecnológicas Premiação para empresas inovadoras

Fonte: Elaboração própria. *Sugestão de atores para a governança ou coordenação da ação



Tabela 46 - Agenda de ações de CT&I: Macrotematática Geração Hidroelétrica (Médio Prazo) (Continuação) (continuação)

N.	Atividades de fomento/ indutoras e/ou instrumentos	Organizações financiadoras	Sugestões de atores envolvidos	Rotas Aplicáveis
7	Estudos sobre regulação, normatização e regulamentação	Finep, fundos internacionais, FAPs	ABNT, Inmetro, EPE, ONS, Aneel,* associações	1 a 9
8	Contratação de serviços técnicos e de consultorias para estudos por meio de recursos próprios e/ou de apoios externos	Finep, FAPs, Aneel, MME, ONS, EPE		1 a 9
	Apoio a projetos de PD&I	Programa P&D Aneel, Finep, FAPs, Capes, CNPq	Aneel, MME,* ONS,* EPE, ICTs, empresas, associações, CGIEE	
	Pesquisas colaborativas/ cooperadas	Programa P&D Aneel, Finep, FAPs, Capes, CNPq		
	Investimentos em laboratórios e equipamentos	Finep, FAPs, Programa P&D Aneel		
	Deduções fiscais e de impostos de importação	Lei do Bem e da Inovação		
9	Apoio a projetos de PD&I	Programa P&D Aneel, Finep, FAPs	Aneel,* ministérios, ONS, EPE, ICTs, empresas,* associações	2, 3, 4, 5, 6, 8 e 9
	Editais para projetos de inovação cooperados	Embrapii, Finep, FAPs		
	Investimentos em laboratórios e equipamentos	Finep, FAPs, Programa P&D Aneel, BNDES		
10	P&D Aneel, Finep			1, 2, 4, 6, 8 e 9
	P&D Aneel, Finep	Ministérios, Aneel, EPE, ONS, BNDES, Sebrae, associações	MCTIC, MDIC,* Aneel, associações, BNDES	
	P&D Aneel, Finep, fundos internacionais, BNDES, FAPs, ministérios, CNI, CNPq			

Fonte: Elaboração própria. *Sugestão de atores para a governança ou coordenação da ação.

**Tabela 47 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática
Geração Hidroelétrica (Longo Prazo) (continua)**

N.	Ações	Resultado esperado	Categoria de instrumentos
11	Criar projetos demonstrativos de novas tecnologias de projeto e construção de usinas para a geração hidrocínética	Teste, experimentação e desenvolvimento de novas tecnologias de projeto e construção de usinas para a geração hidrocínética	1. Incentivos fiscais para P&D 2. Apoio direto à P&D interna das firmas 7. Políticas para apoio à colaboração (U-E ou E-E) 15. Infraestrutura de CT&I
12	Criar demanda pré-comercial para turbinas para baixa queda e elevada vazão (tipo bulbo) de elevada eficiência	Avançar na maturidade das rotas tecnológicas	Compra de lote pioneiro para a inserção inicial da tecnologia Contratação de desenvolvimento demonstrativo e piloto de soluções tecnológicas Premiação para empresas inovadoras

Fonte: Elaboração própria. *Sugestão de atores para a governança ou coordenação da ação.



Tabela 47 - Agenda de ações de CT&I: Macrotêmica Geração Hidroelétrica (Longo Prazo) (continuação)

N.	Atividades de fomento/indutoras e/ou instrumentos	Organizações financiadoras	Sugestões de atores envolvidos	Rotas aplicáveis
11	Deduções fiscais e de impostos de importação	Lei do Bem e da Inovação	Aneel,* ministérios, ONS, EPE, ICTs, empresas,* associações	4
	Apoio a projetos de PD&I	Programa P&D Aneel, Finep, FAPs		
	Editais para projetos de inovação cooperados	Embrapii, Finep, FAPs		
	Investimentos em laboratórios e equipamentos	Finep, FAPs, Programa P&D Aneel, BNDES		
12	P&D Aneel, Finep	Ministérios, Aneel, EPE, ONS, BNDES, Sebrae, associações	MCTIC, MDIC,* Aneel, associações, BNDES	2, 6, 8 e 9
	P&D Aneel, Finep			
	P&D Aneel, Finep, fundos internacionais, BNDES, FAPs, ministérios, CNI, CNPq			

Fonte: Elaboração própria. *Sugestão de atores para a governança ou coordenação da ação.

A tabela a seguir apresenta as rotas tecnológicas referenciadas na tabela anterior.

Tabela 48 - Ordem de prioridade dos investimentos em P&D nas rotas tecnológicas abordadas na macrotemática Geração Hidroelétrica

Prioridade	Rota Tecnológica	Temática
1	Interação com o ambiente	Planejamento, monitoramento e operação
2	UHR	Equipamentos
3	Estudo do recurso hidráulico	Planejamento, monitoramento e operação
4	CHC	Equipamentos
5	O&M	Planejamento, monitoramento e operação
6	UHE	Equipamentos
7	Projeto civil	Planejamento, monitoramento e operação
8	PCH	Equipamentos
9	CGH	Equipamentos

Fonte: Elaboração própria.

5.8. Energia Nuclear

O objetivo geral da macrotemática é aumentar a competitividade e reduzir o custo da geração nucleoeletrica pelo aumento do desempenho e da extensão de vida das usinas existentes, desenvolvimento, aprimoramento ou adequação de processos, requisitos e tecnologias para a escolha das novas usinas e dos seus respectivos sítios, nacionalização de componentes e processos de fabricação de elementos combustíveis, gestão de rejeitos e combustíveis usados e seleção de tecnologias de descomissionamento e desenvolvimento, onde couber, de reatores nucleares de variados portes.

Seguindo uma tendência mundial de utilização crescente da fonte nuclear, deverá ocorrer no Brasil uma expansão dessa fonte de energia dimensionada por questões de segurança energética, metas de redução de emissões, manutenção de mão de obra especializada e economicidade do ciclo do combustível nuclear. As temáticas que permeiam estas questões são: tecnologias de reatores nucleares, tecnologias do ciclo do combustível, tecnologias de gestão de rejeitos e combustíveis usados e tecnologias de descomissionamento. Cabe destacar que a opção nuclear pode oferecer importante



contribuição para a transição hidrotérmica do sistema elétrico brasileiro, com potencial para fornecer eletricidade a custos competitivos entre as térmicas e sem negligenciar o enfrentamento das questões relativas às mudanças climáticas.

Para a consecução do objetivo geral estão previstos objetivos de curto, médio e longo prazos traduzidos nas seguintes metas regulatórias, tecnológicas e de inovação:

Tabela 49 - Metas regulatórias, tecnológicas e de inovação: Macrotemática Energia Nuclear

Metas	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo Prazo
Regulatória	Criar uma normatização nacional para a gestão de rejeitos e combustíveis nucleares	Aprimorar a normatização nacional para a gestão de rejeitos e combustíveis nucleares, incluindo a normatização para o aproveitamento dos rejeitos	
Tecnológica	Realizar estudos para: a) determinar inventário isotópico dos rejeitos de baixo e médio níveis de radiação da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (CNAAA) b) definir formas de armazenamento a seco dos combustíveis utilizados c) Criar programas para: d) gerenciamento do envelhecimento da usina Angra 1 e) aumento da disponibilidade da usina de Angra 2	Desenvolver metodologias para o gerenciamento do envelhecimento da usina Angra 2 Desenvolver projetos demonstrativos para: a) desenvolvimento de Elementos Combustíveis para usinas de Geração II b) avaliação e seleção de novas usinas de Geração III/III+ c) avaliação e seleção de sítio de novas usinas de Geração III/III+ d) tecnologias de descomissionamento das usinas brasileiras	Desenvolver projetos demonstrativos para o desenvolvimento de Elementos Combustíveis para usinas de Geração III/III+
Inovação		Fazer inserção piloto de combustíveis avançados de alta queima de Geração II	Fazer inserção piloto de combustíveis avançados de alta queima de Geração III/III+

Fonte: Elaboração própria.

A estratégia de CT&I que permitirá esses avanços pode ser sintetizada da seguinte forma:

Construção das bases para o desenvolvimento e a inserção de novas tecnologias de Geração Nuclear no mercado interno por meio da criação de regulações específicas, do estabelecimento de redes de pesquisa, de parcerias e de grupos de trabalho, da elaboração de projetos demonstrativos, da

geração de competências nacionais em termos de recursos humanos e de infraestrutura de CT&I e do desenvolvimento de combustíveis avançados de alta queima para as usinas brasileiras.

Planejamento de ações levando em consideração as rotas tecnológicas priorizadas, isto é: PWR Geração II, Elemento Combustível II, Descomissionamento, PWR Geração III e Elemento Combustível III e as rotas de rejeitos e combustíveis usados. No curto prazo, as ações são voltadas para a preparação de um ambiente para a inovação (estabelecimento de redes de estudo, grupos de trabalho, geração de competências) e para P&D com foco em combustíveis e rejeitos e em extensão da vida útil das usinas. No médio prazo, as pesquisas avançam com foco em P&D no desenvolvimento e no aprimoramento de insumos, processos produtivos, componentes e testes de qualificação para o desenvolvimento de elementos combustíveis para as usinas de Geração II e para a seleção e a localização de novas usinas de Geração III/III+, e no descomissionamento. No longo prazo, o foco de P&D passa a ser nos elementos combustíveis para as usinas de Geração III/III+.



Tabela 50 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Energia Nuclear (Curto Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado esperado	Categoria de instrumentos
1	Estabelecer redes colaborativas de estudos para a coordenação das pesquisas e desenvolvimento em tecnologias em geração nuclear	Redes e/ou grupos de trabalho capazes de coordenar a PD&I, otimizando esforços, buscando sinergias e maximizando os resultados das pesquisas	8. Redes de Inovação
2	Mobilizar grupo de trabalho para a normatização nacional da gestão de rejeitos e combustíveis nucleares	Proposições de um ambiente normativo nacional específico para a gestão de rejeitos e combustíveis nucleares	8. Redes de Inovação 9. Regulação/ normatização/ regulamentação
3	Executar inventário de rejeitos nucleares e estudos de soluções para o armazenamento a seco dos combustíveis nucleares	Inventários, estudos e bases de dados sobre rejeitos nucleares e armazenamento de combustíveis	5. Serviços técnicos e consultorias 2. Apoio direto à P&D interna 8. Redes de Inovação 15. Infraestrutura de CT&I
4	Criar projetos demonstrativos ou modelos para gerenciar o envelhecimento e promover a extensão da vida útil das usinas	Teste, experimentação e desenvolvimento de novas metodologias, técnicas ou tecnologias para gerenciar o envelhecimento e promover a extensão da vida útil das usinas	1. Incentivos fiscais para P&D 2. Apoio direto à P&D interna das firmas 7. Políticas para apoio à colaboração (U-E ou E-E) 15. Infraestrutura de CT&I
5	Gerar competências internas em recursos humanos e infraestrutura de CT&I nas rotas tecnológicas de geração nuclear	Competência nacional para pesquisa e implantação de soluções em geração nuclear	15. Infraestrutura de CT&I 3. Políticas de formação e capacitação 3. Políticas de formação e capacitação

Fonte: Elaboração própria. *Sugestão de atores para a governança ou coordenação da ação.



Tabela 50 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Energia Nuclear (Curto Prazo) (continuação)

N.	Atividades de fomento/ indutoras e/ou instrumentos	Organizações financiadoras	Sugestões de atores envolvidos	Rotas aplicáveis
1	Apoio à estruturação de programas nacionais, plataformas de inovação, mobilização, consórcios, associações etc.	Programa P&D Aneel, FAPs, CNPq, Capes, Finep	Aneel, ministérios (MCTI), EPE, ICTs, Eletronuclear,* Cnen*	1 a 7
2	Estudos sobre regulação, normatização e regulamentação	Finep, fundos internacionais, FAPs	MMA,* Eletronuclear, Cnen,* INB/FCN, ABNT, Inmetro, EPE, ONS, Aneel,* associações	6 e 7
3	Contratação de serviços técnicos e consultorias para estudos através de recursos próprios e/ou apoios externos	Finep, FAPs, Aneel, MME, ONS, EPE	Eletronuclear,* Cnen, INB/FCN, Aneel, ministérios (MCTI), ONS, EPE, ICTs, empresas (usinas), associações	6 e 7
	Apoio a projetos de PD&I	Programa P&D Aneel, Finep, FAPs, Capes, CNPq		
	Pesquisas colaborativas/cooperadas	Programa P&D Aneel, Finep, FAPs, Capes, CNPq		
4	Investimentos em laboratórios e equipamentos	Finep, FAPs, Programa P&D Aneel	Eletronuclear,* Cnen, Aneel Ministérios; ONS; EPE; ICTs, Empresas, Associações	1
	Deduções fiscais e de impostos de importação	Lei do Bem e da Inovação		
	Apoio a projetos de PD&I	Programa P&D Aneel, Finep, FAPs		
	Editais para projetos de inovação cooperados	Embrapii, Finep, FAPs		
5	Investimentos em laboratórios e equipamentos	Finep, FAPs, Programa P&D Aneel, BNDES	Eletronuclear, Cnen, ICTs, MEC/ Capes, MCTI*/CNPq, MDIC, Sistema S	1 a 7
	Criação de cursos de graduação e pós acadêmicos	CNPq, Capes, FAPs		
	Criação de cursos técnicos e profissionalizantes	MDIC, Capes, CNPq, Sistema S, Sebrae		

Fonte: Elaboração própria. *Sugestão de atores para a governança ou coordenação da ação.

Tabela 51 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Energia Nuclear (Médio Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado esperado	Categoria de instrumentos
6	Mobilizar grupo de trabalho para aprimorar a normatização nacional para a gestão de rejeitos e combustíveis nucleares	Proposições de um ambiente normativo aprimorado para a gestão de rejeitos e combustíveis nucleares	8. Redes de Inovação 9. Regulação/ normatização/ regulamentação
7	Desenvolver metodologias e conceitos para o gerenciamento do envelhecimento da usina Angra 2	Metodologias, conceitos e procedimentos para o gerenciamento do envelhecimento de usinas nucleares	5. Serviços técnicos e consultorias 2. Apoio direto à P&D interna 8. Redes de Inovação 15. Infraestrutura de CT&I
8	Criar projetos demonstrativos em Elementos Combustíveis Geração II, seleção de novas usinas e sítios, e descomissionamento	Teste, experimentação e desenvolvimento de Elementos Combustíveis Geração II, seleção de novas usinas e sítios, e tecnologias e sistemáticas de descomissionamento	1. Incentivos fiscais para P&D 2. Apoio direto à P&D interna das firmas 7. Políticas para apoio à colaboração (U-E ou E-E) 15. Infraestrutura de CT&I
9	Criar demanda pré-comercial para uso de combustíveis avançados de alta queima de Geração II	Avançar na maturidade da rota tecnológica e fazer inserção piloto de combustíveis avançados de alta queima de Geração II	10. Compras públicas de tecnologia 11. Compras de tecnologias pré-comerciais 12. Prêmios de indução à inovação

Fonte: Elaboração própria. *Sugestão de atores para a governança ou coordenação da ação.



Tabela 51 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Energia Nuclear (Médio Prazo) (continuação)

N.	Atividades de fomento/ indutoras e/ou instrumentos	Organizações financiadoras	Sugestões de atores envolvidos	Rotas aplicáveis
6	Estudos sobre regulação, normatização e regulamentação	Finep, fundos internacionais, FAPs	MMA,* Eletronuclear, Cnen,* INB/FCN, ABNT, Inmetro, EPE, ONS, Aneel,* associações	6 e 7
	Contratação de serviços técnicos e de consultorias para estudos por meio de recursos próprios e/ou apoios externos	Finep, FAPs, Aneel, MME, ONS, EPE		
7	Apoio a projetos de PD&I	Programa P&D Aneel, Finep, FAPs, Capes, CNPq	Eletronuclear,* Cnen, Aneel, ministérios, ONS, EPE, ICTs, empresas, associações	1
	Pesquisas colaborativas/cooperadas	Programa P&D Aneel, Finep, FAPs, Capes, CNPq		
	Investimentos em laboratórios e equipamentos	Finep, FAPs, Programa P&D Aneel		
8	Deduções fiscais e de impostos de importação	Lei do Bem e da Inovação	Eletronuclear,* Cnen, Aneel, ministérios, ICTs, empresas, associações, MME e EPE (seleção de sítios)	2 a 4
	Apoio a projetos de PD&I	Programa P&D Aneel, Finep, FAPs		
	Editais para projetos de inovação cooperados	Embrapii, Finep, FAPs		
9	Investimentos em laboratórios e equipamentos	Finep, FAPs, Programa P&D Aneel, BNDES	Eletronuclear,* Cnen, ministérios, Aneel, EPE, ONS, BNDES, associações	2
	Compra de lote pioneiro para a inserção inicial da tecnologia	P&D Aneel, Finep		
	Contratação de desenvolvimento demonstrativo e piloto de soluções tecnológicas	P&D Aneel, Finep		
	Premiação para empresas inovadoras	P&D Aneel, Finep, fundos internacionais, BNDES, FAPs, ministérios, CNPq		

Fonte: Elaboração própria. *Sugestão de atores para a governança ou coordenação da ação.

Tabela 52 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Energia Nuclear (Longo Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado esperado	Categoria de instrumentos
10	Criar projetos demonstrativos em Elementos Combustíveis para usinas de Geração III/III+	Teste, experimentação e desenvolvimento de Elementos Combustíveis Geração III/III+	1. Incentivos fiscais para P&D 2. Apoio direto à P&D interna das firmas 7. Políticas para apoio à colaboração (U-E ou E-E) 15. Infraestrutura de CT&I
11	Criar demanda pré-comercial para uso de combustíveis avançados de alta queima de Geração III/III+	Avançar na maturidade da rota tecnológica e fazer inserção piloto de combustíveis avançados de alta queima de Geração III/III+	10. Compras públicas de tecnologia 11. Compras de tecnologias pré-comerciais 12. Prêmios de indução à inovação

Fonte: Elaboração própria. *Sugestão de atores para a governança ou coordenação da ação.



Tabela 52 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Energia Nuclear (Longo Prazo) (continuação)

N.	Atividades de fomento/ indutoras e/ou instrumentos	Organizações financiadoras	Sugestões de atores envolvidos	Rotas aplicáveis
10	Deduções fiscais e de impostos de importação	Lei do Bem e da Inovação	Eletronuclear,* Cnen, Aneel, ministérios, ONS, EPE, ICTs, empresas, associações	5
	Apoio a projetos de PD&I	Programa P&D Aneel, Finep, FAPs		
	Editais para projetos de inovação cooperados	Embrapii, Finep, FAPs		
	Investimentos em laboratórios e equipamentos	Finep, FAPs, Programa P&D Aneel, BNDES		
11	Compra de lote pioneiro para a inserção inicial da tecnologia	P&D Aneel, Finep	Eletronuclear,* Cnen, ministérios, Aneel, EPE, ONS, BNDES, associações	5
	Contratação de desenvolvimento demonstrativo e piloto de soluções tecnológicas	P&D Aneel, Finep		
	Premiação para empresas inovadoras	P&D Aneel, Finep, fundos internacionais, BNDES, FAPs, ministérios, CNPq		

Fonte: Elaboração própria. *Sugestão de atores para a governança ou coordenação da ação.

A tabela a seguir apresenta as rotas tecnológicas referenciadas na tabela anterior.

Tabela 53 - Ordem de prioridade dos investimentos em P&D nas rotas tecnológicas abordadas na macrotemática Energia Nuclear (continua)

Prioridade	Rota Tecnológica	Temática
1	PWR Geração II	Combustíveis
2	Elemento combustível II	Descomissionamento
3	Descomissionamento	Sistemas
4	PWR Geração III	Sistemas
5	Elemento Combustível III	Combustíveis

Fonte: Elaboração própria.

5.9. Armazenamento de Energia

O objetivo geral da macrotemática Armazenamento de Energia é desenvolver tecnologia nacional de sistemas de armazenamento de energia de grande porte para fontes de geração intermitente como a eólica e a solar FV de grande porte, e de médio e pequeno portes para a GD (majoritariamente solar FV) e para a implantação de microrredes.

O desenvolvimento das tecnologias de armazenamento de energia visam a uma maior eficiência operativa dos sistemas elétricos, maior confiabilidade, resiliência e qualidade no fornecimento da energia, integração de fontes renováveis intermitentes e aumento do nível de cogeração. Também terão um papel importante na descarbonização do sistema energético. Embora algumas tecnologias de armazenamento de energia estejam maduras ou próximas da maturidade, a maior parte delas ainda está nos estágios iniciais de desenvolvimento, e atualmente ainda apresentam custos elevados e demandarão investimentos em pesquisa e desenvolvimento para que seu potencial possa ser plenamente realizado.

Para a consecução do objetivo geral estão previstos objetivos de curto, médio e longo prazos traduzidos nas seguintes metas regulatórias, tecnológicas e de inovação:

T



**Tabela 54 - Metas regulatórias, tecnológicas e de inovação:
Macrotemática Armazenamento de Energia (continuação)**

Metas	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo Prazo
Regulatória	<p>Criar uma regulação e uma regulamentação nacional específicas para a inserção de Sistemas de Armazenamento de Energia (SAEs) no SIN e para a inserção de SAEs nas instalações de geração</p>	<p>Criar uma regulação e uma normatização nacional específica para a inserção do SAE em GD e microrrede</p> <p>Criar normatização para a operação de sistemas de logística reversa</p>	<p>Criar normatização para outros SAEs para grande porte, com vistas ao desenvolvimento e ao uso no Brasil</p>
Tecnológica	<p>Apoiar a implantação e acompanhar os projetos estratégicos da chamada Aneel, e eventuais outros, em gestão, operação e manutenção dos SAEs no sistema elétrico de potência (SEP)</p>	<p>Desenvolver projeto demonstrativo de logística reversa e de integração de SAE com sistemas intermitentes e sistemas de supervisão e controle da geração e transmissão</p>	<p>Desenvolver projeto demonstrativo de armazenamento mecânico e térmico com tecnologia nacional</p>
Inovação		<p>Fazer inserção de soluções de SAE no SIN baseadas principalmente em baterias e supercapacitores</p>	<p>Escalar e difundir as soluções piloto de SAE no SIN</p>

Fonte: Elaboração própria.

A estratégia de CT&I que permitirá estes avanços pode ser sintetizada da seguinte forma:

Construção das bases para a inserção e o desenvolvimento de tecnologias de Armazenamento de Energia por meio da criação de um ambiente regulatório e normativo nacional específico, do estabelecimento de redes de pesquisa e de grupos de trabalho, da geração de competências nacionais em termos de recursos humanos e de infraestrutura de CT&I, da elaboração de projetos demonstrativos e da definição de modelos de negócio que viabilizem a implantação das soluções desenvolvidas.

Priorização das ações considerando as rotas tecnológicas que têm potencial para apresentar resultados mais rápidos como o armazenamento Eletroquímico (Baterias), BMS e Armazenamento Mecânico (Bombeamento Reversível), evoluindo posteriormente para o desenvolvimento de tecnologias de logística reversa e para a integração dos sistemas de Armazenamento de Energia. A mais longo prazo, avançar as ações para as rotas de Armazenamento Térmico e Armazenamento Mecânico (*Compressed Air Energy Storage -Caes - e Liquid Air Energy Storage - Laes*).

Foco de P&D na integração dos sistemas de armazenamento aos sistemas de geração intermitente de grande porte e aos sistemas de GD e microrredes, em sistemas eletrônicos e *softwares* de supervisão e controle e em soluções de logística reversa que minimizem impactos ambientais nos processos de fabricação, operação e descarte. No longo prazo, escalar e difundir as soluções desenvolvidas.



Tabela 55 - Agenda de ações de CT&I: Macrotêmica
Armazenamento de Energia (Curto Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado esperado	Categoria de instrumentos
1	Estabelecer redes colaborativas de estudos para a coordenação do PD&I em SAE e para o mapeamento e a caracterização constante das tecnologias e dos materiais utilizados, e de sua viabilidade	Redes de pesquisa, parcerias e grupos de trabalho capazes de coordenar o PD&I, otimizando esforços, buscando sinergias e maximizando resultados em SAEs	8. Redes de Inovação
2	Mobilizar grupo de trabalho para desenvolver regulações e regulamentações para a inserção de tecnologias de SAE no SIN, notadamente nas instalações de geração (incluindo as usinas de reservatório)	Proposições de um ambiente regulatório nacional e de modelos de negócio específicos para viabilizar a inserção no mercado das tecnologias de SAE	8. Redes de Inovação 9. Regulação/ normatização/ regulamentação
3	Apoiar a implantação e acompanhar os projetos estratégicos da chamada Aneel, e eventuais outros, em gestão e operação de tecnologias em SAE	Teste, experimentação e desenvolvimento de tecnologias e padrões técnicos para SAEs	2. Apoio direto à P&D interna das firmas 7. Políticas para apoio à colaboração (U-E ou E-E) 15. Infraestrutura de CT&I
4	Gerar competências internas em recursos humanos e infraestrutura específicas de CT&I em SAE	Competência nacional para P&DI nas temáticas/ rotas tecnológicas priorizadas com ênfase nas aplicações de SAEs	Investimentos em laboratórios e equipamentos Criação de cursos técnicos e profissionalizantes

Fonte: Elaboração própria.



Tabela 55 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Armazenamento de Energia (Curto Prazo) (continuação)

N.	Atividades de fomento/ indutoras e/ou instrumentos	Organizações financiadoras	Sugestões de atores envolvidos	Rotas aplicáveis
1	Apoio à estruturação de programas nacionais, plataformas de inovação, mobilização, consórcios, associações etc.	Programa P&D Aneel, FAPs, CNPq, Capes, Finep	Aneel, ministérios, EPE, ICTs	1 a 11
2	Estudos sobre regulação, normatização e regulamentação (especificando conforme a meta regulatória)	Finep, fundos internacionais, FAPs	ABNT, Inmetro, EPE, ONS, Aneel, associações	1 a 4
3	Apoio a projetos de PD&I Editais para projetos de inovação cooperados	Programa P&D Aneel, Finep, FAPs Embrapii, Finep, FAPs	Aneel, ministérios, ONS, EPE, ICTs, empresas, associações	1 a 4
4	Investimentos em laboratórios e equipamentos Finep, FAPs, Programa P&D Aneel, BNDES MDIC, Capes, CNPq, Sistema S, Sebrae	Finep, FAPs, Programa P&D Aneel, BNDES ICTs, MEC/Capes, MCTI/ CNPq, MDIC, Sistema S	Universidades, IFs, MEC, Senai	1 a 4

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 56 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Armazenamento de Energia (Médio Prazo) (continua)

N	Ações	Resultado esperado	Categoria de instrumentos
5	Gerar competências internas em recursos humanos e infraestrutura específicas de CT&I em SAE	Competência nacional para P&DI nas temáticas/ rotas tecnológicas prioritizadas com ênfase nas aplicações de SAEs	Investimentos em laboratórios e equipamentos Criação de cursos técnicos e profissionalizantes
6	Mobilizar grupo de trabalho para desenvolver regulações e normatizações para a inserção de SAEs em GD e microrredes	Proposta de normatização para a inserção de SAEs em GD e microrredes a ser implantada pelo órgão pertinente	8. Redes de Inovação 9. Regulação/ normatização/ regulamentação
7	Mobilizar grupo de trabalho para desenvolver regulamentação para a operação de sistemas de logística reversa, a partir da Lei Federal de Resíduos Sólidos	Proposta de regulamentação para a implementação de sistemas de logística reversa para SAEs em desenvolvimento no Brasil	8. Redes de Inovação 9. Regulação/ normatização/ regulamentação
8	Criar projetos demonstrativos de logística reversa para SAEs	Teste, experimentação e desenvolvimento de tecnologias de logística reversa para SAEs - sistemas de reciclagem e descarte de baterias	1. Incentivos fiscais para P&D 2. Apoio direto à P&D interna das firmas 7. Políticas para apoio à colaboração (U-E ou E-E) 15. Infraestrutura de CT&I
9	Criar projetos demonstrativos de integração de SAE entre sistemas intermitentes e de supervisão e controle da Geração e Transmissão	Teste, experimentação e desenvolvimento de tecnologias para integração de SAEs	1. Incentivos fiscais para P&D 2. Apoio direto à P&D interna das firmas 7. Políticas para apoio à colaboração (U-E ou E-E) 15. Infraestrutura de CT&I
10	Gerar demanda para a implantação de baterias e supercapacitores no SIN, e outras soluções em SAEs, conforme modelos de negócio definidos no curto prazo	Criação de mercado para a difusão das tecnologias desenvolvidas e, assim, para ampliar a aplicação dos sistemas de armazenamento	9. Regulação / Normatização / Regulamentação 14. Financiamento público para inovação

Fonte: Elaboração própria.



Tabela 56 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Armazenamento de Energia (Médio Prazo) (continuação)

N	Atividades de fomento/ indutoras e/ou instrumentos	Organizações Financiadoras	Sugestões de atores envolvidos	Rotas Aplicáveis
5	Finep, FAPs, Programa P&D Aneel, BNDES	ICTs, MEC/Capes, MCTI/CNPq, MDIC, Sistema S	Universidades, IFs, MEC, Senai	1 a 11
	MDIC, Capes, CNPq, Sistema S, Sebrae			
6	Estudos sobre regulação, normatização e regulamentação	Finep, fundos internacionais, FAPs	ABNT, Inmetro, EPE, ONS, Aneel, associações	1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11
7	Estudos sobre regulação, normatização e regulamentação	Finep, fundos internacionais, FAPs	ABNT, Inmetro, EPE, ONS, Aneel, associações	2, 4, 7
8	Deduções fiscais e de impostos de importação	Lei do Bem e da Inovação, Lei de Resíduos Sólidos	Aneel, ministérios, ONS, EPE, ICTs, empresas, associações	2, 4, 7, 11
	Apoio a projetos de PD&I	Programa P&D Aneel, Finep, FAPs		
	Editais para projetos de inovação cooperados	Embrapii, Finep, FAPs		
	Investimentos em laboratórios e equipamentos	Finep, FAPs, Programa P&D Aneel, BNDES		
9	Deduções fiscais e de impostos de importação	Lei do Bem e da Inovação, Lei de Resíduos Sólidos	Aneel, ministérios; ONS, EPE, ICTs, empresas, associações	1 a 4
	Apoio a projetos de PD&I	Programa P&D Aneel (chamadas estratégicas), Finep, FAPs		
	Editais para projetos de inovação cooperados	Embrapii, Finep, FAPs		
	Investimentos em laboratórios e equipamentos	Finep, FAPs, Programa P&D Aneel, BNDES		
10	Atos regulatórios, leilões para fontes específicas, definição de critérios e parâmetros para a modernização tecnológica, modelos de negócio (definidos no curto prazo)	MME, Aneel, EPE, ONS	MDIC, MME, MCTI, Aneel, associações, BNDES, ABDI	2 a 7
	Financiar a modernização tecnológica no SEB	BNDES, Finep		

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 57 - Agenda de ações de CT&I: Macrotematática Armazenamento de Energia (Longo Prazo) (continua)

N	Ações	Resultado esperado	Categoria de instrumentos
11	Mobilizar grupo de trabalho para desenvolver regulações e normatizações de outros SAEs para grande porte	Proposta de normatização para a inserção de outros SAEs a ser implantada pelo órgão pertinente	8. Redes de Inovação 9. Regulação/ normatização/ regulamentação
12	Criar projetos demonstrativos para o desenvolvimento da tecnologia de integração de SAEs mecânicos e térmicos	Criação de mercado para a difusão das tecnologias desenvolvidas e, assim, para ampliar a aplicação dos sistemas de armazenamento	1. Incentivos fiscais para P&D 2. Apoio direto à P&D interna das firmas 7. Políticas para apoio à colaboração (U-E ou E-E) 15. Infraestrutura de CT&I
13	Gerar demanda para implantação de SAEs	Criação de mercado para a difusão das tecnologias de SAE desenvolvidas	9. Regulação/ normatização / regulamentação 14. Financiamento público para inovação

Fonte: Elaboração própria.



Tabela 57 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Armazenamento de Energia (Longo Prazo) (continuação)

N	Atividades de fomento/ indutoras e/ou instrumentos	Organizações financiadoras	Sugestões de atores envolvidos	Rotas aplicáveis
11	Estudos sobre regulação, normatização e regulamentação	Finep, fundos internacionais, FAPs	ABNT, Inmetro, EPE, ONS, Aneel, associações	6, 9, 10
	Deduções fiscais e de impostos de importação	Lei do Bem e da Inovação		
12	Apoio a projetos de PD&I	Programa P&D Aneel, Finep, FAPs	Aneel, ministérios, ONS, EPE, ICTs, empresas, associações	3, 6 a 10
	Editais para projetos de inovação cooperados	Embrapii, Finep, FAPs		
	Investimentos em laboratórios e equipamentos	Finep, FAPs, Programa P&D Aneel, BNDES		
13	Atos regulatórios, leilões para fontes específicas, definição de critérios e parâmetros para a modernização tecnológica	MME, Aneel, EPE, ONS ou outros	MDIC, MME, MCTI, Aneel, associações, BNDES, ABDI	1 a 4, 6 a 10
	Financiar a modernização tecnológica no SEB	BNDES, Finep		

Fonte: Elaboração própria.

A tabela a seguir apresenta as rotas tecnológicas referenciadas na tabela anterior.

Tabela 58 - Ordem de prioridade dos investimentos em P&D nas rotas tecnológicas abordadas na macrotemática Armazenamento de Energia

Prioridade	Rota Tecnológica	Temática
1	BMS	O&M - desenvolvimento de aplicações
2	Baterias	Armazenamento eletroquímico
3	Bombeamento reverso	Sistemas de armazenamento mecânico
4	Supercapacitores	Armazenamento elétrico
5	Armazenamento energético em forma de gás	Armazenamento químico
6	Volante de inércia	Sistemas de armazenamento mecânico
7	Armazenamento térmico com e sem transformação de fase	Sistemas de armazenamento térmico
8	Termoquímicos (reatores)	Armazenamento termoquímico
9	Caes	Sistemas de armazenamento mecânico
10	Laes	Sistemas de armazenamento mecânico
11	Supermagnetos	Armazenamento elétrico

Fonte: Elaboração própria.

5.10. Soluções Apropriadas de Geração de Eletricidade em Regiões Remotas

O objetivo geral da macrotemática é o desenvolvimento de tecnologias de integração de fontes energéticas para atenderem os sistemas observados em regiões remotas (isolados e conectados ao SIN, com ou sem GD).

As necessidades de energia elétrica e as oportunidades específicas de fontes de energia associadas a determinadas áreas e regiões (regiões remotas) abrem um leque de oportunidades para a elaboração de soluções tecnológicas inovadoras para a exploração eficiente dessas fontes. Exemplos de regiões remotas são as comunidades isoladas não interligadas à rede convencional (ilhas, regiões de difícil acesso) e as áreas rurais atendidas por extensões de rede com serviço de energia elétrica deficiente. As fontes de energia renováveis locais tais como a solar fotovoltaica e a eólica são exemplos de possíveis fontes



disponíveis nessas localidades. Cabe destacar, portanto, a interdependência desta macrotemática com a Geração Eólica e Solar Fotovoltaica, com os Sistemas de Armazenamento e, ainda, com as Redes de Energia Inteligentes. A evolução das Soluções Apropriadas possibilitará avanços nestas macrotemáticas e a disseminação da geração distribuída híbrida, contribuindo para a flexibilidade do sistema interconectado nacional. Ressalte-se, também, que, no contexto da indústria e do mercado, há uma demanda reprimida por sistemas isolados e uma demanda em expansão relacionada às redes inteligentes.

Para a consecução do objetivo geral estão previstos objetivos de curto, médio e longo prazos traduzidos nas seguintes metas regulatórias, tecnológicas e de inovação:

Tabela 59 - Metas regulatórias, tecnológicas e de inovação: Macrotemática Soluções Apropriadas de Geração de Eletricidade em Regiões Remotas

Metas	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo Prazo
Inovação	Mapear as fontes energéticas potenciais de regiões remotas e das respectivas tecnologias de sistemas aplicáveis	Fazer inserção no mercado de: a) conversores inteligentes b) microgeradores eólicos c) turbinas hidráulicas hidrocinéticas e de baixa queda d) sistemas de monitoramento e controle flexível	Fazer implantação de modelos e ferramentas automáticas de gestão operativa para a operação autônoma e a operação integrada com a rede
Regulatória	Adequar a regulação e a legislação ambiental nacional para o desenvolvimento das soluções apropriadas, tanto em sistemas isolados quanto em sistemas conectados ao SIN	Aprimorar a regulação e a legislação ambiental, e demais normatizações, para o desenvolvimento das soluções apropriadas	
Tecnológica	<p>Criar projetos piloto em:</p> <p>a) desenvolvimento de métodos e tecnologias para a caracterização de recursos energéticos locais</p> <p>b) conversores inteligentes para a integração de fontes intermitentes e sistemas de armazenamento de energia</p> <p>c) microgeradores eólicos adaptados às condições ambientais do Brasil</p> <p>d) turbinas hidráulicas hidrocinéticas e de baixa queda</p> <p>e) sistemas de monitoramento e controle flexível para a operação integrada das fontes energéticas disponíveis, visando à segurança e à confiabilidade</p>	<p>Criar projetos demonstrativos em:</p> <p>a) tecnologias para o beneficiamento da biomassa, dos resíduos sólidos urbanos e de resíduos agropecuários para a geração de eletricidade</p> <p>b) metodologias e dispositivos para mitigar desequilíbrios de fase em sistemas híbridos</p> <p>c) metodologias de gerenciamento do carregamento de banco de baterias</p> <p>d) metodologias de gestão para os sistemas de microgeração</p>	<p>Criar projetos demonstrativos para a caracterização do comportamento e desenvolvimento de sistemas inovadores de geração para aplicações em sistemas híbridos de energia</p>

Fonte: Elaboração própria.

* Ações para a normatização dos sistemas de medição e avaliação dos recursos energéticos estão contempladas nas temáticas das fontes de geração.

A estratégia de CT&I que permitirá esses avanços pode ser sintetizada da seguinte forma:

Construção das bases para o desenvolvimento e a inserção de Soluções Apropriadas de Geração de Energia Elétrica por meio do estabelecimento de grupos de trabalho para inventariar/desdobrar as possibilidades em tecnologias apropriadas para as regiões remotas, da criação de regulações e de normativas específicas, da elaboração de projetos demonstrativos/piloto, da geração de competências nacionais em termos de recursos humanos e de infraestrutura de CT&I e da inserção no mercado de componentes de sistemas de geração e dos sistemas para a sua integração, assim como de metodologias e tecnologias para a gestão e a operação resilientes.

Planejamento de ações de P&D com ênfase ao desenvolvimento de componentes e dispositivos para atingir alta confiabilidade de serviço elétrico, como os conversores inteligentes e os dispositivos para mitigar desequilíbrios de fase em sistemas híbridos. Outros componentes ou equipamentos priorizados fazem parte da arquitetura de geração distribuída híbrida, como os microgeradores eólicos, os geradores hidrocinéticos, os painéis fotovoltaicos e os dispositivos de armazenamento e células a combustíveis, os quais têm a sua estratégia de CT&I detalhada separadamente neste documento. As ações de curto prazo focalizam questões regulatórias e o mapeamento dos recursos energéticos, identificando complementariedades que forneçam indicativos do *mix* de fontes a explorar. No médio prazo, já se prevê a inserção piloto de componentes, equipamentos e sistemas de controle. No longo prazo, o foco é nos sistemas inovadores de geração e de armazenamento e na automatização da gestão e operação dos sistemas.



Tabela 60 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Soluções Apropriadas de Geração de Eletricidade em Regiões Remotas (Curto Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado esperado	Categoria de instrumentos
1	Mobilizar grupo de trabalho para estudos e elaboração de roadmap de tecnologias de soluções apropriadas	Inventário de possibilidades de PD&I em tecnologias apropriadas para regiões remotas	8. Redes de Inovação
2	Mobilizar grupo de trabalho para adequar a regulação e a legislação ambiental para as soluções apropriadas	Proposições de um ambiente regulatório nacional específico visando à modernização da regulação do setor e à flexibilização da legislação ambiental	8. Redes de Inovação 9. Regulação/ normatização/ regulamentação
3	Criar projetos piloto para as diversas tecnologias priorizadas: caracterização de recursos energéticos, conversores inteligentes, microgeradores eólicos, turbinas hidráulicas hidrocinéticas e de baixa queda, monitoramento e controle flexível da operação integrada de fontes de geração	Teste, experimentação e/ou desenvolvimento de novos produtos, sistemas e/ou metodologias para atender às metas tecnológicas	2. Apoio direto à P&D interna das firmas 7. Políticas para apoio à colaboração (U-E ou E-E) 15. Infraestrutura de CT&I
4	Gerar competências internas em recursos humanos e infraestrutura de CT&I nas rotas tecnológicas de soluções apropriadas	Competência nacional para pesquisa e implantação de soluções apropriadas	15. Infraestrutura de CT&I 3. Políticas de formação e capacitação 3. Políticas de formação e capacitação
5	Estimular a produção científica e o compartilhamento de conhecimentos relevantes às soluções apropriadas	Redução da assimetria de informação e conhecimento, compartilhamento e difusão de práticas e experiências	15. Infraestrutura de CT 8. Redes de Inovação 13. Difusão da informação e do conhecimento
6	Executar mapeamento de regiões remotas, de fontes energéticas e das respectivas possíveis tecnologias de geração a serem utilizadas	Mapeamentos que auxiliem no planejamento da implantação de soluções apropriadas	5. Serviços técnicos e consultorias 2. Apoio direto à P&D interna 8. Redes de Inovação 15. Infraestrutura de CT&I

Fonte: Elaboração própria.


Tabela 60 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Soluções Apropriadas de Geração de Eletricidade em Regiões Remotas (Curto Prazo) (continuação)

N.	Atividades de fomento/ indutoras e/ou instrumentos	Organizações financiadoras	Sugestões de atores envolvidos	Rotas aplicáveis
1	Estudos para a realização de inventários de possibilidades em soluções apropriadas	FAPs, CNPq, Capes, Finep	Aneel, ministérios, ONS, EPE, ICTs	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12
2	Estudos sobre regulação e regulamentação contemplando a legislação ambiental para o desenvolvimento das soluções apropriadas, tanto em sistemas isolados quanto em sistemas conectados ao SIN	Finep, fundos internacionais, FAPs	MME, MMA, Aneel	1, 4, 5, 6, 8, 9, 11, 12
3	Apoio a projetos de PD&I	Programa P&D Aneel, Finep, FAPs	Aneel, ministérios, ONS, EPE, ICTs, empresas, associações	1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, 11, 12
	Editais para projetos de inovação cooperados	Embrapii, Finep, FAPs		
	Investimentos em laboratórios e equipamentos	Finep, FAPs, Programa P&D Aneel, BNDES		
4	Investimentos em laboratórios e equipamentos	Finep, FAPs, Programa P&D Aneel, BNDES	ICTs, MEC/Capes, MCTI/ CNPq, MDIC, Sistema S	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12
	Criação de cursos de graduação e pós acadêmicos (conforme os objetivos específicos)	CNPq, Capes, FAPs		
	Criação de cursos técnicos e profissionalizantes (conforme os objetivos específicos)	MDIC, Capes, CNPq, Sistema S, Sebrae		
5	Investimentos em bancos de dados, mapeamentos e sistemas de gerenciamento da informação e conhecimento	Finep, FAPs, Programa P&D Aneel, orçamentos próprios (Aneel, EPE, ONS)	ICTs, MEC/Capes, MCTI/CNPq, MDIC	1, 4, 5, 11
	Intercâmbios organizacionais, redes acadêmicas, consórcios, congressos, workshops	Finep, FAPs, Programa P&D Aneel, capes, CNPq e outros		
	Criação e fomento a periódicos para a difusão do conhecimento	Finep, FAPs, Programa P&D Aneel, Capes, CNPq e outros		
6	Contratação de serviços técnicos e consultorias para estudos através de recursos próprios e/ou apoios externos	Finep, FAPs, Aneel, MME, ONS, EPE	Aneel, ministérios, ONS, EPE, ICTs, empresas, associações	6, 7, 9
	Apoio a projetos de PD&I	Programa P&D Aneel, Finep, FAPs, Capes, CNPq		
	Pesquisas colaborativas/ cooperadas	Programa P&D Aneel, Finep, FAPs, Capes, CNPq		
	Investimentos em laboratórios e equipamentos	Finep, FAPs, Programa P&D Aneel		

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 61 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Soluções Apropriadas de Geração de Eletricidade em Regiões Remotas (Médio Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado esperado	Categoria de instrumentos
7	Mobilizar grupo de trabalho para aprimorar a regulação e a legislação ambiental em soluções apropriadas e desenvolver normatizações pertinentes	Proposições de um ambiente regulatório nacional específico visando aprimorar a regulação e a normatização do setor e a legislação ambiental	8. Redes de Inovação 9. Regulação/ normatização/ regulamentação
8	Criar projetos demonstrativos para o desenvolvimento de tecnologias e metodologias de beneficiamento da biomassa, RSUs e resíduos agropecuários, para mitigar desequilíbrios de fase em sistemas híbridos, para o gerenciamento do carregamento de baterias, para a gestão de sistemas de microgeração	Teste, experimentação e/ ou desenvolvimento de novas tecnologias e metodologias para atender às metas tecnológicas	2. Apoio direto à P&D interna das firmas 7. Políticas para apoio à colaboração (U-E ou E-E) 15. Infraestrutura de CT&I
9	Criar demanda pré-comercial para conversores, microaerogeradores, turbinas hidráulicas hidrocínéticas e sistemas de monitoramento e controle flexível	Avançar na maturidade das rotas tecnológicas de conversores, microaerogeradores, turbinas hidráulicas hidrocínéticas e sistemas de monitoramento e controle flexíveis	10. Compras públicas de tecnologia 11. Compras de tecnologias pré-comerciais 12. Prêmios de indução à inovação

Fonte: Elaboração própria.



Tabela 61 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Soluções Apropriadas de Geração de Eletricidade em Regiões Remotas (Médio Prazo) (continuação)

N.	Atividades de fomento/ indutoras e/ou instrumentos	Organizações financiadoras	Sugestões de atores envolvidos	Rotas aplicáveis
7	Estudos para aprimorar a regulação, a normatização e a legislação ambiental para o desenvolvimento das soluções apropriadas, tanto em sistemas isolados quanto em sistemas conectados ao SIN	Finep, fundos internacionais, FAPs	MME, MMA, Aneel, ABNT, Inmetro, EPE, ONS, Aneel, associações	1, 4, 5, 6, 8, 9, 11, 12
8	Apoio a projetos de PD&I	Programa P&D Aneel, Finep, FAPs	Aneel, ministérios, ONS, EPE, ICTs, empresas, associações	1, 2, 3, 5, 10, 11, 12
	Editais para projetos de inovação cooperados	Embrapii, Finep, FAPs		
	Investimentos em laboratórios e equipamentos	Finep, FAPs, Programa P&D Aneel, BNDES		
9	Compra de lote pioneiro para a inserção inicial da tecnologia	P&D Aneel, Finep	Ministérios, Aneel, EPE, ONS, BNDES, Sebrae, associações	1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, 11, 12
	Contratação de desenvolvimento piloto de soluções tecnológicas	P&D Aneel, Finep		
	Premiação para empresas inovadoras	P&D Aneel, Finep, fundos internacionais, BNDES, FAPs, ministérios, CNI, CNPq		

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 62 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Soluções Apropriadas de Geração de Eletricidade em Regiões Remotas (Longo Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado esperado	Categoria de instrumentos
10	Criar projetos demonstrativos para o desenvolvimento de sistemas inovadores de geração para uso em sistemas híbridos de energia	Teste, experimentação e desenvolvimento de sistemas de geração para uso de forma híbrida	2. Apoio direto à P&D interna das firmas <hr/> 7. Políticas para apoio à colaboração (U-E ou E-E) <hr/> 15. Infraestrutura de CT&I
11	Criar demanda pré-comercial para a implantação de modelos/ferramentas automáticas de gestão para operação autônoma e integrada com a rede	Avançar na maturidade das rotas tecnológicas de modelos/ferramentas automáticas de gestão para operação autônoma e integrada com a rede	10. Compras públicas de tecnologia <hr/> 11. Compras de tecnologias pré-comerciais <hr/> 12. Prêmios de indução à inovação

Fonte: Elaboração própria.



Tabela 62 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Soluções Apropriadas de Geração de Eletricidade em Regiões Remotas (Longo Prazo) (continuação)

N.	Atividades de fomento/ indutoras e/ou instrumentos	Organizações financiadoras	Sugestões de atores envolvidos	Rotas aplicáveis
10	Apoio a projetos de PD&I	Programa P&D Aneel, Finep, FAPs		2, 5, 10, 11, 12
	Editais para projetos de inovação cooperados	Embrapii, Finep, FAPs	Aneel, ministérios, ONS, EPE, ICTs, empresas, associações	
	Investimentos em laboratórios e equipamentos	Finep, FAPs, Programa P&D Aneel, BNDES		
11	Compra de lote pioneiro para a inserção inicial da tecnologia	P&D Aneel, Finep		2, 3, 10, 12
	Contratação de desenvolvimento piloto de soluções tecnológicas	P&D Aneel, Finep	Ministérios, Aneel, EPE, ONS, BNDES, Sebrae, associações	
	Premiação para empresas inovadoras	P&D Aneel, Finep, fundos internacionais, BNDES, FAPs, ministérios, CNI, CNPq		

Fonte: Elaboração própria.

A tabela a seguir apresenta as rotas tecnológicas referenciadas na tabela anterior.

Tabela 63 - Ordem de prioridade dos investimentos em P&D nas rotas tecnológicas abordadas na macrotemática Soluções Apropriadas de Geração de Eletricidade em Regiões Remotas

Prioridade	Rota Tecnológica	Temática
1	Potencialidades Energéticas	Sistemas Isolados/Geração Concentrada
2	Potencialidades Energéticas	Sistemas Isolados/Geração Descentralizada
3	Composição do Sistema de Geração	Sistemas Isolados/Geração Concentrada
4	Composição do Sistema de Geração	Sistemas Isolados/Geração Descentralizada
5	Gestão dos Sistemas de Geração	Sistemas Isolados/Geração Concentrada
6	Gestão dos Sistemas de Geração	Sistemas Isolados/Geração Descentralizada
7	Potencialidades Energéticas	SCS/GD Rural
8	Potencialidades Energéticas	SCS/Geração de Auxílio à Rede
9	Composição do Sistema de Geração	SCS/GD Rural
10	Composição do Sistema de Geração	SCS/Geração de Auxílio à Rede
11	Gestão dos Sistemas de Geração	SCS/GD Rural
12	Gestão dos Sistemas de Geração	SCS/Geração de Auxílio à Rede

Fonte: Elaboração própria.



Capítulo 6



Capítulo 6

Agenda Estratégica de CT&I do Grupo Temático Transmissão de Energia Elétrica

6.1. Sistemas de Transmissão em Corrente Alternada (CA)

Objetivo Geral: O foco da PD&I está em explorar as principais vantagens técnicas de cada alternativa tecnológica, aprimorando os critérios de projeto e estabelecendo os critérios técnicos de sua aplicabilidade, evitando comprometer a confiabilidade e a segurança do SIN.

As problemáticas do SIN que, segundo relatórios anteriores do CGEE, mais se relacionam especificamente à macrotemática em questão dizem respeito à/ao(s): (i) previsão de forte expansão do aproveitamento do potencial hidroelétrico na região amazônica; (ii) longa distância desta matriz de expansão geradora dos centros consumidores; (iii) custos elevados de transmissão de longa distância. Há relatórios que também apontam o envelhecimento da malha de transmissão existente. As formas de resolução desta problemática proposta em relatórios anteriores do CGEE dizem respeito, principalmente, às tecnológicas para a recapacitação/repotenciação da malha de transmissão existente, também como forma de mitigar os impactos ambientais que decorreriam do uso de novos corredores. Nota-se que o desenvolvimento de tecnologias para as transmissões de longa distância, notadamente em Ultra-alta Tensão (mas também em Meia Onda), refere-se a avanços tecnológicos já utilizados em outros países que também possuem potencial de mitigar custos e efeitos socioambientais diversos. Há o potencial de mitigar os impactos decorrentes da proximidade com centros consumidores a partir de tecnologias de sistemas de transmissão multifásicos e em circuitos múltiplos.

Com relação às propriedades do sistema de inovação, com foco em sistemas de transmissão em CA, relatórios anteriores do CGEE consideram que o Brasil está em posição de acompanhar adequadamente o desenvolvimento tecnológico na área. Os laboratórios do Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (Cepel) possuem importantes pesquisas no âmbito das linhas de Ultra-alta Tensão. Já os sistemas de transmissão convencionais, tidos como prioritários, possuem capacitações estabelecidas dispersas em

universidades e em empresas. Prevê-se, a partir de relatórios anteriores do CGEE, que haverá aplicações já em curto prazo para os sistemas de transmissão convencionais e uma rápida maturação das demais rotas tecnológicas, com possibilidades reais de maturação e difusão a médio prazo e até 2040.

**Tabela 64 - Metas regulatórias, tecnológicas e de inovação: Macrotemática
Sistemas de Transmissão em Corrente Alternada (CA)**

Metas	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo Prazo
Regulatória	(1) Elaborar estudos e propostas de normatização, regulação e critérios que ajudem na racionalização/coordenação dos planos de modernização e expansão do sistema de transmissão em CA		
Tecnológica		(2) Lançar modelos e protótipos relacionados às tecnologias e aos métodos considerados nos objetivos específicos de médio e longo prazos	(4) Lançar novos modelos para a introdução de tecnologia UAT CA com melhores atributos de segurança, vida útil, custo e conformidade ambiental (5) Revisar estratégia a partir do monitoramento de desempenho das tecnologias desenvolvidas
Inovação		(3) Iniciar difusão de equipamentos, modelos e práticas que incorporem novos critérios, parâmetros e modelos definidos em estudos no curto prazo Foco em confiabilidade, custo, segurança e mitigação do impacto ambiental	

Fonte: Elaboração própria.

Sugere-se observar o seguinte conjunto de ações:

- (i) Adequação da infraestrutura científico-tecnológica pertinente: nas rotas tecnológicas relacionadas ao sistema de transmissão não convencional, considera-se central a modernização e a expansão da infraestrutura laboratorial pertinente. Políticas de financiamento, a partir de grupo de trabalho específico, devem ser criadas. Considera-se central o equacionamento de políticas de demanda para novos laboratórios e para a sua expansão.



- (ii) Formação e estímulo de pesquisadores e técnicos: destarte haver base de conhecimentos acumulados no Brasil, é importante melhorar as políticas com foco central na expansão de cursos técnicos e de especialização para sistemas de transmissão convencionais. Também é pertinente a criação de disciplinas específicas nos cursos de graduação e de pós-graduação acadêmicos vinculados aos sistemas de transmissão não convencionais.
- (iii) Difusão da informação e do conhecimento: a solução estratégica proposta passa, principalmente, pela articulação dos importantes conhecimentos em rotas tecnológicas prioritárias já acumulados na base universitária brasileira com as pesquisas laboratoriais-empresariais em andamento. Sugere-se, notadamente, o uso da articulação proposta pela Embrapii para fazer a referida ponte a médio prazo e o intercâmbio organizacional, tanto nacional quanto internacionalmente, para o aprendizado em tecnologia de UAT.
- (iv) Estruturação de base empresarial: sugere-se ter como foco tanto as empresas nascentes (estimuladas por políticas de empreendedorismo) quanto os laboratórios dispostos no Brasil como base de expansão e de execução das pesquisas e do desenvolvimento relativos à transmissão em CA.
- (v) Normatização técnica: a normatização técnica do setor pode ajudar a compatibilizar as pesquisas e o desenvolvimento dos laboratórios com as especificidades técnicas de uso/demanda das concessionárias. Sugere-se a elaboração de uma versão primeira, em curto prazo, a ser debatida com os demais atores do setor para, no médio prazo, efetivar a sua consolidação, aprovação e difusão, tendo em vista também a racionalização/coordenação da expansão do sistema de transmissão com modernização.
- (vi) Geração de demanda para as inovações: averiguar a viabilização junto ao BNDES, à Aneel e à Finep para a colocação de produtos desenvolvidos com tecnologia nacional na lista de itens financiáveis, tendo em vista o aproveitamento da necessidade de modernizar a malha de transmissão envelhecida. Averiguar o uso de instrumento de regulação como instrumento de *enforcement* à modernização tecnológica e aos usos, no curto prazo, de novos modelos e conceitos para o planejamento das inovações nos sistemas de transmissão (convencional e não convencional). Viabilizar políticas de demanda suplementares para as tecnologias com maturidade de médio prazo e aproveitar a experiência para as políticas de demanda às tecnologias que exigem maior tempo de maturação.

Tabela 65 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Sistemas de Transmissão em Corrente Alternada (CA) (Curto Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado esperado	Categoria de instrumentos
1	Mobilizar grupo de trabalho para a avaliação e a definição de padrões técnicos, normatizações, regulações e regulamentações tendo em vista uma melhor coordenação dos planos de expansão e de modernização do sistema	Proposições de um ambiente regulatório nacional específico para atendimento	Redes de Inovação Regulação/ normatização/ regulamentação
2	Executar estudos, mapeamentos e inventários para o desenvolvimento de estudos de planejamento para a expansão e a modernização do sistema	Estudos, mapas, subsídios, bases de dados para coordenar os esforços de extensão de modernização do sistema de transmissão e orientar a PD&I	Redes de Inovação
3	Gerar competências internas em recursos humanos e infraestrutura de CT&I em sistemas de transmissão não convencionais (com foco em UAT)	Competência nacional para PD&I	Infraestrutura de CT&I Políticas de formação e capacitação
4	Gerar competências internas em recursos humanos em sistemas de transmissão convencionais	Competência nacional para PD&I	Políticas de formação e capacitação
5	Estimular a produção científica e o compartilhamento de conhecimentos relevantes em sistemas de transmissão não convencionais (foco em UAT)	Redução da assimetria de informação e conhecimento, compartilhamento e difusão de boas práticas Competência nacional para PD&I	Redes de Inovação
6	Criação e fortalecimento de atores capazes de difundir soluções tecnológicas no mercado (sistemas de transmissão convencionais no curto prazo e não convencionais a partir de médio prazo)	Desenvolvimento e fortalecimento da cadeia produtiva nacional	Política para empreendedorismo e apoio a incubadoras

Fonte: Elaboração própria. *Sugestão de atores para a governança ou coordenação da ação.



Tabela 65 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Sistemas de Transmissão em Corrente Alternada (CA) (Curto Prazo) (continuação)

N.	Atividades de fomento/ indutoras e/ou instrumentos	Organizações financiadoras	Sugestões de atores envolvidos	Rotas aplicáveis
1	Estudos sobre regulação, normatização e regulamentação para orientar a racionalização/coordenação dos planos de modernização e expansão do sistema de transmissão em CA	Finep, fundos internacionais, FAPs	ABNT, Inmetro, *EPE, ONS, *Aneel, associações, ICTs	1, 2, 3, 4, 5, 6
2	Pesquisas colaborativas/ cooperadas, racionalização/coordenação dos planos de modernização e expansão do sistema de transmissão em CA	Programa P&D Aneel, Finep, FAPs, Capes, CNPq	*Aneel, ministérios; ONS, *EPE, ICTs, empresas, associações	1, 2, 3, 4, 5, 6
3	Investimentos em laboratórios e equipamentos Criação de cursos de graduação e pós acadêmicos	CNPq, Capes, FAPs CNPq, Capes, FAPs	*ICTs, MEC/Capes, *MCTI/CNPq, MDIC, Aneel	3, 4, 5, 6
4	Criação de cursos técnicos e profissionalizantes sobre as perspectivas de expansão do sistema	MDIC, Capes, CNPq, Sistema S, Sebrae	*ICTs, MEC/Capes, *MCTI/CNPq, MDIC, Sistema S, Aneel	1, 2
5	Intercâmbios organizacionais (nacionais e internacionais), redes acadêmicas, consórcios, congressos, workshops	Finep, FAPs, Programa P&D Aneel, Capes, CNPq	*ICTs, MEC/Capes, *MCTI/CNPq, MDIC	1, 2, 3, 4, 5, 6
6	Programas de fomento a startups, novas empresas ou negócios para o desenvolvimento de tecnologia nacional	Finep, FAPs, BNDES	*MDIC, ABDI, CNI, associações, *Sebrae	1, 2, 3, 4, 5, 6

Fonte: Elaboração própria. *Sugestão de atores para a governança ou coordenação da ação.

Tabela 66 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Sistemas de Transmissão em Corrente Alternada (CA) (Médio Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado esperado	Categoria de instrumentos
7	Criação e fortalecimento de atores capazes de difundir soluções tecnológicas no mercado (sistemas de transmissão convencional e não convencional)	Fortalecimento da cadeia produtiva nacional	Financiamento público para inovação
8	Gerar demanda para a implantação de novos sistemas e metodologias que incorporem novos modelos, conceitos e critérios previstos em estudos e regulações realizados em curto prazo	Criação de mercado para a difusão das tecnologias, orientando a expansão com modernização, de acordo com os novos critérios dispostos em estudos, nos objetivos específicos e na meta de inovação de médio prazo Foco em maior segurança, vida útil e conformidade ambiental	Regulação/ normatização/ regulamentação Financiamento público para inovação
9	Criar protótipos para o desenvolvimento de equipamentos associados às tecnologias em discussão nos objetivos específicos, tais como transformadores defasadores e sistemas de proteção	Teste, experimentação e/ou desenvolvimento de novos produtos com melhores atributos de segurança, vida útil, custo e conformidade ambiental Aproximação das redes de conhecimento da universidade e das empresas	Políticas para apoio à colaboração (U-E ou E-E)

Fonte: Elaboração própria. *Sugestão de atores para a governança ou coordenação da ação.



Tabela 66 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Sistemas de Transmissão em Corrente Alternada (CA) (Médio Prazo) (continuação)

N.	Atividades de fomento/indutoras e/ou instrumentos	Organizações financiadoras	Sugestões de atores envolvidos	Rotas aplicáveis
7	Fomento a linhas/mecanismos de financiamento para projetos e/ou empresas com tecnologia nacional	Finep, FAPs, BNDES	*MDIC, ABDI, CNI, associações	1, 2, 3, 4, 5, 6
8	Atos regulatórios, definição de critérios e parâmetros para a modernização tecnológica	MME, Aneel, EPE, ONS	*MDIC, MME, MCTI, *Aneel, associações, BNDES, ABDI	1, 2, 3, 4, 5, 6
	Financiar a modernização tecnológica no SEB	BNDES, Finep		
9	Editais para projetos de inovação cooperados	Embrapii, Finep, FAPs	Aneel, *MCTI, ONS, EPE, *ICTs, empresas, associações	1, 2, 3, 4, 5, 6

Fonte: Elaboração própria. *Sugestão de atores para a governança ou coordenação da ação.

Tabela 67 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Sistemas de Transmissão em Corrente Alternada (CA) (Longo Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado esperado	Categoria de instrumentos
10	Executar estudos, mapeamentos e inventários para o desenvolvimento da tecnologia e de metodologias e conceitos para a revisão da estratégia para sistemas de transmissão em CA	Estudos, mapas, subsídios e bases de dados para a elaboração de revisão de estratégia, levando-se em conta a evolução da maturidade das rotas tecnológicas em sistemas de transmissão não convencionais	Serviços técnicos e consultorias
11	Criar modelos digitais baseados em testes de laboratório para UAT CA	<p>Novos modelos para a introdução de tecnologia UAT CA com melhores atributos de segurança, vida útil, custo e conformidade ambiental</p> <p>Aproximação das redes de conhecimento da universidade e das empresas</p>	Políticas para apoio à colaboração (U-E ou E-E)

Fonte: Elaboração própria. *Sugestão de atores para a governança ou coordenação da ação.



Tabela 67 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Sistemas de Transmissão em Corrente Alternada (CA) (Longo Prazo) (continuação)

N.	Atividades de fomento/indutoras e/ou instrumentos	Organizações financiadoras	Sugestões de atores envolvidos	Rotas aplicáveis
10	Contratação de serviços técnicos e de consultorias para estudos por meio de recursos próprios e/ou apoios externos	Finep, FAPs, Aneel, MME, ONS, EPE	Aneel, *MME, ONS, EPE, ICTs, empresas, associações	1, 2, 3, 4, 5, 6
11	Editais para projetos de inovação cooperados	Embrapii, Finep, FAPs	Aneel, *MCTI, MEC, ONS, EPE, *ICTs, empresas, associações	1, 2, 3, 4, 5, 6

Fonte: Elaboração própria. *Sugestão de atores para a governança ou coordenação da ação.

A tabela a seguir apresenta as rotas tecnológicas referenciadas na tabela anterior.

Tabela 68 - Ordem de prioridade dos investimentos em P&D nas rotas tecnológicas abordadas na macrotemática Sistemas de Transmissão em Corrente Alternada (CA)

Prioridade	Rota Tecnológica	Temática
1	Sistema de transmissão existente com a sinalização das possibilidades de implantação de inovações tecnológicas	Sistema de transmissão convencional
2	Modelos, conceitos e critérios para a realização de estudos de planejamento da expansão do sistema	Sistema de transmissão convencional
3	Transmissão em UAT	Sistema de transmissão não convencional
4	Sistema de Transmissão em Circuitos Múltiplos	Sistema de transmissão não convencional
5	Sistema de Transmissão Multifásico	Sistema de transmissão não convencional
6	Sistema de Transmissão em Meia Onda	Sistema de transmissão não convencional

Fonte: Elaboração própria.

6.2. Sistemas de Transmissão em Corrente Contínua (CC)

Objetivo Geral: A PD&I deve ser desenvolvida na criação de modelos computacionais e laboratoriais que representem as diversas tecnologias de um sistema de conversão CC-CA. Outro objetivo, não menos importante, é o aumento da produção nacional de equipamentos e componentes para a aplicação da tecnologia de conversão.

De relatórios anteriores do CGEE depreende-se que as principais problemáticas do SIN que se referem diretamente às tecnologias sobre Sistemas de Transmissão em Corrente Contínua dizem respeito à/ao(s): (i) previsão de contínua construção de hidroelétricas longe dos centros consumidores, notadamente na região amazônica; (ii) custos socioambientais elevados, notadamente para novas linhas de transmissão; (iii) crescimento potencial do mercado de transmissão submarina relacionada à exploração marítima de petróleo e, potencialmente, de gás e óleo; (iv) crescimento da carga a ser transmitida em regiões metropolitanas. Extrai-se de relatórios anteriores que o desenvolvimento de equipamentos e tecnologias de otimização da malha de transmissão existente é uma saída possível face aos elevados custos da malha de transmissão para longa distância. As rotas tecnológicas também



permitem otimizar as malhas de transmissão subterrâneas e submarinas, adequadas às problemáticas metropolitanas e marítimas.

Depreende-se de relatórios anteriores que o sistema de inovação brasileiro, no que toca aos sistemas de transmissão, possui adequado potencial de acompanhar a evolução tecnológica na área. As rotas tecnológicas possuem rápida maturação, prevendo aplicações a médio prazo. Parte importante das tecnologias dessas rotas tecnológicas está incorporada em máquinas, equipamentos, dispositivos e materiais. Há certa dependência, assim, do desenvolvimento de tecnologias em novos materiais. Destaca-se, ainda, alguma concorrência com as tecnologias de transmissão em CA.

Tabela 69 - Metas regulatórias, tecnológicas e de inovação: Macrotemática Sistemas de Transmissão em Corrente Contínua (CC)

Metas	Curto	Médio	Longo
Tecnológica	(1) Apresentar projetos piloto incorporando as rotas tecnológicas, com ênfase em novos transformadores conversores	(2) Lançar modelos e protótipos relacionados às tecnologias e aos métodos considerados no objetivo específico de médio prazo e de novos semicondutores e conversores	
Inovação		(3) Iniciar difusão tecnológica de componentes e uso de Voltage Sourced Converters (VSC) (4) Consolidar difusão tecnológica das tecnologias dispostas em objetivos específicos de curto prazo	(5) Iniciar difusão de novos semicondutores em conversores, tais como carboneto de silício (SiC) ou arsenieto/nitrido de gálio

Fonte: Elaboração própria.

É possível compreender a lógica de encadeamento das ações a partir de cinco eixos interconectados: (i) ações para a adequação da infraestrutura científico-tecnológica pertinente; (ii) formação e estímulo de pesquisadores e técnicos; (iii) difusão do conhecimento e da informação entre atores do SIN; (iv) estruturação de base empresarial como forma de retenção de valor no sistema de inovação brasileiro; (v) geração de demanda para a difusão de inovações no SIN.

- (i) Adequação da infraestrutura científico-tecnológica pertinente: nas rotas tecnológicas desta macrotemática, considera-se central a modernização e a expansão da infraestrutura

laboratorial pertinente, e a articulação com pesquisas em novos materiais/nanotecnologias é proposta.

- (ii) Formação e estímulo de pesquisadores e técnicos: destarte haver base de conhecimentos acumulados no Brasil, considera-se pertinente o fomento à consolidação e ao fortalecimento de disciplinas específicas nos cursos universitários acadêmicos e técnicos ligados a sistemas de transmissão em CC, notadamente vinculados a novos materiais e nanotecnologia.
- (iii) Difusão da informação e do conhecimento: a solução estratégica proposta passa, principalmente, pela articulação dos importantes conhecimentos em rotas tecnológicas prioritárias, já acumulados na base universitária brasileira, com as pesquisas laboratoriais e empresariais em andamento. Sugere-se o uso da articulação proposta pela Embrapii para fazer a referida ponte.
- (iv) Estruturação de base empresarial: sugere-se ter como foco tanto as empresas nascentes (estimuladas através de políticas de empreendedorismo) quanto os laboratórios das empresas já existentes como base de expansão e de execução das pesquisas e desenvolvimento relativos à transmissão em CC. Uma vez que já há certo acúmulo de conhecimentos no Brasil sobre o tema, sugere-se iniciar a ação no curto prazo.
- (v) Geração de demanda para inovações: as políticas de demanda, sugere-se, podem ser iniciadas no médio prazo e devem levar em conta uma esperada maior utilização de tecnologias VSC para fortalecer uma cadeia produtiva nacional capacitada a propor soluções tecnológicas sobre o tema. Políticas de demanda também podem fomentar o desenvolvimento da cadeia produtiva em semicondutores e conversores no Brasil.



Tabela 70 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Sistemas de Transmissão em Corrente Contínua(CC) (Curto Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado esperado	Categoria de instrumentos
1	Gerar competências internas em novos materiais e profissionais técnicos Gerar infraestrutura de CT&I (foco em nanotecnologia aplicada à transmissão em CC)	Competência nacional em PD&I nas temáticas	Infraestrutura de CT&I Políticas de formação e capacitação Políticas de formação e capacitação
2	Adensar redes colaborativas de estudos técnicos e acadêmicos para a coordenação das pesquisas e desenvolvimentos em Equipamentos e Instalações de Alta Tensão Aplicados a Sistemas CC	Redes de pesquisa, parcerias e grupos de trabalho capazes de coordenar o PD&I, otimizando esforços, buscando sinergias com os esforços de macrotemática em Equipamentos de Alta Tensão e Subestações	Redes de Inovação
3	Criação e fortalecimento de atores capazes de difundir soluções tecnológicas no mercado	Fortalecimento da cadeia produtiva nacional aproveitando as capacitações já existentes em Sistemas de Transmissão	Financiamento público para inovação Política para empreendedorismo e apoio a incubadoras
4	Criar projetos demonstrativos/ piloto que incorporem transformadores conversores em tensões acima de 600 kV CC e do tipo VSC	Desenvolver novos produtos para atender a objetivos específicos Aproximar o conhecimento acumulado nas universidades brasileiras às pesquisas	Políticas para apoio à colaboração (U-E ou E-E)

Fonte: Elaboração própria. *Sugestão de atores para a governança ou coordenação da ação.



Tabela 70 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Sistemas de Transmissão em Corrente Contínua(CC) (Curto Prazo) (continuação)

N.	Atividades de fomento/indutoras e/ou instrumentos	Organizações financiadoras	Sugestões de atores envolvidos	Rotas aplicáveis
1	Investimentos em laboratórios e equipamentos ligados às rotas tecnológicas (incluir novos materiais/nanotecnologia aplicados a sistemas de transmissão em CC)	Finep, FAPs, Programa P&D Aneel, BNDES	*MME, ICTs, MEC/ Capes, *MCTI/CNPq, MDIC, Sistema S	1, 2, 3, 4, 5, 6
	Criação de cursos de graduação e pós acadêmicos voltados a assuntos ligados a novos materiais em sistemas de transmissão (CC)	CNPq, Capes, FAPs	*MME, ICTs, MEC/ Capes, *MCTI/CNPq, MDIC, EPE, MME	
	Criação de cursos técnicos e profissionalizantes	MDIC, Capes, CNPq, Sistema S, Sebrae	*MME, ICTs, MEC/ Capes, MCTI/CNPq, MDIC, *Sistema S	
	Apoio à estruturação de programas nacionais, plataformas, mobilização, consórcios, associações etc.			
2	Seminários/congressos sobre tecnologias específicas visando à promoção da inovação	Programa P&D Aneel, FAPs, CNPq, Capes, Finep	Aneel, *MME, MCTI, ONS, EPE, ICTs	1, 2, 3, 4, 5, 6
	Plataformas de inovação, editais de pesquisa conjunta entre organizações de ICT			
	Intercâmbios organizacionais			
3	Fomento a linhas/mecanismos de financiamento para projetos e/ou empresas com tecnologia nacional que incorporem novas tecnologias dispostas em objetivos específicos de curto, médio e longo prazos	Finep, FAPs, BNDES	*MDIC, MME, ABDI, CNI, associações	1, 2, 3, 4, 5, 6
	Programas de fomento a startups, novas empresas ou negócios para desenvolvimento de tecnologia nacional	Finep, FAPs, BNDES	*MDIC, MME, ABDI, CNI, associações, Sebrae	
4	Editais para projetos de inovação cooperados	Embrapii, Finep, FAPs	Aneel, *MCTI, ONS, EPE, ICTs, empresas, associações	1, 2, 3, 4, 5, 6

Fonte: Elaboração própria. *Sugestão de atores para a governança ou coordenação da ação.

Tabela 71 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Sistemas de Transmissão em Corrente Contínua (CC) (Médio Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado esperado	Categoria de instrumentos
5	Criar demanda pré-comercial para novos dispositivos e equipamentos do sistema de transmissão, incorporando o uso de conversores VSC	Avançar na maturidade de rotas tecnológicas	Compras públicas de tecnologia Compras de tecnologias pré-comerciais
6	Criar projetos demonstrativos/piloto que incorporem novos semicondutores em conversores, tais como carboneto de silício (SiC) ou arsenieto/nitrido de gálio	Desenvolvimento de novos produtos para possibilitar que, no longo prazo, os objetivos específicos sejam atendidos Aproximar o conhecimento acumulado nas universidades brasileiras às pesquisas	Políticas para apoio à colaboração (U-E ou E-E)

Fonte: Elaboração própria. *Sugestão de atores para a governança ou coordenação da ação.



Tabela 71 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Sistemas de Transmissão em Corrente Contínua (CC) (Médio Prazo) (continuação)

N.	Atividades de fomento/indutoras e/ou instrumentos	Organizações financiadoras	Sugestões de atores envolvidos	Rotas aplicáveis
5	Compras de lote pioneiro para a inserção inicial da tecnologia	P&D Aneel, Finep	*MDIC, *MME, Aneel, EPE, ONS, BNDES, Sebrae, associações	1, 2, 3, 4, 5, 6
	Contratação de desenvolvimento demonstrativo e piloto de soluções tecnológicas	P&D Aneel, Finep		
6	Editais para projetos de inovação cooperados	Embrapii, Finep, FAPs	Aneel, *MCTI, ONS, EPE, ICTs, empresas, associações	1, 2, 3, 4, 5, 6

Fonte: Elaboração própria. *Sugestão de atores para a governança ou coordenação da ação.

Tabela 72 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Sistemas de Transmissão em Corrente Contínua (CC) (Longo Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado esperado	Categoria de instrumentos
7	Criar demanda pré-comercial para novos semicondutores em conversores	Avançar na maturidade de rotas tecnológicas	Compras públicas de tecnologia <hr/> Compras de tecnologias pré-comerciais
8	Executar estudos, mapeamentos, inventários para o desenvolvimento de tecnologia, metodologias e conceitos para a revisão da estratégia para sistemas de transmissão CC de forma integrada com os supercondutores e os equipamentos de alta tensão	Estudos, mapas, subsídios e bases de dados para a elaboração de revisão de estratégia para o sistema de transmissão em CC articulado a outras temáticas, como supercondutores e equipamentos de alta tensão	Serviços técnicos e consultorias

Fonte: Elaboração própria. *Sugestão de atores para a governança ou coordenação da ação.



Tabela 72 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Sistemas de Transmissão em Corrente Contínua (CC) (Longo Prazo) (continuação)

N.	Atividades de fomento/ indutoras e/ou instrumentos	Organizações financiadoras	Sugestões de atores envolvidos	Rotas aplicáveis
7	<p>Compra de lote pioneiro para a inserção inicial da tecnologia</p> <hr/> <p>Contratação de desenvolvimento demonstrativo e piloto de soluções tecnológicas</p>	<p>P&D Aneel, Finep</p> <hr/> <p>P&D Aneel, Finep</p>	<p>*MDIC, *MME, Aneel, EPE, ONS, BNDES, Sebrae, associações</p>	<p>1, 2, 3, 4, 5, 6</p>
8	<p>Contratação de serviços técnicos e de consultorias para estudos por meio de recursos próprios e/ou apoios externos</p>	<p>Finep, FAPs, Aneel, MME, ONS, EPE</p>	<p>Aneel, *MME, ONS, EPE, ICTs, empresas, associações</p>	<p>1, 2, 3, 4, 5, 6</p>

Fonte: Elaboração própria. *Sugestão de atores para a governança ou coordenação da ação.

A tabela a seguir apresenta as rotas tecnológicas referenciadas na tabela anterior.

Tabela 73 - Ordem de prioridade dos investimentos em P&D nas rotas tecnológicas abordadas na macrotemática Sistemas de Transmissão em Corrente Contínua (CC)

Prioridade	Rota Tecnológica	Temática
1	Eletrodos para sistema de transmissão em CC	Equipamentos e Instalações de Alta Tensão Aplicados a Sistemas CC
2	Transmissão em CC - Elo de CC	Transmissão em CC
3	Transmissão em CC - Elo de Tensão Contínua	Transmissão em CC
4	Conversores CA/CC - Fonte de Tensão (VSC)	Equipamentos e Instalações de Alta Tensão Aplicados a Sistemas CC
5	Conversores CA/CC - Fonte de Corrente (CSC)	Equipamentos e Instalações de Alta Tensão Aplicados a Sistemas CC
6	Novas tecnologias de equipamentos para a transmissão em CC	Equipamentos e Instalações de Alta Tensão Aplicados a Sistemas CC

Fonte: Elaboração própria.

6.3. Sistemas de Transmissão por Cabos Isolados

Objetivo Geral: O objetivo geral desta macrotemática é desenvolver sistemas de transmissão por cabos isolados com melhores características dielétricas, alta confiabilidade, maior vida útil, perdas reduzidas, menores custos de construção, operação e manutenção, atendendo às demandas do meio ambiente e às especificidades do mercado e de segurança.

Extrai-se de relatórios anteriores do CGEE que as problemáticas relevantes ao SIN na área em questão dizem respeito à/ao(s): (i) custos elevados de implantação, devido a restrições ambientais e regulatórias diversas; (ii) existência de locais onde a via subterrânea é a única alternativa de transmissão (a via aérea para certas tensões é impedida em centros urbanos); (iii) alta dependência de importações de cabos isolados e acessórios. As principais formas de lidar com as problemáticas, tal como sugerido pelos relatórios anteriores do CGEE, ligam-se às reduções de custo e externalidades possibilitadas pelo desenvolvimento de materiais supercondutores (no longo prazo), ao aprimoramento das técnicas de engenharia ligadas à instalação dos cabos e, por fim, à procura pelo desenvolvimento de uma indústria nacional.



Depreende-se, ademais, que as principais problemáticas do sistema de inovação em transmissão, com foco nos cabos isolados (transmissão subterrânea), dizem respeito à: (i) produção de cabos e acessórios majoritariamente realizada por transnacionais, que atendem à demanda interna via importações; (ii) falta de capacidade de pesquisa nas áreas do conhecimento tidas como relevantes à macrotemática; (iii) falta de atores e financiamento à pesquisa na área. Como ponto positivo do sistema de inovação nessa área destaca-se que o Brasil possui abundantes matérias-primas necessárias à produção e à pesquisa em novos materiais. As rotas tecnológicas desta macrotemática são intensivas em capacitações de engenharia diversas, nanociência, nanotecnologia e ciência sobre a termodinâmica.

Tabela 74 - Metas regulatórias, tecnológicas e de inovação:
Macrotemática Sistemas de Transmissão por Cabos Isolados

Metas	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo Prazo
Regulatória	(1) Avaliar/estabelecer uma proposta de modernização da normatização/regulação para apresentar ao setor que incorpore variáveis ambientais nas concepções e projetos de linhas de transmissão subterrâneas	(2) Incorporar ao planejamento das concessionárias a avaliação de vida útil dos equipamentos e a modernização, levando-se em conta variáveis ambientais	(4) Reavaliação da estratégia geral
Tecnológica		(3) Lançamento de protótipos para as tecnologias de novos materiais para cabos isolados	
Regulatória			(5) Difusão de novas tecnologias de novos materiais

Fonte: Elaboração própria.

É possível compreender a lógica de encadeamento das ações a partir de seis eixos interconectados: (i) ações para adequação da infraestrutura científico-tecnológica pertinente; (ii) formação e estímulo de pesquisadores e técnicos; (iii) difusão do conhecimento e da informação entre atores do SIN; (iv) estruturação de base empresarial no sistema de inovação brasileiro; (v) regulação e normatização técnica para uso, produção e pesquisa; e (vi) geração de demanda para a difusão de inovações no SIN.

- (i) Ações para adequação da infraestrutura científico-tecnológica pertinente: para esta macrotemática, faz-se necessário criar infraestrutura laboratorial específica. Para tanto, ações são propostas no sentido de criar institucionalidades de política de financiamento adequadas. Centra-se, igualmente, na criação de demanda para a ocupação produtiva de pesquisa em novos laboratórios.

- (ii) Formação e estímulo de pesquisadores: considera-se que, nesta macrotemática, o Brasil dispõe de condições propícias para alcançar uma pesquisa de ponta, desde que um conjunto de ações seja realizado. Assim, propõe-se não apenas a criação de cursos técnicos e de especialização, mas, igualmente, o oferecimento de disciplinas específicas nos cursos de pós-graduação.
- (iii) Difusão da informação e do conhecimento: posto que a macrotemática é intensiva em capacitações de nanociência e nanotecnologia, tem-se como central ao acúmulo de conhecimentos o adensamento de redes entre os pesquisadores atuantes em cabos isolados no SIN e os grupos de pesquisa, no Brasil e no exterior, ligados à nanociência e à nanotecnologia. Considera-se que as demais capacitações em engenharias diversas, apesar de poderem se beneficiar de políticas de adensamento de redes, já estão suficientemente próximas dos grupos de pesquisa que trabalham com cabos isolados.
- (iv) Estruturação de base empresarial no sistema de inovação brasileiro: sugere-se expandir as possibilidades de empreendedorismo na área com políticas específicas para este fim. Políticas de demanda voltadas para as rotas tecnológicas de menor maturidade. Uso dos laboratórios existentes no Brasil como plataforma de expansão.
- (v) Regulação e normatização técnica para uso, produção e pesquisa: propõe-se realizar regulação e normatização tendo em vista a incorporação/modernização da utilização de variáveis ambientais nos projetos de linhas de transmissão subterrâneas.
- (vi) Geração de demanda para inovação: valer-se de avaliação da vida útil de forma conjunta com a normatização, tendo em vista a substituição de equipamentos em obsolescência de forma coordenada com as problemáticas do SIN e servindo de referencial à P&D da área. Políticas de demanda específicas para P&D laboratorial em tecnologias em baixo estágio de maturidade, tendo em vista o não vazamento dos recursos pela importação.



Tabela 75 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Sistemas de Transmissão por Cabos Isolados (Curto Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado esperado	Categoria de instrumentos
1	Gerar competências internas em recursos humanos e infraestrutura de CT&I em sistemas de transmissão (cabos isolados e novos materiais)	Competência nacional para PD&I nas temáticas, com foco em concepção e no dimensionamento de LT subterrânea e materiais para cabos isolados e acessórios	Infraestrutura de CT&I <hr/> Políticas de formação e capacitação
2	Estimular a produção científica e o compartilhamento de conhecimentos relevantes aos novos materiais, com ênfase em nanotecnologia e nanociência para linhas de transmissão	Redução da assimetria de informação e conhecimento, compartilhamento e difusão de práticas e experiências sobre linhas de transmissão Apropriação de conhecimentos relevantes à macrotemática	Redes de Inovação <hr/> Difusão da informação e do conhecimento
3	Mobilizar grupo de trabalho para avaliação de padrões técnicos, normatizações, regulações e regulamentações para linhas de transmissão subterrâneas	Proposições de um ambiente regulatório nacional específico para atendimento de metas regulatórias que incorporem variáveis ambientais nos projetos de linhas de transmissão	Redes de Inovação <hr/> Regulação/ normatização/ regulamentação

Fonte: Elaboração própria. *Sugestão de atores para a governança ou coordenação da ação.



Tabela 75 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Sistemas de Transmissão por Cabos Isolados (Curto Prazo) (continuação)

N.	Atividades de fomento/ indutoras e/ou instrumentos	Organizações financiadoras	Sugestões de atores envolvidos	Rotas aplicáveis
1	Investimentos em laboratórios e equipamentos			
	Expansão dos laboratórios das concessionárias já existentes	CNPq, Capes, FAPs	ICTs, MEC/Capes, *MCTI/CNPq, MDIC, Sistema S	1, 2, 3, 4, 5
	Criação de cursos técnicos e profissionalizantes	MDIC, Capes, CNPq, Sistema S, Sebrae		1, 2, 3, 4, 5
2	Intercâmbios organizacionais (nacionais e internacionais), redes acadêmicas, consórcios, congressos, workshops	Finep, FAPs, Programa P&D Aneel, Capes, CNPq	ICTs, MEC/Capes, *MCTI/CNPq, MDIC	1, 2, 3, 4, 5
	Criação e fomento a periódicos para difusão do conhecimento	Finep, FAPs, Programa P&D Aneel, Capes, CNPq		1, 2, 3, 4, 5
3	Estudos sobre regulação, normatização e regulamentação, tendo em vista a avaliação de vida útil dos equipamentos do parque existente (objetivo de médio prazo) e a incorporação de variáveis ambientais nas concepções, modelos e PD&I de cabos isolados	Finep, fundos internacionais, FAPs	ABNT, Inmetro, EPE, ONS, *Aneel, associações	1, 2, 3, 4, 5

Fonte: Elaboração própria. *Sugestão de atores para a governança ou coordenação da ação.

Tabela 76 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Sistemas de Transmissão por Cabos Isolados (Médio Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado esperado	Categoria de instrumentos
4	Criação e fortalecimento de atores capazes de difundir soluções tecnológicas no mercado	Fortalecimento da cadeia produtiva nacional	Financiamento público para inovação <hr/> Política para empreendedorismo e apoio a incubadoras
5	Criar modelos e projetos piloto para estudo de novos materiais e de material e vida dos dielétricos	Desenvolvimento de novos produtos e materiais Incluir critérios de amparidade	Políticas para apoio à colaboração (U-E ou E-E)
6	Gerar demanda para a implantação de novos componentes, sistemas, metodologias e materiais que tenham melhores parâmetros e critérios ambientais	Criação de mercado para a difusão de práticas e tecnologias desenvolvidas que incorporem melhores parâmetros ambientais	Regulação/ normatização/ regulamentação
7	Criar demanda pré-comercial para as tecnologias desenvolvidas (foco em novos materiais dielétricos e para a infraestrutura civil)	Avançar na maturidade de rotas tecnológicas Ocupar produtivamente novos laboratórios	Compras de tecnologias pré-comerciais

Fonte: Elaboração própria *Sugestão de atores para a governança ou coordenação da ação.



Tabela 76 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Sistemas de Transmissão por Cabos Isolados (Médio Prazo) (continuação)

N.	Atividades de fomento/indutoras e/ou instrumentos	Organizações financiadoras	Sugestões de atores envolvidos	Rotas aplicáveis
4	Fomento a linhas/mecanismos de financiamento para projetos e/ou empresas com tecnologia nacional	Finep, FAPs, BNDES	*MDIC, ABDI, CNI, associações	1, 2, 3, 4, 5
	Programas de fomento a startups, novas empresas ou negócios para o desenvolvimento de tecnologia nacional	Finep, FAPs, BNDES	*MDIC, ABDI, CNI, associações, Sebrae	1, 2, 3, 4, 5
5	Editalis para projetos de inovação cooperados			
	Aproximar o conhecimento acumulado nas universidades brasileiras das pesquisas empresariais/laboratoriais	Embrapii, Finep, FAPs	Aneel, *MME, ONS, EPE, *ICTs, empresas, associações	1, 3, 4, 5
6	Atos regulatórios, definição de critérios e de parâmetros ambientais para a modernização tecnológica	MME, Aneel, EPE, ONS	*MDIC, MME, MCTI, *Aneel, associações, BNDES, ABDI	1, 2
7	Contratação de desenvolvimento demonstrativo e piloto de soluções tecnológicas	P&D Aneel, Finep	*MME, MDIC, *MCTI, Aneel, EPE, ONS, BNDES, Sebrae, associações	1, 2, 3, 4, 5

Fonte: Elaboração própria *Sugestão de atores para a governança ou coordenação da ação.

Tabela 77 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Sistemas de Transmissão por Cabos Isolados (Longo Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado esperado	Categoria de instrumentos
8	Gerar demanda para a implantação de novos componentes, sistemas, metodologias, utilização de novos materiais (condutores e dielétricos) e com melhores parâmetros e critérios ambientais	Criação de mercado para a difusão das tecnologias desenvolvidas (novos materiais e modelos com novos parâmetros ambientais)	Financiar a modernização tecnológica no SEB
9	Executar estudos, mapeamentos, inventários para o desenvolvimento de tecnologias, metodologias e conceitos para a revisão da estratégia para cabos isolados, com foco em novos materiais e novos parâmetros ambientais	Estudos, mapas, subsídios e bases de dados para a elaboração de revisão de estratégia, levando em conta as novas demandas ambientais e o esperado novo patamar de acúmulo sobre nanotecnologias e nanociências	Serviços técnicos e consultorias

Fonte: Elaboração própria. *Sugestão de atores para a governança ou coordenação da ação.



Tabela 77 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Sistemas de Transmissão por Cabos Isolados (Longo Prazo) (continuação)

N.	Atividades de fomento/ indutoras e/ou instrumentos	Organizações financiadoras	Sugestões de atores envolvidos	Rotas aplicáveis
8	Financiar a modernização tecnológica no SEB com novos parâmetros ambientais e novos materiais	BNDES, Finep	*MDIC, *MME, MCTI, *Aneel, associações, BNDES, ABDI	1, 2, 3, 4, 5
9	Contratação de serviços técnicos e de consultorias para estudos por meio de recursos próprios e/ou apoios externos	Finep, FAPs, Aneel, MME, ONS, EPE	Aneel, *MME, ONS, EPE, ICTs, empresas, associações	1, 2, 3, 4, 5

Fonte: Elaboração própria. *Sugestão de atores para a governança ou coordenação da ação.

A tabela a seguir apresenta as rotas tecnológicas referenciadas na tabela anterior.

Tabela 78 - Ordem de prioridade dos investimentos em P&D nas rotas tecnológicas abordadas na macrotemática Sistemas de Transmissão por Cabos Isolados

Prioridade	Rota Tecnológica	Temática
1	Metodologia para a concepção e o dimensionamento da LT subterrânea	Sistemas de Transmissão por Cabos Isolados
2	Variáveis ambientais	Sistemas de Transmissão por Cabos Isolados
3	Cabos isolados e acessórios	Sistemas de Transmissão por Cabos Isolados
4	Métodos e equipamentos de transmissão por cabos isolados	Sistemas de Transmissão por Cabos Isolados
5	Materiais	Materiais e Tecnologias Emergentes

Fonte: Elaboração própria.

6.4. Sistemas Flexíveis de Transmissão em Corrente Alternada (Facts)

Objetivo Geral: Os estudos de PD&I devem conduzir a absorção e a adaptação da tecnologia dos Facts pelo Brasil, servindo como subsídio para o projeto e o desenvolvimento de produtos nacionais confiáveis e economicamente competitivos.

De relatórios anteriores do CGEE, as problemáticas relevantes ao SIN que justificam a persecução de tecnologias Facts dizem respeito ao aumento da complexidade dos sistemas de energia elétrica. Este aumento da complexificação impõe desafios de compatibilidade tecnológica e flexibilidade operacional. Os dispositivos Facts podem possuir papel relevante para tornar a operação do sistema elétrico mais flexível, por meio do controle rápido e contínuo dos principais parâmetros do sistema. Melhores definições de normatização também podem ajudar na compatibilização tecnológica em um sistema de crescente complexidade e com dispositivos importantes costumeiramente importados.

Depreende-se, ademais, que o sistema de inovação brasileiro em transmissão dispõe, notadamente em centros de pesquisa e em universidades, de competências adequadas para acompanhar o desenvolvimento das tecnologias Facts para as futuras aplicações, desde que ações sejam tomadas para desenvolver a cadeia produtiva nacional. A complexificação e a necessidade de flexibilização impõem que o aumento da interação dos diferentes agentes do sistema seja necessário ao bom desenvolvimento de importantes rotas tecnológicas na área. Tecnologias dessas rotas tecnológicas estão incorporadas parcialmente em dispositivos, em *softwares* e em redes de pesquisadores, sendo passível de difusão via disseminação de artigos científicos e protótipos.



Tabela 79 - Metas regulatórias, tecnológicas e de inovação: Macrotemática Sistemas Flexíveis de Transmissão em Corrente Alternada (Facts) (continuação)

Metas	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo Prazo
Regulatória	(1) Reavaliar a normatização em Facts visando às modernizações	(3) Consolidar e difundir a normatização para a aplicação dos equipamentos com Facts, levando-se em conta as modernizações	
Tecnológica	(2) Adaptar o conhecimento pertinentes às rotas tecnológicas, com foco em sistema VSC	(4) Lançar modelagem e simulação que abarquem as novas tecnologias em Facts	(6) Conhecer a tecnologia envolvendo eletrônica de potência
Inovação		(5) Difundir a tecnologia VSC no SEB	(7) Iniciar a difusão de tecnologia de armazenamento de energia, visando à melhoria dos índices de qualidade e de estabilidade (8) Integrar os controles operacionais dos equipamentos Facts

Fonte: Elaboração própria.

- (i) Criação de infraestrutura laboratorial pertinente: aproveitamento, no curto prazo, da infraestrutura laboratorial existente. No médio e longo prazos, expansão e modernização laboratorial relacionadas aos novos equipamentos em Facts.
- (ii) Formação e estímulo de profissionais da área: criação de disciplinas e/ou cursos técnicos e universitários que permitam não apenas o acúmulo de conhecimento à pesquisa de equipamentos em Facts, mas também a absorção das tecnologias já existentes e a melhoria do uso e da manutenção de equipamentos em Facts.
- (iii) Difusão da informação e do conhecimento: para esta macrotemática, sugere-se expandir os já existentes workshops, seminários e congressos nas áreas de eletrônica de potência, corrente contínua e Facts
- (iv) Geração de demanda para a inovação: usam-se critérios de performance como critérios para a modernização da malha de transmissão e de equipamentos do SIN. Espera-se, com isso, que as tecnologias/equipamentos em Facts encontrem demanda que permitam a sua difusão no SIN.
- (v) Normatização e regulação técnica para uso, produção e pesquisa: espera-se que novos estudos de normatização e regulação permitam que as novas tecnologias Facts sejam aplicadas no SIN, levando-se em consideração critérios de custo e/ou de qualidade. Para isso, considera-se a modernização da normatização proposta.

Tabela 80 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Sistemas Flexíveis de Transmissão em Corrente Alternada (Facts) (Curto Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado esperado	Categoria de instrumentos
1	Criar projetos demonstrativos/ piloto para o desenvolvimento de tecnologias nas diferentes rotas tecnológicas, com foco em sistema VSC	Testes de sistemas para atingir meta tecnológica Criar modos de integração de fabricantes, agentes e instituições de ensino, articulando a difusão do conhecimento e aplicabilidade	Políticas para apoio à colaboração (U-E ou E-E)
2	Gerar competências internas em recursos humanos ligados ao sistema de potência (operação e manutenção)	Aprimoramento do uso das tecnologias em Facts e a sua adequada manutenção Aumento do apoio à internacionalização e ao intercâmbio organizacional	Políticas de formação e capacitação
3	Adensar redes colaborativas de estudos para a coordenação das pesquisas e desenvolvimentos tecnológicos, com foco em eletrônica de potência, corrente contínua e Facts	Redes de pesquisa, parcerias e grupos de trabalho capazes de coordenar a PD&I e difundir o conhecimento e as informações pertinentes à aplicação dos equipamentos Facts no sistema de potência	Redes de Inovação
4	Criar demanda pré-comercial para as tecnologias VSC	Avançar na maturidade de rotas tecnológicas ligadas a VSCs	Compras de tecnologias pré-comerciais
5	Mobilizar grupo de trabalho para avaliação regulatória e normativa dos conceitos operacionais dos equipamentos entrantes no SIN	Estabelecer padrões de adequação aos preceitos técnico-econômicos dos equipamentos Lançamento e difusão da normatização e atendimento das metas de médio prazo	Redes de Inovação Regulação/ normatização/ regulamentação

Fonte: Elaboração própria.



Tabela 80 - Agenda de ações de CT&I: Macrotematática Sistemas Flexíveis de Transmissão em Corrente Alternada (Facts) (Curto Prazo) (continuação)

N.	Atividades de fomento/ indutoras e/ou instrumentos	Organizações financiadoras	Sugestões de atores envolvidos	Rotas aplicáveis
1	Editais para projetos de inovação cooperados	Embrapii, Finep, FAPs	Aneel, ministérios, *ONS, EPE, *ICTs, *empresas, associações	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
2	Criação de cursos de graduação e pós acadêmicos ligados ao sistema de potência (operação e manutenção) Criação de cursos técnicos e profissionalizantes ligados ao sistema de potência (operação e manutenção)	CNPq, Capes, FAPs MDIC, Capes, CNPq, Sistema S, Sebrae	ICTs, *MEC/Capes, *MCTI/CNPq, MDIC, Sistema S	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
3	Aumento do apoio à internacionalização e ao intercâmbio organizacional	Programa P&D Aneel, FAPs, CNPq, Capes, Finep	*Aneel, MCTI, MME, *ONS, EPE, ICTs	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
4	Contratação de desenvolvimento demonstrativo e piloto de soluções tecnológicas	P&D Aneel, Finep	*MME, *MDIC, Aneel, EPE, ONS, BNDES, Sebrae, associações	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
5	Estudos sobre regulação, normatização e regulamentação tendo em vista reavaliar a normatização em Facts, visando a modernizações (com foco em tecnologia VSC)	Finep, fundos internacionais, FAPs	*Aneel, *Inmetro, ABNT, ONS	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 81 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Sistemas Flexíveis de Transmissão em Corrente Alternada (Facts) (Médio Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado esperado	Categoria de instrumentos
6	Gerar demanda para a utilização e a difusão de simuladores visando à interação de equipamentos Facts e sistema de potência no SEB	<p>Criar mercado para a difusão das tecnologias Facts desenvolvidas e, assim, incentivar a demanda para investimentos em inovação</p> <p>Espera-se, adicionalmente, que a ação permita a redução, no longo prazo, de custos relacionados à tecnologia VSC</p>	<p>Regulação/ normatização/ regulamentação</p> <hr/> <p>Financiamento público para inovação</p>
7	Gerar infraestrutura de CT&I com foco objetivo em eletrônica de potência	<p>Lançamento de laboratórios e aprimoramento dos existentes</p> <p>Melhoria da infraestrutura laboratorial que permita viabilizar as metas tecnológicas de médio e longo e prazos</p> <p>Competência nacional para PD &I</p>	<p>Infraestrutura de CT&I</p>

Fonte: Elaboração própria.



Tabela 81 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Sistemas Flexíveis de Transmissão em Corrente Alternada (Facts) (Médio Prazo) (continuação)

N.	Atividades de fomento/indutoras e/ou instrumentos	Organizações financiadoras	Sugestões de atores envolvidos	Rotas aplicáveis
6	Incluir critérios de melhoria de performance na atualização dos equipamentos da malha de transmissão e subestações	MME, Aneel, EPE, ONS	*MDIC, MME, MCTI, *Aneel, associações, BNDES, ABDI, *ONS	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
	Financiar a modernização tecnológica no SEB	BNDES, Finep		1, 2, 3, 4, 5, 6
7	Investimentos em laboratórios e equipamentos	Finep, FAPs, Programa P&D Aneel, BNDES	*ICTs, MEC/Capes, *MCTI/CNPq, MDIC	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 82 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Sistemas Flexíveis de Transmissão em Corrente Alternada (Facts) (Longo Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado esperado	Categoria de instrumentos
8	Gerar demanda para novos equipamentos de armazenamento de energia, lastreados na aplicação de eletrônica de potência a partir dos equipamentos Facts	<p>Criar mercado para as novas tecnologias de armazenamento ajuda na eficiência operacional dos sistema de potência</p> <p>Espera-se difundir, no mercado, as tecnologias de armazenamento com Facts</p>	<p>Regulação/ normatização/ regulamentação</p> <hr/> <p>Financiamento público para inovação</p>

Fonte: Elaboração própria.



Tabela 82 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Sistemas Flexíveis de Transmissão em Corrente Alternada (Facts) (Longo Prazo) (continuação)

N.	Atividades de fomento/ indutoras e/ou instrumentos	Organizações financiadoras	Sugestões de atores envolvidos	Rotas aplicáveis
8	Incluir critérios de melhoria de performance na atualização dos equipamentos da malha de transmissão e subestações	MME, Aneel, EPE, ONS	*MDIC, MME, MCTI, *Aneel, associações, BNDES, ABDI, *ONS	1, 4
	Financiar a modernização tecnológica no SEB	BNDES, Finep		1, 4

Fonte: Elaboração própria.

A tabela a seguir apresenta as rotas tecnológicas referenciadas na tabela anterior.

Tabela 83 - Ordem de prioridade dos investimentos em P&D nas rotas tecnológicas abordadas na macrotemática Sistemas Flexíveis de Transmissão em Corrente Alternada (Facts)

Prioridade	Rota Tecnológica	Temática
1	Modelos para a aplicação de Facts	Estudos e modelos para a aplicação de Facts
2	SVC, STATCOM	Compensadores em paralelo
3	Controles de equipamentos Facts e interação com os demais equipamentos	Controle e interação de equipamentos Facts
4	Estudos para a aplicação de Facts	Estudos e modelos para a aplicação de Facts
5	Compensação de potência reativa (e ativa) usando conversores das fontes solar e eólica	Compensadores em paralelo
6	Compensadores com armazenamento de energia: Statcom (baterias ou Superconducting Magnetic Energy Storage - SMES ou supercapacitores)	Compensadores em paralelo
7	Compensadores síncronos de velocidade variável com armazenamento de energia (associados ou não a usinas reversíveis)	Compensadores em paralelo
8	TCSC	Compensadores de potência reativa em série e paralelo série
9	Reator Saturável e Reator Modular Chaveado	Compensadores em paralelo
10	Novas tecnologias de compensadores série (SSSC) e paralelo-série(UPFC e UPLC)	Compensadores de potência reativa em série e paralelo série

Fonte: Elaboração própria.

6.5. Supercondutores

Objetivo Geral: Introdução e desenvolvimento de equipamentos e dispositivos supercondutores no SEB. Notadamente: geradores eólicos com potência superior a 10 MW, melhoria da qualidade da energia com armazenadores supercondutores (SMES e *flywheels*), transformadores e cabos supercondutores.

Extrai-se de relatórios anteriores do CGEE que a introdução de dispositivos e de equipamentos supercondutores no SIN tem importante potencial de aumentar a confiabilidade do SEB e a ampacidade da rede elétrica, de prover soluções à estabilização de intermitência derivada do crescimento de utilização de fontes de energias renováveis e de contribuir para a compactação/modernização de subestações.



Tais desdobramentos são importantes tendo em vista algumas das características antevistas para o SIN, notadamente derivadas: (i) do aumento previsto da utilização de fontes intermitentes de energia no SEB; (ii) do crescimento da demanda previsto que requer aumento da capacidade de transmissão e de distribuição em áreas densamente povoadas; (iii) de outros problemas técnicos do SIN (exemplo: existência de curto-circuito em subestações).

Como principais gargalos do sistema de inovação brasileiro, com foco em transmissão, que relatórios anteriores do CGEE apontaram como problemáticos à evolução das rotas tecnológicas em supercondutores, destacam-se: (i) o baixo financiamento à pesquisa básica no Brasil; (ii) a falta de mão de obra qualificada; (iii) a baixa interação de grupos que participam de pesquisas em supercondutores no Brasil com pesquisadores e empresas do setor elétrico. O Brasil possui forte *gap* científico-tecnológico em certas rotas deste campo, embora em certas tecnologias importantes possua grupos com experiência acumulada capazes de avançar na adaptação de certas tecnologias para o País e, futuramente, também na produção de componentes. Materiais avançados e tecnologias de criogenia são tecnologias-chave para seu bom desenvolvimento. O crescimento da demanda por produtos derivados de tecnologias com uso de supercondutores, grandemente enraizadas em dispositivos e equipamentos, é catalisado pela expansão do parque de geração eólica, o que pode ser de importância central à inovação/difusão da tecnologia de supercondutores no País.

Tabela 84 - Metas regulatórias, tecnológicas e de inovação: Macrotemática Supercondutores

Metas	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo Prazo
Regulatória		(3) Apresentar proposta de adaptação de políticas pull side para novas tecnologias em supercondutores	
Tecnológica	(1) Soft: estruturar disciplina para a promoção nas universidades e em diferentes instituições de ensino das aplicações de tecnologia de supercondutores no sistema elétrico (2) Soft: aumentar a disponibilidade e a qualidade da infraestrutura laboratorial no Brasil	(4) Lançar protótipos com tecnologia de supercondutores incorporada, de acordo com os objetivos específicos	
Inovação			(5) Difundir no SEB as tecnologias dispostas em objetivos específicos de bom desempenho métrico desenvolvidas em laboratórios nacionais

Fonte: Elaboração própria.

É possível compreender a lógica de encadeamento das ações a partir de seis eixos interconectados: (i) ações para a adequação da infraestrutura científico-tecnológica pertinente; (ii) formação e estímulo de pesquisadores e técnicos; (iii) difusão do conhecimento e da informação entre atores do SIN; (iv) estruturação de base empresarial como forma de retenção de valor no sistema de inovação brasileiro; (v) estabelecimento de normatização técnica para a melhoria da interoperabilidade de equipamentos do SIN; e (vi) geração de demanda para a difusão de inovações no SIN.

- (i) Adequação da infraestrutura científico-tecnológica pertinente: a macrotemática requer importante desenvolvimento laboratorial. Sugere-se iniciar estruturando políticas de financiamento específicas e avaliando a viabilidade de os laboratórios dispostos no Brasil modernizarem as suas estruturas para atender aos objetivos específicos ligados à fabricação, em médio prazo, de cabos e limitadores de correntes com tecnologia de supercondutor.
- (ii) Formação e estímulo de pesquisadores e técnicos: a macrotemática trata de rotas tecnológicas com distintos acúmulos de conhecimento no Brasil. Assim, políticas de formação, tanto técnica quanto acadêmica, devem ser estimuladas (criação de cursos/



disciplinas específicas e de bolsas de pesquisa). Após acúmulo de certa massa crítica interna, a médio prazo, sugere-se agir com programas estruturados de intercâmbio internacional de conhecimento.

- (iii) Difusão da informação e do conhecimento: aproximar redes de pesquisa em supercondutores com o SEB é o passo central, tendo em vista o foco nos recursos. Ademais, é importante, em específico nesta macrotemática (em que se prevê a importação de dispositivos com equipamentos supercondutores), promover intercâmbio de conhecimento entre usuários e pesquisadores/produtores da tecnologia. *Workshops*, seminários, congressos e cursos são propostos como forma de difundir conhecimentos específicos de tecnologias de diferentes estágios de maturidade, ao mesmo tempo em que se articulam novas redes de pesquisa.
- (iv) Estruturação de base empresarial: apenas no médio prazo são propostas medidas para viabilizar financeiramente as empresas nascentes, considerando-se que no curto prazo novos projetos de pesquisa aplicada devem se valer dos conhecimentos acumulados nos laboratórios já dispostos. Há a necessidade de acúmulo prévio de massa de conhecimentos sobre supercondutores.
- (v) Normatização técnica: criar, no médio prazo, um grupo de trabalho para acompanhar a evolução da padronização técnica, nacional e internacional, e avaliar e definir a necessidade de normatização para as novas tecnologias de supercondutores no SEB.
- (vi) Geração de demanda para inovações: a maturidade das rotas tecnológicas prioritárias são previstas para longo prazo. Portanto, em médio prazo sugere-se a introdução de ações para a demanda de tecnologia pré-comercial. No longo prazo, o financiamento da atualização da malha de transmissão e de subestações do SEB pode gerar uma demanda específica para a cadeia de fornecedores, com o uso de tecnologias de supercondutores.

Tabela 85 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Supercondutores (Curto Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado esperado	Categoria de instrumentos
1	Gerar competências internas em recursos humanos e em infraestrutura de CT&I, com foco em cabos e correntes supercondutores	<p>Inserir o tema supercondutores nos cursos técnicos e universitários</p> <p>Viabilizar estrutura para a realização das pesquisas aplicadas dispostas em objetivos específicos</p> <p>Gerar competência nacional para PD&I em rotas prioritárias</p>	<p>Infraestrutura de CT&I</p> <hr/> <p>Políticas de formação e capacitação</p>

Fonte: Elaboração própria. *Sugestão de atores para a governança ou coordenação da ação.



Tabela 85 - Agenda de ações de CT&I: Macrotécnica Supercondutores (Curto Prazo) (continuação)

N.	Atividades de fomento/ indutoras e/ou instrumentos	Organizações financiadoras	Sugestões de atores envolvidos	Rotas aplicáveis
1	Investimentos em laboratórios e equipamentos centrais Participação das ICTs e atenção às especificidades das políticas de financiamento	Finep, FAPs, Programa P&D Aneel, BNDES	*Aneel, ICTs, MCTI/ CNPq, MDIC, Sistema S,	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
	Criação de cursos técnicos, profissionalizantes e universitários sobre o tema supercondutores	MDIC, Capes, CNPq, Sistema S, Sebrae	ICTs, MEC/Capes, *MCTI/ CNPq, MDIC, Sistema S	

Fonte: Elaboração própria. *Sugestão de atores para a governança ou coordenação da ação.

Tabela 86 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Supercondutores (Médio Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado esperado	Categoria de instrumentos
2	Criação e fortalecimento de atores capazes de difundir soluções tecnológicas no mercado	Desenvolvimento da cadeia produtiva nacional	Política para empreendedorismo e apoio a incubadoras <hr/> Financiamento público para inovação
	Criar projetos demonstrativos/piloto em transmissão e distribuição para o desenvolvimento da tecnologia de cabos, limitadores de corrente, aerogeradores, transformadores e armazenadores de energia (SMES e flywheels) supercondutores	Teste, experimentação e/ou desenvolvimento de novos produtos para atender às metas tecnológicas Aproximar o conhecimento acumulado nas universidades brasileiras das pesquisas empresariais em supercondutores	Políticas para apoio à colaboração (U-E ou E-E)
3	Estabelecer e adensar redes colaborativas de estudos para a coordenação de pesquisas e desenvolvimento tecnológico em supercondutores	Redes de pesquisa, parcerias e grupos de trabalho capazes de coordenar a PD&I, otimizando esforços, buscando sinergias e maximizando resultados, minimizando redundâncias e retrabalhos para estudos em criogenia, cabos, limitadores de corrente, aerogeradores, transformadores e armazenadores de energia (SMES e flywheels) supercondutores Preparação para o objetivo específico de longo prazo	Redes de Inovação
4	Mobilizar grupo de trabalho para estudos/avaliação/definição de padrões técnicos, normatizações, regulações e regulamentações para as novas tecnologias de supercondutores	Proposições de um ambiente regulatório nacional específico para supercondutores	Redes de Inovação Regulação/ normatização/ regulamentação
5	Criar demanda pré-comercial para as tecnologias desenvolvidas	Avançar na maturidade de rotas tecnológicas	Compras públicas de tecnologia <hr/> Compras de tecnologias pré-comerciais

Fonte: Elaboração própria. *Sugestão de atores para a governança ou coordenação da ação.


Tabela 86 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Supercondutores (Médio Prazo) (continuação)

N.	Atividades de fomento/ indutoras e/ou instrumentos	Organizações financiadoras	Sugestões de atores envolvidos	Rotas aplicáveis
2	Programas de fomento a startups, novas empresas ou negócios para desenvolvimento de tecnologia nacional	Finep, FAPs, BNDES	*Finep, MDIC, ABDI, CNI, associações, Sebrae	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
	Fomento a linhas/mecanismos de financiamento para projetos e/ou empresas com tecnologia nacional	Finep, FAPs, BNDES		
3	Editais para projetos de inovação cooperados	Embrapii, Finep, FAPs, P&D da Aneel, Senai	*Aneel, ONS, EPE, ICTs, empresas, associações, Sistema S	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
	Foco em intercâmbios organizacionais (com incorporação de parcerias internacionais)			
	Apoio à estruturação de programas nacionais, plataformas, mobilização, consórcios, associações, etc.	Programa P&D Aneel, FAPs, CNPq, Capes, Finep, Sistema S	*Aneel, MME, ONS, EPE, ICTs, Sistema S	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
	Seminários/congressos de tecnologias específicas visando à promoção da inovação			
	Plataformas de inovação			
4	Editais de pesquisa conjunta entre organizações de ICT			
	Estudos sobre regulação, normatização e regulamentação nas novas tecnologias de supercondutores, com foco em tecnologia de cabos, limitadores de corrente, aerogeradores, transformadores e armazenadores de energia (SMES e flywheels) supercondutores	Finep, fundos internacionais, FAPs	ABNT, Inmetro, EPE, ONS, *Aneel, associações, MCTI	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
5	Compra de lote pioneiro para a inserção inicial da tecnologia	P&D Aneel, Finep	Ministérios, *Aneel, EPE, ONS, BNDES, Sebrae, associações	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
	Contratação de desenvolvimento demonstrativo e piloto de soluções tecnológicas			

Fonte: Elaboração própria. *Sugestão de atores para a governança ou coordenação da ação.

Tabela 87 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Supercondutores (Longo Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado esperado	Categoria de instrumentos
6	Gerar demanda para a implantação de cabos, fitas supercondutoras 2G (ou outros materiais que possam vir a surgir), limitadores de corrente, aerogeradores, transformadores e armazenadores de energia (SMES e flywheels) supercondutores	Criar mercado para a difusão das tecnologias desenvolvidas e, assim, incentivar a demanda para investimentos em inovação	Financiamento público para inovação
7	Executar estudos, mapeamentos, inventários para o desenvolvimento de tecnologia, metodologias e conceitos para a revisão da estratégia para supercondutores	Estudos, mapas, subsídios e bases de dados para a elaboração de revisão de estratégia para a incorporação de supercondutores para transmissão	Serviços técnicos e consultorias

Fonte: Elaboração própria. *Sugestão de atores para a governança ou coordenação da ação.



Tabela 87 - Agenda de ações de CT&I: Macrotematática Supercondutores (Longo Prazo) (continuação)

N.	Atividades de fomento/ indutoras e/ou instrumentos	Organizações financiadoras	Sugestões de atores envolvidos	Rotas aplicáveis
6	Financiar a modernização tecnológica no SEB	BNDES, Finep	*MDIC, *MME, MCTI, Aneel, associações, BNDES, ABDI, Finep, EPE	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
7	Contratação de serviços técnicos e consultorias para estudos por meio de recursos próprios e/ou apoios externos	Finep, FAPs, Aneel, MME, ONS, EPE	Aneel, *MME, ONS, EPE, ICTs, empresas, associações	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10

Fonte: Elaboração própria. *Sugestão de atores para a governança ou coordenação da ação.

A tabela a seguir apresenta as rotas tecnológicas referenciadas na tabela anterior.

Tabela 88 - Ordem de prioridade dos investimentos em P&D nas rotas tecnológicas abordadas na macrotemática Supercondutores

Prioridade	Rota Tecnológica	Temática
1	Limitadores de Corrente de Curto Circuito Supercondutores	Aplicações da Supercondutividade no Setor Elétrico de Potência
2	Cabos Supercondutores	Aplicações da Supercondutividade no Setor Elétrico de Potência
3	Aerogeradores Supercondutores	Aplicações da Supercondutividade no Setor Elétrico de Potência
4	Sistemas de Refrigeração Criogênica para Equipamentos Supercondutores	Sistemas Ancilares e Isolantes
5	Armazenadores de Energia Supercondutores (<i>flywheel</i>)	Aplicações da Supercondutividade no Setor Elétrico de Potência
6	Fitas de Alta Temperatura 2G - estrutura multicamadas na forma de filmes finos	Materiais Supercondutores de Alta Temperatura Crítica
7	Transformadores Supercondutores	Aplicações da Supercondutividade no Setor Elétrico de Potência
8	Isolantes Elétricos para Baixas Temperaturas	Sistemas Ancilares e Isolantes
9	Armazenadores de Energia Supercondutores (SMES)	Aplicações da Supercondutividade no Setor Elétrico de Potência
10	Processos de fabricação de fios MgB2	Materiais Supercondutores de Alta Temperatura Crítica

Fonte: Elaboração própria.

6.6. Estruturas, Condutores e Isoladores

Objetivo Geral: O objetivo geral da presente macrotemática é a incorporação no sistema de transmissão de novas concepções de linhas e componentes e de novos tipos de condutores e estruturas. Estão incluídos também o aumento da confiabilidade, a diminuição de custos e o prolongamento da vida das linhas já existentes.

A problemática do SIN que é objeto de preocupação desta macrotemática diz respeito às consequências derivadas da crescente dificuldade de obtenção de novas faixas para linhas de transmissão aéreas e dos altos custos envolvidos na transmissão. Nota-se que, segundo relatório anterior do CGEE, 90% dos



custos das linhas dizem respeito a condutores, isoladores e estruturas. A forma proposta para lidar com esta problemática passa pelo aproveitamento das faixas de linhas existentes e pelo uso de materiais condutores com menores perdas e, também, de estruturas mais compactas e leves. Ademais, propõe-se evoluir nos métodos de construção, manutenção e melhoria no desempenho da linha (passando pela utilização de carregamentos realistas para as linhas e pela melhoria do desempenho ambiental).

Com relação às principais características do sistema de inovação, as problemáticas específicas às estruturas, condutores e isoladores dizem respeito à/ao: (i) baixa produção científica nacional; (ii) dificuldade de se formarem redes colaborativas de pesquisa; (iii) demanda incerta para novos itens no mercado nacional; (iv) deficiente regulação ambiental necessária à diminuição dos impactos; (v) baixo financiamento público e privado à PD&I; (vi) baixo desenvolvimento relativo do sistema de inovação brasileiro em nanotecnologias.

Tabela 89 - Metas regulatórias, tecnológicas e de inovação:
Macrotemática Estruturas, Condutores e Isoladores

Metas	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo Prazo
Regulatória	(1) Grupo de estudos para a avaliação de normatização e a regulação para novos condutores, estruturas e adequação a métricas de mitigação ambiental		
Tecnológica	(2) Projetos de novos tipos de condutores e estruturas	(4) Projetos pilotos para a avaliação da aplicação da nanotecnologia em isoladores poliméricos	(6) Lançamento de modelos e protótipos avançados, incorporando tecnologias dispostas em objetivos específicos, desenvolvidas em laboratórios nacionais (supercondutoras e estruturas de polímero e híbridas)
Inovação	(3) Difusão de soluções tecnológicas que mitiguem o impacto ambiental		(5) Difusão no SIN de soluções tecnológicas de menor custo e maior confiabilidade, por meio de novos tipos de condutores e estruturas

Fonte: Elaboração própria.

É possível compreender a lógica de encadeamento das ações a partir de seis eixos interconectados: (i) ações para a adequação da infraestrutura científico-tecnológica pertinente; (ii) formação e estímulo de pesquisadores e técnicos (iii) difusão do conhecimento e da informação entre atores do SIN; (iv)

estruturação de base empresarial como forma de retenção de valor no sistema de inovação brasileiro; (v) estabelecimento de normatização técnica para a melhoria da interoperabilidade de equipamentos do SIN; e (vi) geração de demanda para a difusão de inovações no SIN.

- (i) Adequação da infraestrutura científico-tecnológica pertinente: sugere-se começar focando na expansão e na utilização dos laboratórios já existentes. No curto prazo, deve-se iniciar o desenho de políticas de financiamento de novos laboratórios, para, no médio prazo, aumentar a quantidade de laboratórios disponíveis, com especificidades adequadas às novas tecnologias. Uma estruturação continuada de estratégia de fomento à demanda é necessária à adequação da infraestrutura laboratorial.
- (ii) Formação e estímulo de pesquisadores e técnicos: emergem de relatórios anteriores a realização de cursos técnicos para novos profissionais da área e a criação de matérias específicas em cursos de graduação em áreas correlatas. Propôs-se, também, o aproveitamento da base universitária atualmente disponível por meio do estímulo à produção de dissertações e teses sobre as macrotemáticas.
- (iii) Difusão da informação e do conhecimento: como iniciativa central à diminuição da assimetria de informação e de conhecimentos no SIN, emerge de relatórios anteriores a proposição de estruturar cursos técnicos e sobre linhas de transmissão para os órgãos competentes e para os novos profissionais na área técnica. Propõe-se, adicionalmente, a criação de políticas de fomento à pesquisa conjunta entre diferentes ICTs e a organização de eventos combinando duas ou mais rotas tecnológicas, dando particular ênfase à vinculação, a partir das redes de pesquisa da macrotemática, de conhecimentos sobre nanotecnologias dispostos nas ICTs brasileiras e internacionais. Ademais, sugere-se a criação de banco de dados para reunir a produção científica relevante dispersa no Brasil sobre a macrotemática.
- (iv) Estruturação de base empresarial: no médio prazo, estabelecer políticas de apoio ao empreendedorismo.
- (v) Normatização técnica: averiguar a necessidade de serem realizadas ações específicas de normatização, tendo como propósito facilitar a difusão de inovações, o cumprimento de metas ambientais e a adequação técnica de diferentes equipamentos.
- (vi) Geração de demanda para inovações: contratar ensaios para novos laboratórios, com início previsto já para o curto prazo. Vincular o planejamento de modernização da malha de transmissão à incorporação de novas tecnologias no SIN.



Tabela 90 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Estruturas, Condutores e Isoladores (Curto Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado esperado	Categoria de instrumentos
1	Gerar competências internas em recursos humanos e infraestrutura de CT&I em novos tipos de condutores e estruturas e em nanotecnologia	Competência nacional para PD&I em novos tipos de condutores e estruturas	Infraestrutura de CT&I Políticas de formação e capacitação
2	Executar estudos e mapeamentos dos desenvolvimentos e pesquisas de tecnologias em objetivos específicos, com foco em novos tipos de condutores	Criar banco de dados para centralizar a produção científica relevante à macrotemática dispersa nas universidades e ICTs brasileiras Estimular o interesse de pesquisa nas rotas tecnológicas prioritárias	Serviços técnicos e consultorias Redes de Inovação
3	Estabelecer e adensar redes colaborativas de estudos para a coordenação das pesquisas e para o desenvolvimento tecnológico, com foco na inclusão de redes de pesquisa sobre nanotecnologia (nacionais e internacionais), no desenvolvimento de projetos, na mitigação de impacto ambiental e na manutenção e montagem das linhas de transmissão	Redes de pesquisa capazes de coordenar a PD&I, otimizando esforços, buscando sinergias para a otimização de projetos de linhas de transmissão e para a mitigação dos impactos socioambientais Absorver conhecimentos relevantes à PD&I do sistema de inovação em transmissão	Redes de Inovação
4	Criação e fortalecimento de atores capazes de difundir soluções tecnológicas no mercado	Fortalecimento da cadeia produtiva nacional	Financiamento público para inovação
5	Gerar demanda para a implantação de novos projetos e tipos de condutores com elevada eficiência ambiental	Criação de mercado para a difusão das tecnologias já desenvolvidas, com efeitos de mitigação de impacto ambiental	Regulação/ normatização/ regulamentação
6	Criar demanda de testes e atividades para novos laboratórios	Executar estudos e testes para o desenvolvimento da tecnologia e ocupar produtivamente os novos laboratórios	Serviços técnicos e consultorias
7	Mobilizar grupo de trabalho para estudos de avaliação e proposição de normatização para novos tipos de condutores e estruturas (também articulado às necessidade de mitigação ambiental)	Estudos sobre regulação, normatização e regulamentação	Redes de Inovação Regulação/ normatização/ regulamentação
8	Criar projetos demonstrativos/ piloto para o desenvolvimento de tecnologia de novos tipos de condutores e estruturas	Teste, experimentação e/ou desenvolvimento de novos tipos de condutores e estruturas, e aproximar conhecimento acumulado nas universidades brasileiras da pesquisa empresarial	Políticas para apoio à colaboração (U-E ou E-E)

Fonte: Elaboração própria. *Sugestão de atores para a governança ou coordenação da ação.



Tabela 90 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Estruturas, Condutores e Isoladores (Curto Prazo) (continuação)

N.	Atividades de fomento/indutoras e/ou instrumentos	Organizações financiadoras	Sugestões de atores envolvidos	Rotas aplicáveis
1	Investimentos em laboratórios e equipamentos	Finep, FAPs, Programa P&D Aneel, BNDES	ICTs, *MEC/Capes,*MCTI/CNPq, MDIC,	1, 4
	Criação de cursos de graduação e pós acadêmicos	CNPq, Capes, FAPs		1, 4
	Criação de cursos técnicos e profissionalizantes (sugestões de fortalecimento de disciplinas em Linhas de Transmissão e em Estruturas Metálicas)	MDIC, Capes, CNPq, Sistema S, Sebrae	ICTs, *MEC/Capes, *MCTI/CNPq, MDIC, Sistema S	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11
2	Contratação de serviços técnicos e de consultorias para estudos via recursos próprios e/ou apoios externos	Finep, FAPs, Aneel, MME, ONS, EPE		1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11
	Pesquisas colaborativas/ cooperadas, prêmios de teses e dissertações		*Aneel, *MCTI, MME, ONS, *EPE, ICTs, empresas, associações	
	Promover intercâmbio nacional e internacional de pessoal especializado (incluir organizações atuantes na área de nanotecnologia)	Programa P&D Aneel, Finep, FAPs, Capes, CNPq		1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11
3	Promover workshops e seminários articulando duas ou mais rotas tecnológicas			
	Apoiar a estruturação de programas nacionais, plataformas, mobilização, consórcios, associações etc.			
	Seminários/congressos de tecnologias específicas visando à promoção da inovação	Programa P&D Aneel, FAPs, CNPq, Capes, Finep	Aneel, MMA, *MCTI, MME, ONS, EPE, ICTs	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11
4	Editais de pesquisa conjunta entre organizações de ICT e intercâmbios organizacionais			
	Fomento a linhas/mecanismos de financiamento para projetos e/ou empresas com tecnologia nacional	Finep, FAPs, BNDES	*MDIC, ABDI, CNI, associações	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11
	Atos regulatórios, definição de critérios e parâmetros para a modernização tecnológica			
5	Possível aplicação de normas em planos de modernização dos ativos das concessionárias e foco em parâmetros ambientais e redução de custos	MME, Aneel, EPE, ONS	MDIC, MME, MCTI, MMA, *Aneel, associações, BNDES, ABDI	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
	Contratação de serviços técnicos e de consultorias para estudos via recursos próprios e/ou apoios externos	Finep, FAPs, Aneel, MME, ONS, EPE	Aneel, *MCTI, ONS, EPE, ICTs, empresas, associações	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11
7	Estudos sobre regulação, normatização e regulamentação em novos condutores e estruturas			
	Possível aplicação de normas em planos de modernização dos ativos das concessionárias	Finep, fundos internacionais, FAPs	ABNT, Inmetro, EPE, MMA, ONS, *Aneel, associações	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11
8	Editais para projetos de inovação cooperados	Embrapii, Finep, FAPs	Aneel, MME, *MCTI, ONS, EPE, ICTs, *empresas, associações	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11

Fonte: Elaboração própria. *Sugestão de atores para a governança ou coordenação da ação.

Tabela 91 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Estruturas, Condutores e Isoladores (Médio Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado esperado	Categoria de instrumentos
9	Criar atores capazes de difundir soluções tecnológicas no mercado	Desenvolver a cadeia produtiva nacional Aproximar as pesquisas universitárias das empresariais	Política para empreendedorismo e apoio a incubadoras
10	Gerar demanda para a implantação de novos tipos de condutores e estruturas	Criar mercado para difundir as tecnologias desenvolvidas e, assim, incentivar a demanda por investimentos em inovação	Financiamento público para inovação
11	Criar projetos piloto para a avaliação da aplicação da nanotecnologia em isoladores poliméricos	Desenvolver novos produtos para atender à meta tecnológica e fortalecer a pesquisa em nanotecnologia, tida como de propósito geral	Políticas para apoio à colaboração (U-E ou E-E)

Fonte: Elaboração própria. *Sugestão de atores para a governança ou coordenação da ação.

Tabela 92 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Estruturas, Condutores e Isoladores (Longo Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado esperado	Categoria de instrumentos
12	Criar projetos piloto para supercondutores com perdas reduzidas	Desenvolvimento de novos produtos de modo a fortalecer a pesquisa em nanotecnologia, tida como de propósito geral	Políticas para apoio à colaboração (U-E ou E-E)
13	Executar estudos, mapeamentos, inventários para o desenvolvimento de tecnologia, metodologias e conceitos para a revisão da estratégia para estruturas, condutores e isoladores	Estudos, mapas, subsídios e bases de dados para a elaboração de revisão de estratégia, levando-se em conta o esperado novo patamar de acúmulo sobre nanotecnologias	Serviços técnicos e consultorias

Fonte: Elaboração própria. *Sugestão de atores para a governança ou coordenação da ação.



Tabela 91 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Estruturas, Condutores e Isoladores (Médio Prazo)

N.	Atividades de fomento/ indutoras e/ou instrumentos	Organizações financiadoras	Sugestões de atores envolvidos	Rotas aplicáveis
9	Programas de fomento a startups, novas empresas ou negócios para o desenvolvimento de tecnologia nacional	Finep, FAPs, BNDES	*MDIC, ABDI, CNI, associações, Sebrae	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11
10	Financiar a modernização tecnológica no SEB	BNDES, Finep	*MDIC, MME, MCTI, Aneel, associações, BNDES, ABDI	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11
11	Editais para projetos de inovação cooperados	Embrapii, Finep, FAPs	Aneel, *MCTI, ONS, EPE, ICTs, empresas, associações	11

Fonte: Elaboração própria. *Sugestão de atores para a governança ou coordenação da ação.

Tabela 92 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Estruturas, Condutores e Isoladores (Longo Prazo)

N.	Atividades de fomento/ indutoras e/ou instrumentos	Organizações financiadoras	Sugestões de atores envolvidos	Rotas aplicáveis
12	Editais para projetos de inovação cooperados	Embrapii, Finep, FAPs	Aneel, *MCTI, ONS, EPE, ICTs, empresas, associações	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11
13	Contratação de serviços técnicos e de consultorias para estudos via recursos próprios e/ou apoios externos	Finep, FAPs, Aneel, MME, ONS, EPE	Aneel, *MME, ONS, EPE, ICTs, empresas, associações	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11

Fonte: Elaboração própria. *Sugestão de atores para a governança ou coordenação da ação.

A tabela a seguir apresenta as rotas tecnológicas referenciadas na tabela anterior.

Tabela 93 - Ordem de prioridade dos investimentos em P&D nas rotas tecnológicas abordadas na macrotemática Estruturas, Condutores e Isoladores

Prioridade	Rota Tecnológica	Temática
1	Novos tipos de condutores	Tecnologias envolvendo novos tipos de condutores, isoladores e estruturas
2	Otimização de projetos de linhas aéreas incluindo avaliação de linhas existentes	Tecnologias envolvendo projetos de linhas e componentes
3	Mitigação do impacto ambiental	Desempenho elétrico e ambiental
4	Novos tipos de estruturas	Tecnologias envolvendo novos tipos de condutores, isoladores e estruturas
5	Novas tecnologias para a montagem e a manutenção de linhas de transmissão	Novas tecnologias de manutenção e de montagem de linhas de transmissão
6	Determinação da vida remanescente de linhas de transmissão e extensão de vida	Novas tecnologias de manutenção e de montagem de linhas de transmissão
7	Carregamentos mecânicos em linhas de transmissão	Tecnologias envolvendo projetos de linhas e componentes
8	Aterramento para torres de transmissão	Desempenho elétrico e ambiental
9	Otimização de projeto de fundações	Tecnologias envolvendo projetos de linhas e componentes
10	Novos tipos de isoladores	Tecnologias envolvendo novos tipos de condutores, isoladores e estruturas
11	Desempenho de isoladores poliméricos	Tecnologias envolvendo novos tipos de condutores, isoladores e estruturas

Fonte: Elaboração própria.

6.7. Equipamentos de Alta Tensão e Subestações

Objetivo Geral: Introdução no SIN de alternativas tecnológicas para ampliação, modernização e/ou repotenciação da malha de transmissão existente.



Tal como identificado em relatórios anteriores do CGEE, a maior deficiência do sistema de inovação em transmissão brasileiro, com foco em equipamentos de alta tensão e subestações, diz respeito à infraestrutura laboratorial e à formação de pesquisadores. Também indicou-se a existência de importante defasagem de conhecimentos em nanotecnologia, o que limita o desenvolvimento de rota tecnológica prioritária em materiais avançados (entendida como tecnologia de “propósito geral”). De forma suplementar, relatórios anteriores do CGEE também chamaram a atenção para: (a) problemas de difusão de informações e de conhecimento, notadamente relacionados às soluções tecnológicas já utilizadas por certos grupos do SIN, mas desconhecidas por outros; (b) baixa participação das concessionárias na formação de normas técnicas; (c) falta de coordenação entre pesquisas de laboratórios e centros de pesquisa, levando a desperdícios de recursos; (d) sistema de cobrança/multas da Aneel, o que leva a concessionária a ter receio de tentar implantar uma nova tecnologia, pois, em caso de falhas, a justificativa pode não ser aceita e o ônus será da concessionária.

Com relação às problemáticas do SIN relacionadas à transmissão e que foram importantes balizadoras das priorizações propostas das rotas tecnológicas, os especialistas apontaram principalmente: (i) malha de transmissão envelhecida; (ii) alto custo de transmissão impactado por questões fundiárias e socioambientais; (iii) custos de manutenção elevados.

Para a elaboração desta estratégia, propõe-se a existência de seis metas essenciais à persecução dos objetivos específicos e, conseqüentemente, dos gerais. As metas possuem um encadeamento lógico. Isto é, para o atendimento de certas metas, e para a boa realização das 28 ações básicas propostas, além da observação de políticas implícitas adequadas, o atendimento prévio de outras metas é necessário.

**Tabela 94 - Metas regulatórias, tecnológicas e de inovação:
Macrotemática Equipamentos de Alta Tensão e Subestações**

Metas	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo Prazo
Tecnológica	(1) <i>Soft</i> : mapas e estudos de apoio à política de inovação	(2) <i>Soft</i> : aumento da quantidade e da qualidade dos laboratórios (foco em nanotecnologias, poluição e UAT) (3) Desenvolvimento de soluções tecnológicas em laboratório com uso de nanotecnologias e UAT	(6) Desenvolvimento de equipamentos com nanotecnologia
Inovação		(4) <i>Soft</i> : disponibilização de um banco de dados para soluções de problemas tecnológicos (5) Início da aplicação/difusão no SIN das soluções tecnológicas desenvolvidas em laboratórios	(7) Início da aplicação/difusão no SIN dos equipamentos desenvolvidos com nanotecnologia

Fonte: Elaboração própria.

É possível compreender a lógica de encadeamento das ações a partir de seis eixos interconectados: (i) criação de infraestrutura laboratorial pertinente; (ii) formação e estímulo de pesquisadores; (iii) difusão da informação e do conhecimento; (iv) geração de demanda para a inovação; (v) normatização técnica para uso, produção e pesquisa; (vi) envolvimento de atores relevantes na execução das ações.

- (i) Criação de infraestrutura laboratorial pertinente: inicia-se com atividades para o mapeamento da infraestrutura laboratorial disponível e passa por atividades ligadas à estruturação de políticas de financiamento de novos laboratórios; e pela criação de editais específicos para as rotas tecnológicas pertinentes e melhoria da governança interna de ICTs para a gestão da P&D, tal como o proposto por relatórios anteriores. Requer planejamento da demanda por novos equipamentos para estimular a produção de pesquisa e de soluções tecnológicas. Normatização e foco em pesquisa sobre condições climáticas para melhorar os parâmetros de pesquisa e o dimensionamento adequado de novos equipamentos.
- (ii) Formação e estímulo de pesquisadores: tendo em vista a focalização e a otimização dos recursos, propõe-se primeiro um mapeamento das competências e dos centros de pesquisa relevantes no Brasil e no exterior; movimento de adensamento de redes para aumentar a velocidade de acumulação de conhecimento e sua difusão. Foco adicional na pesquisa de nanotecnologia no Brasil, com o objetivo de aproximar as redes de pesquisa em transmissão/macrotemática com aquelas existentes no País sobre nanotecnologia. Estímulo à revisão da política de governança interna às ICTs para fixar o pesquisador em laboratórios e centros de pesquisa.



- (iii) Difusão da informação e do conhecimento: atividades em dois movimentos objetivando a diminuição da assimetria de informação e do conhecimento no sistema de inovação. Primeiramente, criar e divulgar o banco de dados ligados às soluções tecnológicas conhecidas apenas por grupos específicos do SIN (desconhecidas pela comunidade geral), o que foi proposto em relatório anterior do CGEE. Em segundo, usar o adensamento de redes como forma de difundir conhecimentos (incluindo relação universidade/empresa).
- (iv) Geração de demanda para a inovação: ponto essencial para cumprir as metas de inovação. O envelhecimento da malha de transmissão é visto, também, como a principal oportunidade de formação de demanda específica e, conseqüentemente, de inovação. Relatórios anteriores do CGEE levantaram a possibilidade de ser elaborado um planejamento, pelas concessionárias, para a substituição de equipamentos em obsolescência. Desenvolvimento de ações desenhadas para garantir a elaboração e a divulgação, tanto por parte das concessionárias públicas quanto das privadas, dos referidos planejamentos com a normatização, adequando as características técnicas da demanda com as das pesquisas laboratoriais. Políticas de médio e longo prazos para a elaboração de materiais avançados.
- (v) Normatização técnica para uso, produção e pesquisa: conjunto de ações necessárias para que as normatizações técnicas sejam produzidas e difundidas conjuntamente entre as concessionárias, fabricantes, universidades e laboratórios de pesquisa. Particular atenção para que se avalie a pertinência de introduzir a normatização já em fase de elaboração de planejamentos de substituição de equipamentos por parte das concessionárias.
- (vi) Envolvimento de atores relevantes na execução das ações: procurar envolver, operacionalmente, outros atores relevantes e afetados pelas ações e que este envolvimento ocorra nas fases iniciais dos trabalhos, para que os produtos das ações contemplem as necessidades dos diferentes atores.

Tabela 95 - Agenda de ações de CT&I: Macromatemática Equipamentos de Alta Tensão e Subestações (Curto Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado esperado	Categoria de instrumentos
1	Gerar competências internas em recursos humanos, com ênfase em cursos técnicos e profissionais de O&M em novas tecnologias aplicadas longe dos centros urbanos e em infraestrutura de CT&I para a prestação de serviço em O&M	Competência nacional para PD&I nas rotas tecnológicas priorizadas Melhor uso das tecnologias em difusão no SIN	Infraestrutura de CT&I Políticas de formação e capacitação
2	Executar estudos de mapeamentos e inventário da infraestrutura de pesquisa para a prestação de serviços em O&M	Estudos e mapas para melhorar o compartilhamento e o acesso às condições de pesquisa e treinamento técnico em O&M	Redes de Inovação
3	Gerar demanda para a implantação de novos componentes e sistemas, notadamente sensores de monitoramento, drones e robóticas, para uso em manutenção e obtenção de informações para o SIN	Criação de mercado para a difusão das tecnologias desenvolvidas que geram informação e melhores práticas para O&M do SIN	Financiamento público para inovação

Fonte: Elaboração própria. *Sugestão de atores para a governança ou coordenação da ação.



Tabela 95 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Equipamentos de Alta Tensão e Subestações (Curto Prazo) (continuação)

N.	Atividades de fomento/ indutoras e/ou instrumentos	Organizações financiadoras	Sugestões de atores envolvidos	Rotas aplicáveis
1	Investimentos em laboratórios e equipamentos (foco em falhas e desempenhos de equipamentos de uso no SIN e em drones e robótica)	Finep, FAPs, Programa P&D Aneel, BNDES	ICTs, MEC/Capes, *MCTI/ CNPq, MDIC, Sistema S	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
	Criação de cursos técnicos e profissionalizantes longe dos centros urbanos e onde haja instalações relevantes do SIN	MDIC, Capes, CNPq, Sistema S, Sebrae	*ICTs, MEC/Capes, MCTI/ CNPq, MDIC, *Sistema S	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
2	Pesquisas colaborativas/ cooperadas	Programa P&D Aneel, Finep, FAPs, Capes, CNPq	Aneel, *MME, ONS, EPE, *ICTs, empresas, associações	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
3	Financiar a modernização tecnológica no SEB	BNDES, Finep	*MDIC, MME,* MCTI, Aneel, associações, BNDES, ABDI	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10

Fonte: Elaboração própria. *Sugestão de atores para a governança ou coordenação da ação.

Tabela 96 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Equipamentos de Alta Tensão e Subestações (Médio Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado esperado	Categoria de instrumentos
4	Gerar demanda para a implantação de novos componentes para o monitoramento do sistema de transmissão, Phasor Measurement Unit (PMU) e análise de dados meteorológicos	Criação de mercado para a difusão de tecnologias que gerem informações sobre o SIN e permitam melhores práticas de operação e modernização	Regulação/ normatização/ regulamentação
5	Estimular a produção e o compartilhamento de conhecimentos relevantes às práticas de profissionais e técnicos de O&M do sistema	Redução da assimetria de informação e do conhecimento, compartilhamento e difusão de práticas	Infraestrutura de CT&I
6	Adensar redes colaborativas de estudos para a coordenação das pesquisas e para o desenvolvimento tecnológico tanto técnico quanto profissional, especialmente na área de manutenção	Redes de pesquisa, parcerias e grupos de trabalho capazes de coordenar a PD&I, otimizando esforços para a revitalização e melhores práticas de descartes de ativos das instalações de transmissão	Políticas para apoio à colaboração (U-E ou E-E)

Fonte: Elaboração própria.*Sugestão de atores para a governança ou coordenação da ação.

Tabela 97 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Equipamentos de Alta Tensão e Subestações (Longo Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado esperado	Categoria de instrumentos
7	Criar demanda pré-comercial para as tecnologias desenvolvidas	Avançar na maturidade de rotas tecnológicas	Prêmios de indução à inovação

Fonte: Elaboração própria. *Sugestão de atores para a governança ou coordenação da ação.



Tabela 96 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Equipamentos de Alta Tensão e Subestações (Médio Prazo) (continuação)

N.	Atividades de fomento/ indutoras e/ou instrumentos	Organizações financiadoras	Sugestões de atores envolvidos	Rotas aplicáveis
4	Reanalisar e redefinir os critérios mínimos de envelhecimento de subestações, de linhas de transmissão e de seus componentes principais Atos regulatórios, definição de critérios e de parâmetros para a modernização tecnológica	MME, Aneel, EPE, ONS	MDIC, MME, MCTI, *Aneel, associações, BNDES, ABDI	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
5	Investimentos em bancos de dados, premiação de trabalhos técnicos, teses e dissertações, mapeamentos e sistemas de gerenciamento da informação e do conhecimento	Finep, FAPs, Programa P&D Aneel, orçamentos próprios	*ICTs, *MEC/Capes, MCTI/CNPq, MDIC	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
6	Editais para projetos de inovação, financiamento e patrocínio para congressos, seminários e eventos em geral relacionados à inovação em tecnologias específicas	Programa P&D Aneel, FAPs, CNPq, Capes, Finep	Aneel, *MME, *ONS, EPE, *ICTs	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10

Fonte: Elaboração própria. *Sugestão de atores para a governança ou coordenação da ação.

Tabela 97 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Equipamentos de Alta Tensão e Subestações (Longo Prazo) (continuação)

N.	Atividades de fomento/ indutoras e/ou instrumentos	Organizações financiadoras	Sugestões de atores envolvidos	Rotas aplicáveis
7	Premiação para empresas inovadoras que tenham apresentado gás para substituir o SF6 em equipamentos	P&D Aneel, Finep, fundos internacionais, BNDES, FAPs, ministérios, CNI, CNPq	*MME, MCTI, *Aneel, EPE, ONS, BNDES, Sebrae, associações	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10

Fonte: Elaboração própria. *Sugestão de atores para a governança ou coordenação da ação.

A tabela a seguir apresenta as rotas tecnológicas referenciadas na tabela anterior.

Tabela 98 - Ordem de prioridade dos investimentos em P&D nas rotas tecnológicas abordadas na macrotemática Equipamentos de Alta Tensão e Subestações

Prioridade	Rota Tecnológica	Temática
1	Materiais avançados aplicados a equipamentos de alta tensão	Materiais avançados
2	Subestações Isoladas a Gás (SIG)	Subestações de alta tensão
3	Novas tecnologias envolvendo transformadores de potência	Transformadores e buchas
4	Subestações Híbridas (SH)	Subestações de alta tensão
5	Metodologias e tecnologias de monitoramento para equipamentos	Soluções em automação de subestações (SEs)
6	Testes e certificações de equipamentos de UAT	Teste e certificação de equipamentos para subestações
7	Novas tecnologias envolvendo buchas	Transformadores e buchas
8	Novas tecnologias envolvendo equipamentos de medição (Transformadores decorrente e Transformadores de Potência)	Equipamentos de medição
9	Novas tecnologias envolvendo disjuntores	Equipamentos de manobras
10	Subestações Isoladas a Ar (SIA)	Subestações de alta tensão
11	Novas tecnologias envolvendo para-raios	Para-raios
12	Desempenho de cabos isolados em alta e extra-alta tensão	Tecnologias atuais e novas tecnologias envolvendo cabos isolados em alta e extra-alta tensão
13	Aspectos naturais ou artificiais	Desempenho de equipamentos e subestações
14	Novas tecnologias envolvendo seccionadores	Equipamentos de manobras
15	Desempenho dos isoladores tipo suporte em alta, extra e ultra alta tensão	Tecnologias atuais e novas tecnologias envolvendo isoladores tipo suporte em alta, extra e ultra-alta tensão
16	Transformador defasador (<i>phase-shifting transformers</i>)	Transformadores e buchas
17	Novas tecnologias de aterramento	Novas metodologias e tecnologias de sistemas de aterramento, monitoração e avaliação dos sistemas existentes e integração com as novas malhas

Fonte: Elaboração própria.



6.8. Operação e Manutenção dos Sistemas de Transmissão

Objetivo Geral: O objetivo é melhorar a qualidade do serviço e do produto para fazer frente às novas exigências do mercado e adequar as atividades de operação e manutenção para atender às novas necessidades do setor elétrico.

Extrai-se de relatórios anteriores do CGEE que as problemáticas relevantes ao SIN nessa área dizem respeito ao(s): (i) novos desafios de manutenção e operação em equipamentos de última geração tecnológica; (ii) contínuo e importante aumento da complexidade do sistema, impondo desafios operacionais e gerenciais crescentes; (iii) envelhecimento dos ativos do SIN. As principais formas de lidar com as problemáticas poderiam ser agrupadas (sugere-se ler o relatório prévio do CGEE) em: otimização da infraestrutura já existente (com foco em automação); desenvolvimento, treino e uso de novos dispositivos, equipamentos e aparatos tecnológicos; e, principalmente, melhoria dos instrumentos de apoio à gestão dos ativos do sistema.

Depreende-se ainda do sistema de inovação em transmissão, com foco na operação e na manutenção dos sistema de transmissão: (i) insuficiência de cursos e de treinamento em operação e manutenção em novas tecnologias para técnicos e engenheiros (notadamente em áreas distantes dos centros urbanos, onde se localizam importantes instalações do SIN); (ii) falta de equipamentos, estruturas e dados para a coleta de informações climáticas/ambientais e para o monitoramento de equipamentos e de condições especiais de operação do SIN; (iii) falta de laboratórios especializados; (iv) insuficiência de dados e de tecnologias de gestão de grande quantidade de informações. As rotas tecnológicas na macrotemática são intensivas em informação. Ainda que não exclusiva, parte importante das tecnologias na macrotemática estaria incorporada aos profissionais da área e se ligaria às áreas de serviço.

**Tabela 99 - Metas regulatórias, tecnológicas e de inovação: Macrotemática
Operação e Manutenção dos Sistemas de Transmissão**

Metas	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo Prazo
Regulatória	(1) Ter elaborado uma primeira proposta de normatização para as tecnologias usadas e de suporte às atividades de O&M (2) Criar modelos de cursos técnicos e profissionalizantes em O&M em áreas distantes dos centros urbanos e com instalações relevantes em transmissão	(5) Consolidar, normatizar e difundir proposta de normatização que estabeleça critérios e métricas condizentes com a criação de ambientes automatizados e com a instalação de dispositivos que forneçam informações sobre SIN de apoio à O&M	
Tecnológica	(3) Aumentar a quantidade, o compartilhamento e a qualidade das estruturas de laboratórios para pesquisa e treinamento profissional em prestação de serviços em O&M		(6) Apresentar soluções para a identificação de gás para substituir o SF6 em equipamentos
Inovação	(4) Incorporar, ao SIN, elementos de modernização de drones, robótica e sensores de monitoramento de instalações do SIN e coleta de dados climáticos e ambientais		

Fonte: Elaboração própria.

É possível compreender a lógica de encadeamento das ações a partir de seis eixos interconectados: (i) ações para a adequação da infraestrutura científico-tecnológica pertinente; (ii) formação e estímulo de pesquisadores e técnicos; (iii) difusão do conhecimento e da informação entre os atores do SIN; (iv) estabelecimento de normatização técnica para a melhoria da interoperabilidade de equipamentos do SIN; e (v) geração de demanda para a difusão de inovações no SIN.

- (i) Adequação da infraestrutura científico-tecnológica pertinente: a melhoria da infraestrutura de pesquisa pode se voltar para laboratórios direcionados à prestação de serviços para a operação e a manutenção, por exemplo, para a análise de falhas e de desempenho de equipamentos.
- (ii) Formação e estímulo de pesquisadores e técnicos: recomenda-se a criação de cursos técnicos específicos e o estímulo ao seu oferecimento longe de centros urbanos (tendo em vista a importância dos equipamentos situados nessas áreas). O foco deve ser, principalmente, em capacitação de mantenedores das subestações e de operadores das empresas de transmissão.



- (iii) Difusão da informação e do conhecimento: recomenda-se a criação de estratégias de difusão dos principais trabalhos técnicos desenvolvidos na área, com possível uso de bancos de dados. Compartilhar conhecimento por meio da interação de pesquisa conjunta e nos espaços laboratoriais.
- (iv) Normatização técnica: usar a normatização como base para propostas regulatórias que viabilizem a introdução de tecnologias apropriadas aos objetivos específicos. A normatização também é base para a melhoria da interoperabilidade do sistema e para o recolhimento de informações sobre o SIN.
- (v) Geração de demanda para inovações: incluir o financiamento da demanda de dispositivos ligados aos objetivos específicos. Usar a normatização e a regulação como meio para que a reavaliação da vida útil e a posterior atualização da malha de transmissão sejam feitas incorporando novas tecnologias que forneçam melhores informações sobre o SIN e possibilitem melhores práticas de O&M.

Tabela 100 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Operação e Manutenção dos Sistemas de Transmissão (Curto Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado esperado	Categoria de instrumentos
1	Gerar competências internas em recursos humanos e em infraestrutura de CT&I em Tecnologias da Informação e Computação aplicadas à Proteção, Automação e Controle (PAC) em sistemas de transmissão	Competência nacional para PD&I nas temáticas Modernização da estrutura em CT&I existente Espera-se modelo de programa de recrutamento, perenização, planejamento e retenção com a atualização de profissionais especializados em PAC (níveis superior e médio)	Infraestrutura de CT&I Políticas de formação e capacitação Políticas de formação e capacitação
2	Estabelecer e adensar redes colaborativas de estudos, nacionais e internacionais, para a coordenação das pesquisas e desenvolvimento tecnológico de PAC com capacitações em engenharia de rede e de software, além de promover capacitações técnicas e estratégicas dos tomadores de decisão do SIN	Redes de pesquisa, parcerias e grupos de trabalho capazes de coordenar a PD&I, otimizando esforços para incorporar (nas redes de pesquisas em transmissão a menores custos) competências em engenharias de rede e de software (já dispostas no Brasil e articuladas a outros setores produtivos) Diminuir a assimetria de informação e de conhecimento entre tomadores de decisão e técnicos do SIN	Redes de inovação
3	Mobilizar grupo de trabalho para estudos de regulações, regulamentações e aplicações da Norma IEC 61850	Proposições de um ambiente regulatório nacional específico para atendimento da meta regulatória	Redes de Inovação Regulação/ normatização/ regulamentação
4	Criação e fortalecimento de atores capazes de difundir soluções tecnológicas no mercado	Fortalecimento da cadeia produtiva nacional em PAC, com foco em <i>Intelligent Electronic Devices</i> (IEDs), para sistemas de transmissão a partir da importante base de conhecimentos em engenharia de softwares e redes já disposta no Brasil	Política para empreendedorismo e apoio a incubadoras Financiamento público para inovação
5	Estimular a produção científica e o compartilhamento de conhecimentos em PACs aplicados a linhas de transmissão	Redução da assimetria de informação e de conhecimento e compartilhamento e difusão de práticas	Infraestrutura de CT&I

Fonte: Elaboração própria. *Sugestão de atores para a governança ou coordenação da ação.

Cigré-Brasil : Comitê Nacional Brasileiro de Produção e Transmissão de Energia Elétrica. IEEE: Institute of Electrical and Electronic Engineers.



Tabela 100 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Operação e Manutenção dos Sistemas de Transmissão (Curto Prazo) (continuação)

N.	Atividades de fomento/indutoras e/ou instrumentos	Organizações financiadoras	Sugestões de atores envolvidos	Rotas aplicáveis
1	Investimentos em laboratórios, equipamentos e softwares	Finep, FAPs, Programa P&D Aneel, BNDES		1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12
	Criação e fomento de cursos de graduação e pós acadêmicos ligados a Tecnologias da Informação e Computação aplicadas a PAC em sistemas de transmissão	CNPq, Capes, FAPs	ICTs, ONS, *MME, MEC/Capes, MCTI/ CNPq, MDIC, Sistema S	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12
	Criação de cursos técnicos e profissionalizantes para novas tecnologias em PAC para linhas de transmissão	MDIC, Capes, CNPq, Sistema S, Sebrae		1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12
2	Promover debates e reuniões periódicos por meio do CE B5 (Comitê de Estudo B5) - Proteção e Automação, do Cigré-Brasil e do IEEE-Brasil			
	Apoio à estruturação de programas nacionais, plataformas, mobilização, consórcios, associações etc.	Programa P&D Aneel, FAPs, CNPq, Capes, Finep	Aneel, MCTI, *MME, *ONS, EPE, ICTs	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12
	Seminários/congressos de tecnologias específicas visando à promoção da inovação			
	Plataformas de inovação, editais de pesquisa conjunta entre organizações de ICT e intercâmbios organizacionais (nacionais e internacionais)			
3	Promover debates e reuniões periódicos por meio do CE B5 - Proteção e Automação, do Cigré-Brasil e do IEEE-Brasil, visando à difusão de ideias e de soluções e a divulgação de informações técnicas de interesse para a indústria	Finep, fundos internacionais, FAPs	ABNT, Inmetro, EPE, *MME, ONS, *Aneel, associações	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12
4	Programas de fomento a startups, novas empresas ou negócios para o desenvolvimento de tecnologia nacional	Finep, FAPs, BNDES		1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12
	Fomento a linhas/mecanismos de financiamento para projetos e/ou empresas com tecnologia nacional	Finep, FAPs, BNDES	*MDIC, ABDI, CNI, associações	
5	Investimentos em bancos de dados, mapeamentos e sistemas de gerenciamento da informação e de conhecimento	Finep, FAPs, Programa P&D Aneel, orçamentos próprios	ICTs, MEC/Capes, MME,*MCTI/ Aneel, CNPq, MDIC	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12

Fonte: Elaboração própria. *Sugestão de atores para a governança ou coordenação da ação.

Cigré-Brasil : Comitê Nacional Brasileiro de Produção e Transmissão de Energia Elétrica. IEEE: Institute of Electrical and Electronic Engineers.

Tabela 101 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Operação e Manutenção dos Sistemas de Transmissão (Médio Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado esperado	Categoria de instrumentos
7	Gerar demanda para a implantação de novos sistemas de testes e funções para PAC em sistemas de transmissão, notadamente a partir de IEDs	Criação de mercado para a difusão das tecnologias desenvolvidas	Regulação/ normatização/ regulamentação
8	Gerar demanda para a implantação de novos componentes e sistemas	Criar mercado para a difusão das tecnologias desenvolvidas e, assim, incentivar a demanda para investimentos em inovação em IEDs	Financiamento público para inovação

Fonte: Elaboração própria. *Sugestão de atores para a governança ou coordenação da ação.

Tabela 102 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Operação e Manutenção dos Sistemas de Transmissão (Longo Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado esperado	Categoria de instrumentos
7	Criar demanda pré-comercial para as tecnologias desenvolvidas	Avançar na maturidade de rotas tecnológicas	Prêmios de indução à inovação

Fonte: Elaboração própria. *Sugestão de atores para a governança ou coordenação da ação.



Tabela 101 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Operação e Manutenção dos Sistemas de Transmissão (Médio Prazo) (continuação)

N.	Atividades de fomento/indutoras e/ou instrumentos	Organizações financiadoras	Sugestões de atores envolvidos	Rotas aplicáveis
7	Atos regulatórios e definição de critérios e de parâmetros para a modernização tecnológica a partir da aplicação e dos desdobramentos de debates do Cigré-Brasil e do IEEE-Brasil, e com atenção à proposta de normatização já existente	MME, Aneel, EPE, ONS	MDIC, *MME, MCTI, *Aneel, associações, BNDES, ABDI	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12
8	Financiar a modernização tecnológica no SEB de forma articulada com a necessidade de substituir equipamentos da linha de transmissão Financiar equipamentos em conformidade com a normatização proposta	BNDES, Finep	*MDIC, *MME, MCTI, Aneel, associações, BNDES, ABDI	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12

Fonte: Elaboração própria. *Sugestão de atores para a governança ou coordenação da ação.

Tabela 102 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Operação e Manutenção dos Sistemas de Transmissão (Longo Prazo) (continuação)

N.	Atividades de fomento/indutoras e/ou instrumentos	Organizações financiadoras	Sugestões de atores envolvidos	Rotas aplicáveis
7	Premiação para empresas inovadoras que tenham apresentado gás para substituir o SF6 em equipamentos	P&D Aneel, Finep, fundos internacionais, BNDES, FAPs, ministérios, CNI, CNPq	*MME, MCTI, *Aneel, EPE, ONS, BNDES, Sebrae, associações	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10

Fonte: Elaboração própria. *Sugestão de atores para a governança ou coordenação da ação.

A tabela a seguir apresenta as rotas tecnológicas referenciadas na tabela anterior.

Tabela 103 - Ordem de prioridade dos investimentos em P&D nas rotas tecnológicas abordadas na macrotemática Operação e Manutenção dos Sistemas de Transmissão

Prioridade	Rota Tecnológica	Temática
1	Operação do sistema em tempo real	Operação do Sistema
2	Monitoramento do sistema de transmissão	Manutenção na Transmissão
3	PMU na operação	Operação do Sistema
4	Sistemas especialistas para apoio à decisão operativa em tempo real	Operação do Sistema
5	Técnicas e processos de manutenção na transmissão	Manutenção na Transmissão
6	Avaliação de ativos em operação	Manutenção na Transmissão
7	Segurança elétrica na operação	Operação do Sistema
8	Monitoramento e análise de dados meteorológicos para apoio à operação do sistema	Operação do Sistema
9	Técnicas para a recomposição do sistema	Operação do Sistema
10	Monitoramento e avaliação da influência de harmônicos no sistema elétrico	Operação do Sistema

Fonte: Elaboração própria.

6.9. Proteção, Automação e Controle do Sistema de Transmissão

Objetivo Geral: Alcançar o domínio tecnológico brasileiro dos IEDs e de demais dispositivos baseados em *hardware* de prateleira para atender às exigências presentes e futuras do SIN (incluem-se dispositivos portáteis de testes e *softwares* tipicamente empregados nas aplicações de PAC).

Extrai-se de relatórios anteriores do CGEE que as problemáticas relevantes ao SIN, do ponto de vista da Proteção, Automação e Controle do Sistema de Transmissão, dizem respeito à: (i) necessidade de garantir a segurança e a qualidade da energia frente a uma previsão de crescente demanda por energia elétrica; (ii) não existência de empresas brasileiras atuando na fabricação e na concepção de dispositivos e funções para PAC (salvo na questão de equipamentos de teste); (iii) crescente integração de *hardwares* em rápido desenvolvimento tecnológico no sistema de transmissão, impondo crescente



problemática de compatibilidade (interoperabilidade) entre dispositivos para garantir segurança e qualidade. Como forma de lidar com tais problemáticas, relatórios anteriores do CGEE apontaram a necessidade de maior adequação das normas aos padrões internacionais e de desenvolvimento de PD&I em *hardwares* e em *softwares* de PAC, tendo em vista tanto a diminuição dos desligamentos forçados de ativos do sistema de transmissão, quanto a interdependente melhoria da capacidade de gestão/operação dos sistemas de transmissão.

Com relação às problemáticas do sistema de inovação que são específicas às tecnologias de PAC, observa-se que o Brasil possui capacitações estabelecidas que, desde que haja apoio consistente, mostram-se capazes de acompanhar o forte dinamismo das rotas tecnológicas em nível internacional, muitas delas em rápido desenvolvimento (com maturidade prevista a médio prazo). Em adição às tradicionais engenharias elétrica e eletrônica, deve-se vincular capacitações relacionadas à engenharia de rede e de *software*, além de proficiências em gerenciamento e em ferramentas próprias à área. Importantes dificuldades são apontadas no que se refere à insignificante participação/interesse de empresas brasileiras nos mercados de soluções de PACs. Relatório anterior do CGEE também identifica baixa disseminação do conteúdo técnico sobre algumas tecnologias entre os tomadores de decisão do sistema de transmissão.

Tabela 104 - Metas regulatórias, tecnológicas e de inovação: Macrotemática Proteção, Automação e Controle do Sistema de Transmissão

Metas	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo Prazo
Regulatória	(1) Estruturar programas de financiamento às novas empresas brasileiras (2) Estabelecimento de GT tendo em vista a elaboração de estratégias para melhor aplicação da Norma IEC 61850	(4) Difundir melhor aplicação da Norma IEC 61850	
Tecnológica	(3) Lançamento de protótipos e modelos teste nacionais previstos em objetivos específicos de curto prazo	(5) Lançamento de protótipos e modelos teste nacionais previstos em objetivos específicos de médio prazo	(7) Lançamento de protótipos e modelos teste nacionais previstos em objetivos específicos de longo prazo
Inovação		(6) Uso de dispositivos previstos em objetivos específicos de curto e médio prazos, com a participação de empresas nacionais	

Fonte: Elaboração própria.

É possível compreender a lógica de encadeamento das ações a partir de seis eixos interconectados: (i) ações para a adequação da infraestrutura científico-tecnológica pertinente; (ii) formação e estímulo de pesquisadores e técnicos; (iii) difusão do conhecimento e da informação entre atores do SIN; (iv) estruturação de base empresarial como forma de retenção de valor no sistema de inovação brasileiro; (v) elaboração de ferramentas de aplicação da normatização técnica (Norma IEC 61850); e (vi) geração de demanda para a difusão de inovações no SIN.

- (i) Adequação da infraestrutura científico-tecnológica pertinente: no curto prazo, a estratégia centra-se na criação de instituições específicas de financiamento à modernização das estruturas de CT&I existentes. No médio prazo, espera-se a efetiva utilização dos referidos instrumentos, viabilizando a pesquisa e o desenvolvimento de novas tecnologias, em conformidade com as metas tecnológicas. A adequação da infraestrutura também depende do interesse econômico de empresas produtivas, razão pela qual políticas de demanda às novas tecnologias são de vital importância à consolidação da infraestrutura.
- (ii) Formação e estímulo de pesquisadores e técnicos: aumentar a oferta e a qualidade de cursos acadêmicos e profissionais nas novas tecnologias e articular a massa de capacitações em PAC com os conhecimentos e as tecnologias ligados à engenharia de redes e de *software*, por meio do intercâmbio organizacional e de formação de redes de pesquisadores e de atuantes das diferentes tecnologias relacionadas.
- (iii) Difusão da informação e do conhecimento: reduzir a assimetria de informações e de conhecimentos no SIN garante o melhor aproveitamento dos recursos humanos, estruturais e financeiros já disponíveis. Para isso, propõe-se vincular a base de conhecimentos já existente em engenharia de redes e *softwares* no Brasil com as agendas de pesquisa em PAC em linhas de transmissão.
- (iv) Estruturação de base empresarial: o desenvolvimento de uma cadeia produtivo-tecnológica nacional é uma solução para a retenção de valores no SIN e no sistema de inovação brasileiro. Políticas de apoio ao empreendedorismo e políticas de financiamento empresarial estão no centro deste movimento já no curto prazo.
- (v) Normatização técnica: tendo como propósito a melhoria da interoperabilidade de equipamentos e a facilitação da difusão de inovações, propõe-se a formação, no curto prazo, de grupos de trabalho específicos voltados à elaboração de proposta para melhorar a aplicação da Norma IEC 61850, de forma articulada com as atividades em curso no SC B5 do Cigré (atualmente em andamento com participação brasileira).
- (vi) Geração de demanda para inovações: tendo em vista a maturidade prevista para médio prazo da maioria das tecnologias, é central ao atendimento das metas de inovação em PAC



a estruturação de políticas de demanda nos próximos anos. Previsões de planejamento e de regulação prevendo critérios específicos de PAC são consideradas.

Tabela 105 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Proteção, Automação e Controle do Sistema de Transmissão (Curto Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado esperado	Categoria de instrumentos
1	Gerar competências internas em recursos humanos e infraestrutura de CT&I em novos tipos de condutores e estruturas e em nanotecnologia	Competência nacional para PD&I em novos tipos de condutores e estruturas	Infraestrutura de CT&I Políticas de formação e capacitação
		Competência nacional para PD&I em estruturas, condutores e isoladores	Políticas de formação e capacitação
2	Executar estudos e mapeamentos dos desenvolvimentos e pesquisas de tecnologias em objetivos específicos, com foco em novos tipos de condutores	Criar banco de dados para centralizar a produção científica relevante à macrotemática dispersa nas universidades e ICTs brasileiras	Serviços técnicos e consultorias
		Estimular o interesse de pesquisa nas rotas tecnológicas prioritárias	Redes de Inovação
3	Estabelecer e adensar redes colaborativas de estudos para a coordenação das pesquisas e para o desenvolvimento tecnológico, com foco na inclusão de redes de pesquisa sobre nanotecnologia (nacionais e internacionais), no desenvolvimento de projetos, na mitigação de impacto ambiental e na manutenção e montagem das linhas de transmissão	Redes de pesquisa capazes de coordenar a PD&I, otimizando esforços, buscando sinergias para a otimização de projetos de linhas de transmissão e para a mitigação dos impactos socioambientais	Redes de Inovação
		Absorver conhecimentos relevantes à PD&I do sistema de inovação em transmissão	
4	Criação e fortalecimento de atores capazes de difundir soluções tecnológicas no mercado	Fortalecimento da cadeia produtiva nacional	Financiamento público para inovação
5	Gerar demanda para a implantação de novos projetos e tipos de condutores com elevada eficiência ambiental	Criação de mercado para a difusão das tecnologias já desenvolvidas, com efeitos de mitigação de impacto ambiental	Regulação/ normatização/ regulamentação
6	Criar demanda de testes e atividades para novos laboratórios	Executar estudos e testes para o desenvolvimento da tecnologia e ocupar produtivamente os novos laboratórios	Serviços técnicos e consultorias
7	Mobilizar grupo de trabalho para estudos de avaliação e proposição de normatização para novos tipos de condutores e estruturas (também articulado às necessidade de mitigação ambiental)	Estudos sobre regulação, normatização e regulamentação	Redes de Inovação
			Regulação/ normatização/ regulamentação
8	Criar projetos demonstrativos/piloto para o desenvolvimento de tecnologia de novos tipos de condutores e estruturas	Teste, experimentação e/ou desenvolvimento de novos tipos de condutores e estruturas, e aproximar conhecimento acumulado nas universidades brasileiras da pesquisa empresarial	Políticas para apoio à colaboração (U-E ou E-E)

Fonte: Elaboração própria. *Sugestão de atores para a governança ou coordenação da ação.



Tabela 105 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Proteção, Automação e Controle do Sistema de Transmissão (Curto Prazo) (continuação)

N.	Atividades de fomento/indutoras e/ou instrumentos	Organizações financiadoras	Sugestões de atores envolvidos	Rotas aplicáveis
1	Investimentos em laboratórios e equipamentos	Finep, FAPs, Programa P&D Aneel, BNDES	ICTs, *MEC/Capes,*MCTI/CNPq, MDIC,	1, 4
	Criação de cursos de graduação e pós acadêmicos	CNPq, Capes, FAPs		1, 4
	Criação de cursos técnicos e profissionalizantes (sugestões de fortalecimento de disciplinas em Linhas de Transmissão e em Estruturas Metálicas)	MDIC, Capes, CNPq, Sistema S, Sebrae	ICTs, *MEC/Capes, *MCTI/CNPq, MDIC, Sistema S	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11
2	Contratação de serviços técnicos e de consultorias para estudos via recursos próprios e/ou apoios externos	Finep, FAPs, Aneel, MME, ONS, EPE		1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11
	Pesquisas colaborativas/ cooperadas, prêmios de teses e dissertações		*Aneel, *MCTI, MME, ONS, *EPE, ICTs, empresas, associações	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11
	Promover intercâmbio nacional e internacional de pessoal especializado (incluir organizações atuantes na área de nanotecnologia)	Programa P&D Aneel, Finep, FAPs, Capes, CNPq		
3	Promover workshops e seminários articulando duas ou mais rotas tecnológicas			
	Apoiar a estruturação de programas nacionais, plataformas, mobilização, consórcios, associações etc.	Programa P&D Aneel, FAPs, CNPq, Capes, Finep	Aneel, MMA, *MCTI, MME, ONS, EPE, ICTs	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11
	Seminários/congressos de tecnologias específicas visando à promoção da inovação			
4	Editais de pesquisa conjunta entre organizações de ICT e intercâmbios organizacionais			
	Fomento a linhas/mecanismos de financiamento para projetos e/ou empresas com tecnologia nacional	Finep, FAPs, BNDES	*MDIC, ABDI, CNI, associações	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11
5	Atos regulatórios, definição de critérios e parâmetros para a modernização tecnológica		MDIC, MME, MCTI, MMA, *Aneel, associações, BNDES, ABDI	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
	Possível aplicação de normas em planos de modernização dos ativos das concessionárias e foco em parâmetros ambientais e redução de custos	MME, Aneel, EPE, ONS		
6	Contratação de serviços técnicos e de consultorias para estudos via recursos próprios e/ou apoios externos	Finep, FAPs, Aneel, MME, ONS, EPE	Aneel, *MCTI, ONS, EPE, ICTs, empresas, associações	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11
	Estudos sobre regulação, normatização e regulamentação em novos condutores e estruturas	Finep, fundos internacionais, FAPs	ABNT, Inmetro, EPE, MMA, ONS, *Aneel, associações	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11
7	Possível aplicação de normas em planos de modernização dos ativos das concessionárias			
	Editais para projetos de inovação cooperados	Embrapii, Finep, FAPs	Aneel, MME, *MCTI, ONS, EPE, ICTs, *empresas, associações	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11

Fonte: Elaboração própria. *Sugestão de atores para a governança ou coordenação da ação.

Tabela 106 - Agenda de ações de CT&I: Macrotêmica Proteção, Automação e Controle do Sistema de Transmissão (Médio Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado esperado	Categoria de instrumentos
7	Gerar demanda para a implantação de novos sistemas de testes e funções para PAC em sistemas de transmissão, notadamente a partir de IEDs	Criação de mercado para a difusão das tecnologias desenvolvidas	Regulação/ normatização/ regulamentação
8	Gerar demanda para a implantação de novos componentes e sistemas	Criar mercado para a difusão das tecnologias desenvolvidas e, assim, incentivar a demanda para investimentos em inovação em IEDs	Financiamento público para inovação

Fonte: Elaboração própria. *Sugestão de atores para a governança ou coordenação da ação.

Tabela 107 - Agenda de ações de CT&I: Macrotêmica Proteção, Automação e Controle do Sistema de Transmissão (Longo Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado esperado	Categoria de instrumentos
9	Executar estudos, mapeamentos e inventários para o desenvolvimento de revisão da estratégia em PACs aplicados a sistema de transmissão	Estudos, mapas, subsídios e bases de dados para a elaboração de revisão de estratégia, levando-se em conta os novos desafios ligados à dimensão de amplitude efetiva relativa à difusão de novas tecnologias Adaptar políticas de demanda à nova conjuntura técnico-econômica	Serviços técnicos e consultorias

Fonte: Elaboração própria. *Sugestão de atores para a governança ou coordenação da ação.



Tabela 106 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Proteção, Automação e Controle do Sistema de Transmissão (Médio Prazo) (continuação)

N.	Atividades de fomento/indutoras e/ou instrumentos	Organizações financiadoras	Sugestões de atores envolvidos	Rotas aplicáveis
7	Atos regulatórios, definição de critérios e parâmetros para a modernização tecnológica a partir da aplicação e de desdobramentos de debates do Cigré-Brasil e do IEEE-Brasil, com atenção à proposta de normatização já existente	MME, Aneel, EPE, ONS	MDIC, *MME, MCTI, *Aneel, associações, BNDES, ABDI	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12
8	Financiar a modernização tecnológica no SEB de forma articulada à necessidade de substituição de equipamentos da linha de transmissão Financiamento de equipamentos em conformidade com a normatização proposta	BNDES, Finep	*MDIC, *MME, MCTI, Aneel, associações, BNDES, ABDI	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12

Fonte: Elaboração própria. *Sugestão de atores para a governança ou coordenação da ação.

Tabela 107 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Proteção, Automação e Controle do Sistema de Transmissão (Longo Prazo) (continuação)

N.	Atividades de fomento/indutoras e/ou instrumentos	Organizações financiadoras	Sugestões de atores envolvidos	Rotas aplicáveis
9	Contratação de serviços técnicos e de consultorias para estudos por meio recursos próprios e/ou apoios externos	Finep, FAPs, Aneel, MME, ONS, EPE	Aneel, *MME, ONS, EPE, ICTs, empresas, associações	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12

Fonte: Elaboração própria. *Sugestão de atores para a governança ou coordenação da ação.

A tabela a seguir apresenta as rotas tecnológicas referenciadas na tabela anterior.

Tabela 108 - Ordem de prioridade dos investimentos em P&D nas rotas tecnológicas abordadas na macrotemática Proteção, Automação e Controle do Sistema de Transmissão

Prioridade	Rota Tecnológica	Temática
1	Desenvolvimento de Funções de Proteção	Desenvolvimento de IEDs para Linhas de Transmissão, Barramentos, Transformadores, Reatores Shunt e Série e Bancos de Capacitores Shunt
2	Desenvolvimento de Ferramentas para Sistemas de Testes em Tempo Real	Desenvolvimento de Instrumentos para Testes Primários e Secundários de Sistemas de Proteção, Automação e Controle
3	Desenvolvimento de Funções de Localização de Falhas Transitórias	Desenvolvimento de IEDs para Linhas de Transmissão, Barramentos, Transformadores, Reatores <i>Shunt</i> e Série e Bancos de Capacitores <i>Shunt</i>
4	Desenvolvimento de Funções de Automação e Controle	Desenvolvimento de IEDs para Linhas de Transmissão, Barramentos, Transformadores, Reatores <i>Shunt</i> e Série e Bancos de Capacitores <i>Shunt</i>
5	Desenvolvimento de Funções de Barramento de Processo - IEC 61850	Desenvolvimento de Barramentos Óticos de Estação e de Processo - IEC 61850
6	Desenvolvimento de Funções de Registrador Digital de Perturbações (RDP) <i>Stand Alone</i>	Desenvolvimento de Funções de Registrador Digital de Perturbações e de Unidade de Medição Sincrofasorial
7	Desenvolvimento de Funções de Unidade de Medição Sincrofasorial (PMU) <i>Stand Alone</i>	Desenvolvimento de Funções de Registrador Digital de Perturbações e de Unidade de Medição Sincrofasorial
8	Desenvolvimento de Funções de Barramento de Estação - IEC 61850	Desenvolvimento de Barramentos Óticos de Estação e de Processo - IEC 61850
9	Desenvolvimento de Equipamentos de Testes para PAC	Desenvolvimento de Instrumentos para Testes Primários e Secundários de Sistemas de Proteção, Automação e Controle
10	Desenvolvimento de <i>Softwares</i> para Aplicação em PAC	Desenvolvimento de <i>Softwares</i> para Aplicação de Proteção, Automação e Controle
11	Desenvolvimento de <i>Softwares</i> para Análise de Transitórios em Sistemas Elétricos	Desenvolvimento de <i>Softwares</i> para Aplicação de Proteção, Automação e Controle
12	Desenvolvimento de <i>Softwares</i> para Implementação de Proteção Unitária Remota	Desenvolvimento de <i>Softwares</i> para Aplicação de Proteção, Automação e Controle

Fonte: Elaboração própria.



6.10. Redes Elétricas Inteligentes no Sistema Interligado Nacional (SIN)

Objetivo Geral: Absorção, adaptação e aperfeiçoamento da cadeia de produtos necessários à implantação no País da tecnologia de supervisão, controle, proteção e automação em área ampla do SIN.

As problemáticas do SIN que dizem respeito mais diretamente à macrotemática de Redes Elétricas Inteligentes podem, a partir de relatórios anteriores do CGEE, ser sintetizadas da seguinte forma: (i) pressão sobre a confiabilidade e a segurança energética do SIN, derivada de desafios trazidos pela introdução de fontes intermitentes de energia; (ii) crescimento de utilização das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) no SIN, o que amplifica a preocupação com a segurança cibernética do SIN. As Redes Elétricas Inteligentes se conectam a tais problemáticas e, em relatórios anteriores do CGEE, argumenta-se que elas podem ser de importância central para melhorar as atividades de gerenciamento, supervisão e controle dos sistemas de transmissão e do SIN em geral. Nota-se, ademais, que o não equacionamento da segurança cibernética sujeita o SIN a eventos potencialmente “catastróficos”, tal como apontado em relatórios anteriores do CGEE.

Tendo em vista os desafios das Redes Elétricas Inteligentes, relatórios anteriores do CGEE argumentam que o sistema de inovação do País dispõe de capacitações e de infraestrutura adequadas para o bom desenvolvimento dessas tecnologias. O principal gargalo apontado mostra que certas capacitações necessárias ao bom desempenho de rotas prioritárias, embora disponíveis no Brasil, não estão disseminadas no sistema de inovação próprio ao setor elétrico. Neste campo, as tecnologias e as capacitações disponíveis nos setores de petróleo e gás, bancário e de telecomunicações podem ser de importante serventia para o bom desenvolvimento das rotas tecnológicas de Redes Elétricas Inteligentes no SIN em geral e, em particular, nos Sistemas de Transmissão, incluindo-se aí a problemática central à segurança cibernética. O desenvolvimento de rota prioritária (novas estratégias e metodologias para a tomada de decisão) é intensivo em informação e fortemente dependente do desenvolvimento de outras tecnologias, em particular de estruturas para o desenvolvimento de tecnologias avançadas de TICs, *Wide Area Monitoring, Protection, Automation and Control* (Wampac) e Sistemas de Sensoriamento e Monitoramento avançado.

**Tabela 109 - Metas regulatórias, tecnológicas e de inovação:
 Macrotemática Redes Elétricas Inteligentes no SIN**

Metas	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo Prazo
Regulatória	(1) Primeira proposta de normatização de Redes Elétricas Inteligentes no SIN	Consolidação e difusão da normatização de Redes Elétricas Inteligentes do SIN	
Tecnológica	(2) <i>Soft</i> : elaborar estratégia de cibersegurança para o SIN brasileiro		(6) <i>Soft</i> : elaborar a avaliação e possível revisão de estratégia
Inovação	(3) Iniciar a introdução de tecnologias dispostas nos objetivos específicos no SIN	(5) Difundir tecnologias dispostas nos objetivos específicos no SIN Modelos e <i>softwares</i> pilotos para técnicas de Big Data no SIN	(7) Dar continuidade às políticas de demanda, tendo em vista a difusão da internet das coisas (8) Introduzir técnicas de Big Data em projetos de organizações voltados à segurança cibernética no SIN

Fonte: Elaboração própria.

É possível compreender a lógica de encadeamento das ações a partir de seis eixos interconectados: (i) ações para a adequação da infraestrutura científico-tecnológica pertinente; (ii) formação e estímulo de pesquisadores e técnicos; (iii) difusão do conhecimento e da informação entre os atores do SIN; (iv) estruturação de base empresarial como forma de retenção de valor no sistema de inovação brasileiro; (v) estabelecimento de normatização técnica para a melhoria da interoperabilidade de equipamentos do SIN; e (vi) geração de demanda para a difusão de inovações no SIN.

- (i) Adequação da infraestrutura científico-tecnológica pertinente: tecnologias incorporadas a *softwares*, redes de conhecimento e dispositivos no SIN. A infraestrutura adequada ao avanço do conhecimento é a própria modernização dos equipamentos e dispositivos do SIN e das empresas subjacentes.
- (ii) Formação e estímulo de pesquisadores e técnicos: considera-se que o Brasil possui capacitações adequadas, mas é necessário aprofundar o estímulo à formação de recursos humanos em todas as áreas tecnológicas. Para tanto, centra-se na disponibilização de bolsas de estudo, na criação de cursos de nível de especialização e na difusão da informação e do conhecimento por meio de publicações e de participações em congressos. Propõe-se a criação de grupo de trabalho permanente focado na defesa da segurança cibernética.
- (iii) Difusão da informação e do conhecimento: para esta macrotemática, considera-se estratégica a utilização da massa de conhecimentos disponível no sistema nacional de



inovação, mas não articulada no sistema de inovação em transmissão. Assim, é necessário desdobrar um conjunto de ações já de curto prazo para que as capacitações acumuladas no Brasil sejam também usadas nas tecnologias de Redes Elétricas Inteligentes no SIN.

- (iv) Estruturação de base empresarial: tendo em vista a absorção e a adaptação de tecnologias adaptadas ao SIN e ao potencial brasileiro na área, considera-se estratégica a viabilização financeira de empreendedorismo para empresas nascentes.
- (v) Normatização técnica: é considerada central para garantir a interoperabilidade e a segurança do SIN. Há a necessidade de interação com diferentes atores do SIN, tendo em vista a normatização adequada e a sua posterior publicização.
- (vi) Geração de demanda para inovações: averiguar a viabilização junto ao BNDES, à Aneel e à Finep para a colocação de produtos desenvolvidos com tecnologia nacional na lista de itens financiáveis, tendo em vista o aproveitamento da necessidade de modernização da malha de transmissão envelhecida. Averiguar o uso de instrumento de regulação como instrumento de *enforcement* à modernização tecnológica.

Tabela 110 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Redes Elétricas Inteligentes no SIN (Curto Prazo) (continua)

N	Ações	Resultado esperado	Categoria de instrumentos
1	Mobilizar grupo de trabalho para elaborar estudos e estratégia de defesa da segurança cibernética e gerenciamento de riscos do SEB	Garantir que haja efetivamente responsáveis dedicados à elaboração e à implementação de estratégia de segurança, tendo em vista a prevenção de eventos possivelmente “catastróficos” ao SIN brasileiro	Redes de Inovação
2	Gerar competências internas em recursos humanos em Tecnologias da Informação e da Computação, com ênfase em PMU, dados fasoriais e gerenciamento de informações	Competência nacional para PD&I com foco em Novas Tecnologias de Suporte a Tomada de Decisões e Cibersegurança	Políticas de formação e capacitação Políticas de formação e capacitação
3	Estabelecer e adensar redes colaborativas de estudos para a coordenação das pesquisas e desenvolvimento tecnológico em Redes Elétricas Inteligentes, com foco em absorção de conhecimentos sobre TICs e aspectos de segurança do sistema	Redes de pesquisa, parcerias e grupos de trabalho capazes de coordenar a PD&I, otimizando esforços, buscando sinergias e maximizando resultados, minimizando redundâncias e retrabalhos para absorver conhecimentos já dispostos no sistema de inovação brasileiro, mas previamente desarticulados das redes de pesquisa em transmissão	Redes de Inovação
4	Criação e fortalecimento de atores capazes de difundir soluções tecnológicas no mercado	Aproximar capacitações disponíveis nos setores de petróleo e gás, bancário e de telecomunicações Desenvolvimento e fortalecimento da cadeia produtiva nacional e criação de programa específico de financiamento à modernização do SIN, com previsão de uso de tecnologia para Redes Elétricas Inteligentes	Financiamento público para inovação Política para empreendedorismo e apoio a incubadoras
5	Criar modelos e softwares pilotos para o desenvolvimento de tecnologia para a monitoração do sistema interligado a partir de dados de PMUs, para o uso confiável e efetivo de unidades de medição fasorial, para o gerenciamento online da capacidade de transmissão e monitoramento de equipamentos e para a avaliação de segurança estática e dinâmica do sistema	Teste, experimentação e/ou desenvolvimento de novos produtos, sistemas e/ou metodologias para atender aos objetivos tecnológicos	Políticas para apoio à colaboração (U-E ou E-E)
6	Mobilizar grupo de trabalho para estudos, avaliação, definição de padrões técnicos, normatizações, regulações e regulamentações para gestão de dados, informações e TICs aplicados às Redes Elétricas Inteligentes	Proposições de um ambiente regulatório nacional específico para atendimento aos requisitos de cibersegurança e utilização de dados (PMUs, fasoriais e gerais) Traduzir e adequar as normas internacionais (IEC) para uso nacional e criação de padrões técnicos nacionais	Redes de Inovação Regulação/ normatização/ regulamentação

Fonte: Elaboração própria. *Sugestão de atores para a governança ou coordenação da ação.



Tabela 110 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Redes Elétricas Inteligentes no SIN (Curto Prazo) (continuação)

N	Atividades de fomento/indutoras e/ou instrumentos	Organizações financiadoras	Sugestões de atores envolvidos	Rotas aplicáveis
	Estudos e absorção de conhecimentos sobre gerenciamento de riscos e cibersegurança			6
1	Editais de pesquisa conjunta entre organizações de ICT, intercâmbios organizacionais, publicação de relatórios e organização de documentos e iniciativas diversas	Programa P&D Aneel, FAPs, CNPq, Capes, Finep	*ONS, MCTI, Aneel, Ministério da Defesa, ICTs	
2	Criação de cursos de graduação e pós acadêmicos	CNPq, Capes, FAPs	ICTs, MEC/Capes, *MCTI/CNPq,	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
	Criação de cursos técnicos e profissionalizantes	MDIC, Capes, CNPq, Sistema S, Sebrae	MDIC, Sistema S,	
3	Apoio à estruturação de programas nacionais, plataformas, mobilização, consórcios, associações etc.			1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
	Seminários/congressos de tecnologias específicas visando à promoção da inovação	Programa P&D Aneel, FAPs, CNPq, Capes, Finep	*Aneel, *MCTI, *MME, ONS, EPE, ICTs	
	Plataformas de inovação			
4	Editais de pesquisa conjunta entre organizações de ICT e intercâmbios organizacionais			
	Fomento a linhas/mecanismos de financiamento para projetos e/ou empresas com tecnologia nacional	Finep, FAPs, BNDES	*MDIC, ABDI, CNI, Associações	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
	Programas de fomento a startups, novas empresas ou negócios para o desenvolvimento de tecnologia nacional		*MDIC, ABDI, CNI, Associações, Sebrae	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
5	Editais para projetos de inovação cooperados	Embrapii, Finep, FAPs	Aneel, MME, MDIC, *ONS, EPE, ICTs, empresas, associações	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
6	Estudos sobre regulação, normatização e regulamentação de tecnologias de Big Data, PMUs, Fasoriais e gerais	Finep, fundos internacionais, FAPs	*ONS, ministérios competentes, ABNT, Inmetro, EPE, Aneel e associações de classe	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
	Foco em requisitos de segurança e em gerenciamento de riscos			

Fonte: Elaboração própria. *Sugestão de atores para a governança ou coordenação da ação.

Tabela 111 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Redes Elétricas Inteligentes no SIN (Médio Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado esperado	Categoria de instrumentos
7	<p>Gerar demanda para a implantação de novos equipamentos, softwares e dispositivos ligados às Redes Elétricas Inteligentes</p> <p>Foco em segurança cibernética, medição fasorial e uso de dados PMUs</p>	<p>Criar mercado para difundir as tecnologias desenvolvidas e, assim, incentivar a demanda para investimentos em inovação</p> <p>Criar base para o atendimento das metas e objetivos de longo prazo</p>	<p>Regulação/normatização/regulamentação</p> <p>Financiamento público para inovação</p>
8	<p>Criar modelos e softwares pilotos para técnicas de Big Data para a detecção, identificação e prevenção de falhas catastróficas no sistema interligado baseados em informações de fontes diversas (Situational Awareness), e para o aperfeiçoamento dos critérios e processos de planejamento e de Internet das Coisas</p>	<p>Teste, experimentação e/ou desenvolvimento de novos produtos, sistemas e/ou metodologias para atender aos objetivos específicos de longo prazo e a metas de médio prazo</p>	<p>Políticas para apoio à colaboração (U-E ou E-E)</p>

Fonte: Elaboração própria. *Sugestão de atores para a governança ou coordenação da ação.



Tabela 111 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Redes Elétricas Inteligentes no SIN (Médio Prazo) (continuação)

N.	Atividades de fomento/ indutoras e/ou instrumentos	Organizações financiadoras	Sugestões de atores envolvidos	Rotas aplicáveis
7	<p>Atos regulatórios, definição de critérios e parâmetros para a modernização tecnológica</p> <p>Foco em segurança cibernética, medição fasorial e uso de dados PMUs</p> <p>Expansão de políticas de maior sucesso, no longo prazo, a partir da revisão da estratégia, tendo em vista a difusão das tecnologias desenvolvidas</p>	<p>MME, Aneel, EPE, ONS, Finep</p>	<p>*MDIC, *MME, MCTI, Aneel, associações, BNDES, ABDI, *ONS</p>	<p>1, 2, 3, 4, 5, 6, 7</p>
	<p>Financiar a modernização tecnológica no SEB</p> <p>Expandir políticas de maior sucesso, no longo prazo, a partir da revisão da estratégia, tendo em vista a difusão das tecnologias desenvolvidas</p>	<p>BNDES, Finep</p>		<p>1, 2, 3, 4, 5, 6, 7</p>
8	<p>Editais para projetos de inovação cooperados</p>	<p>Embrapii, Finep, FAPs</p>	<p>Aneel, MME, MDIC, *ONS, EPE, ICTs, empresas, associações</p>	<p>1, 2, 3, 4, 5, 6, 7</p>

Fonte: Elaboração própria. *Sugestão de atores para a governança ou coordenação da ação.

Tabela 112 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Redes Elétricas Inteligentes no SIN (Longo Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado esperado	Categoria de instrumentos
9	Executar estudos, mapeamentos, inventários para o desenvolvimento de tecnologia, metodologias e conceitos para a revisão da estratégia para Redes Elétricas Inteligentes	Estudos, mapas, subsídios e bases de dados para a elaboração de revisão de estratégia Subsidiar a reformulação das políticas de demanda iniciadas no médio prazo, atualizando-as para tecnologias de computação na nuvem, Big Data e Internet das Coisas	Serviços técnicos e consultorias

Fonte: Elaboração própria. *Sugestão de atores para a governança ou coordenação da ação.



Tabela 112 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Redes Elétricas Inteligentes no SIN (Longo Prazo) (continuação)'

N.	Atividades de fomento/indutoras e/ou instrumentos	Organizações financiadoras	Sugestões de atores envolvidos	Rotas aplicáveis
9	Contratação de serviços técnicos e de consultorias para estudos por meio de recursos próprios e/ou apoios externos	Finep, FAPs, Aneel, MME, ONS, EPE	Aneel, *MME; ONS; EPE, ICTs, empresas, associações	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

Fonte: Elaboração própria. *Sugestão de atores para a governança ou coordenação da ação.

A tabela a seguir apresenta as rotas tecnológicas referenciadas na tabela anterior.

Tabela 113 - Ordem de prioridade dos investimentos em P&D nas rotas tecnológicas abordadas na macrotemática Redes Elétricas Inteligentes no SIN

Prioridade	Rota Tecnológica	Temática
1	Novas estratégias e metodologias de suporte a tomada de decisões	Novas Tecnologias de Suporte a Tomada de Decisões no SIN
2	Wampac	Estratégias e Sistemas de Monitoramento, Controle Proteção de Área Ampla
3	Sensoriamento e monitoramento avançado em funções de geração e transmissão	Sensoriamento, Medição e Monitoramento
4	Desempenho da rede elétrica no contexto de elevada penetração de fontes variáveis e de reduzida inércia	Integração de Redes Elétricas Inteligentes da Geração/Transmissão
5	Desempenho da rede elétrica no contexto de elevada penetração de geração distribuída e esquemas de gerenciamento da demanda na distribuição	Integração de Redes Elétricas Inteligentes da Transmissão/Distribuição
6	Segurança patrimonial, segurança cibernética e infraestrutura computacional para o suporte à transferência e ao gerenciamento de grandes volumes de dados	Integração de Sistemas de Tecnologia de Informação e Comunicação (TIC)
7	Gerenciamento da informação e de ações dos centros de operação da distribuição com os centros de controle do sistema interligado	Integração de Redes Elétricas Inteligentes da Transmissão/Distribuição

Fonte: Elaboração própria.



Capítulo 7



Capítulo 7

Agenda Estratégica de CT&I do Grupo Temático Distribuição de Energia Elétrica

7.1. Medição avançada

O objetivo geral da macrotemática medição avançada é prover ferramentas de eficiência energética, eficiência comercial e eficiência operativa do sistema elétrico. Para sua consecução, estão previstos objetivos de curto, médio e longo prazo, traduzidos nas seguintes metas regulatórias, tecnológicas e de inovação.

Tabela 114 - Metas Regulatórias, Tecnológicas e de Inovação: Macrotemática Medição Avançada

Metas	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo Prazo
Regulatória	Criar normas e padrões de medição avançada, dos protocolos de comunicação, de segurança cibernética e privacidade de dados e de modelo de tarifas complexas com participação da sociedade.	Adequar a regulação e a normatização para a medição avançada.	
Tecnológica	Evoluir e amadurecer a rota de confiabilidade do sistema de medição avançada.	Desenvolver ferramentas e técnicas para a qualidade da medição avançada.	Massificar as ferramentas e tecnologias disponíveis para serem integradas em novos produtos. Habilitar a operação das novas tecnologias desenvolvidas para medição avançada e possibilitar a criação de ferramentas de analytics e inteligência artificial no aumento da eficiência e operação do sistema.
Inovação		Estimular a demanda de produtos inovadores.	

Fonte: Elaboração própria

A estratégia de CT&I que permitirá esses avanços pode ser sintetizada da seguinte forma: construção das bases regulatória e normativa para o amadurecimento do sistema de medição avançada e da construção de competências. Com isso, espera-se que a adequação da regulação e da normatização facilite e suporte o desenvolvimento de ferramentas e técnicas de medição. É necessário, portanto, criar ambiente regulatório nacional específico, estabelecer redes de pesquisa, parcerias e grupos de trabalho, elaborar projetos demonstrativos e gerar competências nacionais em termos de recursos humanos e infraestrutura de CT&I. As ações de curto prazo fomentam justamente a criação de um arcabouço regulatório e normativo para os padrões de medição avançada por meio de protocolos de comunicação, segurança cibernética, privacidade de dados, assim como o desenvolvimento de um modelo de tarifas complexas com participação da sociedade. As ações de médio prazo estimulam a formação de ambiente científico adequado para a geração de competências e difusão do conhecimento, as quais se manterão ao longo de toda a agenda de CT&I. As ações de longo prazo têm a necessidade de inserção do consumidor, que se tornará também produtor no cenário. Além disso, as ações de longo prazo têm por objetivo habilitar a operabilidade das novas tecnologias desenvolvidas para medição avançada e desenvolver tecnologias de *analytics* e inteligência artificial para aumento da eficiência e operação do sistema.



**Tabela 115 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática
Medição Avançada (Curto Prazo) (continua)**

N.	Ações	Resultado Esperado	Categoria de Instrumentos
1	Mobilizar grupo de trabalho para estudos/avaliação/definição de padrões técnicos, normatizações, regulações e regulamentações, promovendo aproximação ABNT e Inmetro para a elaboração das normas com aumento de transparências das consultas público com a participação da sociedade.	Normatização e regulação via tradução e adequação de normas internacionais com formação de especialistas e coordenação de pesquisas por meio da otimização dos esforços e maximização de resultados, buscando sinergias para atender a meta regulatória e tecnológica.	<hr/> 8. Redes de inovação <hr/> 7. Políticas para apoio à colaboração <hr/> 2. Apoio direto a P&D interna

Fonte: Elaboração própria.



Tabela 115 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática
Medição Avançada (Curto Prazo) (continuação)

N.	Atividades de Fomento/ Indutoras e/ou Instrumentos	Organizações Financiadoras	Sugestões de Atores Envolvidos	Rotas Aplicáveis
1	Seminários/GT	Finep, P&D Aneel	Aneel, Inmetro, Abinee, Abradee, Cepel	1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
	Editais pesquisa conjunta			
	Intercâmbios organizacionais			
	Apoio a projetos de PD&I			

Fonte: Elaboração própria.

**Tabela 116 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática
Medição Avançada (Médio Prazo) (continua)**

N.	Ações	Resultado Esperado	Categoria de Instrumentos
2	Mobilizar grupo de trabalho para definição de padrões e regras de mercado nacionais interoperáveis para REI.	Geração de demanda por produtos inovadores no mercado de bens de capital e consumo mediante regras de mercado simples, estáveis e claras, propiciadas pela estabilidade econômica para atingir a meta de inovação.	9. Regulação para a indução da demanda privada para inovação
3	Criar e fortalecer atores capazes de difundir soluções tecnológicas no mercado.	Estímulo ao surgimento de novas empresas para explorar as novas aplicações da medição avançada para atingir a meta tecnológica.	4. Política para empreendedorismo e apoio a incubadoras
4	Gerar competências internas em recursos humanos.	Implantação de cursos de especialização e capacitação, qualificando e atualizando pessoal das empresas do setor para atender a meta tecnológica.	3. Políticas de formação e capacitação 15. Infraestrutura de CT&I
5	Estimular a produção científica e o compartilhamento de conhecimentos relevantes.	Estímulo a publicação de trabalhos, oferecendo um veículo de alto nível para atingir meta tecnológica.	13. Difusão da informação e do conhecimento
	Estimular a implantação e modernização de laboratórios.	Favorecimento de montagem e atualização de laboratórios nos projetos de P&D Aneel, não só por meio de projetos estratégicos para atingir a meta tecnológica.	15. Infraestrutura de CT

Fonte: Elaboração própria.



**Tabela 116 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática
Medição Avançada (Médio Prazo) (continuação)**

N.	Atividades de Fomento/ Indutoras e/ou Instrumentos	Organizações Financiadoras	Sugestões de Atores Envolvidos	Rotas Aplicáveis
2	Políticas relacionadas ao engajamento do Inmetro no processo de desenvolvimento tecnológico <hr/> Critérios de comercialização de energia, de conexão, de segurança, de qualidade etc. <hr/> Regras de comercialização entre agentes do setor	Recursos próprios das empresas	ABDI, MDIC, Inmetro, Abinee, Abradee, Cepel MCTIC e Aneel	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
3	Programas de fomento a startup, novas empresas ou negócios para desenvolvimento de tecnologia nacional	Finep, BNDES	MCTIC, MDIC, ABDI	2, 4, 7, 8, 9
4	Bolsa de pesquisador em empresas (Capes, CNPq) <hr/> Bolsas sanduíche para mestrado e doutorado <hr/> Ensino a distância <hr/> Bolsas de pós-graduação (CNPq, Capes, FAP) <hr/> Bolsa de pós-doutorado e para pesquisadores internacionais	Empresas, Finep, CNPq, Capes, Sistema S	Empresas, Finep, CNPq, Capes, Sistema S	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9
5	Fomento a periódicos para difusão do conhecimento e premiação	CNPq, Capes, P&D Aneel, Finep etc.	Aneel	1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
5	Linha de financiamento do BNDES, agências de fomento estaduais, Finep (InovaCred, Tecnova)	P&D Aneel, Finep	Aneel, Finep	4, 5, 6, 7, 9

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 117 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Medição Avançada (Longo Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado Esperado	Categoria de Instrumentos
6	Desenvolver mídias de interface para o prossumidor e o consumidor.	Inserção do prossumidor no cenário para atingir a meta tecnológica	13. Difusão da informação e do conhecimento 8. Redes de inovação 2. Apoio direto a P&D 4. Política para empreendedorismo e apoio a incubadoras
7	Gerar competências internas em infraestrutura.	Infraestrutura com espaços de coworking nos parques tecnológicos para operação de empresas de alta tecnologia na fase inicial da vida, além de um ambiente com alto intercâmbio de informações e experiências para atingir meta tecnológica	6. Política para aglomerações e clusters
8	Gerar competências internas em recursos humanos.	Oferta de orientação de gestão de alto desempenho para fornecedores locais competitivos, melhorando o sistema de gestão das empresas inovadoras fornecedoras das novas tecnologias do setor de medição avançada para atingir a meta tecnológica	7. Políticas para apoio à colaboração 3. Políticas de formação e capacitação

Fonte: Elaboração própria



**Tabela 117 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática
Medição Avançada (Longo Prazo) (continuação)**

N.	Atividades de Fomento/ Indutoras e/ou Instrumentos	Organizações Financiadoras	Sugestões de Atores Envolvidos	Rotas Aplicáveis
	Plataformas colaborativas			
	Hackathons/seminários/GT			
6	Editais de pesquisa e desenvolvimento	Empresas, Finep, CNPq, Capes, Sistema S	Empresas, Finep, CNPq, Capes, Sistema S	4, 8, 9
	Programa de apoio a aceleradoras, incubadoras e capital-anjo (BNDES)			
7	Programas municipais, estaduais e nacional de fomento a APL, polos e parques tecnológicos	Sistema S		2, 4, 7, 8, 9
	Editais conjuntos para cursos de gestão e de inovação	Empresas, Finep, CNPq, Capes, Sistema S	Empresas, Finep, CNPq, Capes, Sistema S	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
	Criação de cursos de capacitação em gestão			

Fonte: Elaboração própria

A Tabela abaixo apresenta as rotas tecnológicas referenciadas na Tabela anterior.

Tabela 118 - Ordem de Prioridade dos Investimentos em P&D nas Rotas Tecnológicas Abordadas na Macrotemática Medição Avançada

Prioridade	Rota Tecnológica	Temática
1	Normatização e padronização de arquiteturas e segurança cibernética do sistema de medição avançada	Interoperabilidade
2	Ferramentas e técnicas para detecção de perdas comerciais e faltas	Aplicações de medição avançada
3	Operação de longo prazo	Durabilidade dos medidores
4	Gerenciamento pelo lado da demanda	Aplicações de medição avançada
5	Confiabilidade do sistema de medição	Durabilidade dos medidores
6	Confiabilidade de infraestruturas	Durabilidade dos medidores
7	Ferramentas e técnicas para qualidade de energia, gestão de ativos e demais aplicações	Aplicações de medição avançada
8	Novas oportunidades de negócios a partir de medição avançada	Aplicações de medição avançada
9	Dispositivos de sensoriamento e controle da demanda na HAN	Interoperabilidade

Fonte: Elaboração própria

7.2. Automação da rede

O objetivo geral da macrotemática automação da rede é desenvolver metodologias e algoritmos que contribuam para mitigar o impacto de distúrbios que afetam a qualidade da energia elétrica ofertada aos consumidores finais. Tais metodologias e algoritmos devem ser capazes de disponibilizar orientações mais precisas para lidar com eventuais contingências, aumentar a rapidez na correção de defeitos e reduzir OPEX (redução de intervenção das equipes de campo, gestão de ativos, entre outros).

Para sua consecução, estão previstos objetivos de curto, médio e longo prazo, traduzidos nas seguintes metas regulatórias, tecnológicas e de inovação.



Tabela 119 - Metas Regulatórias, Tecnológicas e de Inovação: Macrotemática Automação da rede

Metas	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo Prazo
Regulatória	Modernizar a infraestrutura e a penetração de GD por meio da revisão de questões regulatórias e da criação de diretrizes.		Revisar e adaptar a regulação para inclusão dos novos serviços desenvolvidos nas metas tecnológicas e de inovação.
Tecnológica	Incentivar a melhoria de desempenho e modernização da distribuição de energia elétrica via fomento e inclusão de novas tecnologias (equipamentos e sistemas de TI).	Desenvolver tecnologias, algoritmos, métodos e padrões para o amadurecimento da automação da rede.	Desenvolver mecanismos e ferramentas eficientes de gestão de recursos energéticos.
Inovação		Desenvolver mecanismos de testes e simulação novas tecnologias.	Fomentar inovação e competências para atingir a meta tecnológica.

Fonte: Elaboração própria

A estratégia de CT&I que permitirá esses avanços pode ser sintetizada da seguinte forma: construção de uma base regulatória e criação de diretrizes para a modernização normativa necessária ao amadurecimento do sistema de geração distribuída, bem como construção de competências mediante reformulação de cursos e fomentos à estrutura de P&D. Com isso, espera-se que a adequação da regulação e da normatização facilite e suporte o desenvolvimento de ferramentas e técnicas para a formação de redes inteligentes. É necessário, portanto, criar ambiente regulatório nacional adequado, estabelecer redes de pesquisa, parcerias e grupos de trabalho, bem como elaborar métodos e projetos de testes e gerar competências nacionais em termos de recursos humanos e infraestrutura de CT&I. As ações de curto prazo visam à modernização da infraestrutura e à penetração de geração distribuída mediante revisão de questões regulatórias e criação de diretrizes. Também contam com o incentivo à melhoria de desempenho e modernização da distribuição de energia elétrica via fomento e inclusão de novas tecnologias (equipamentos e sistemas de TI). As ações de médio prazo visam ao amadurecimento da automação da rede mediante desenvolvimento de tecnologias, algoritmos, métodos, padrões e mecanismos de testes e simulação.

As ações de longo prazo revisam e adaptam a regulação para inclusão dos novos serviços desenvolvidos, bem como desenvolvem recursos para aumentar a eficiência da gestão dos recursos energéticos.

Tabela 120 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Automação da rede (Curto Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado Esperado	Categoria de Instrumentos
1	Mobilizar grupo de trabalho para estudos/avaliação/ definição de padrões técnicos, normatizações, regulações e regulamentações.	<p>Norteamento de discussões e articulação dos organismos competentes, com vistas à realização de estudos com objetivos diferentes para cada foco. Criação de normatização específica para o setor, bem como adoção de normatização dos ensaios e testes para atender a meta regulatória e tecnológica. Reconhecimento regulatório dos investimentos em tecnologias alternativas para atender a meta regulatória.</p> <p>Incentivo à modernização da infraestrutura e à penetração de GD mediante revisão de questões regulatórias que retiram o incentivo à adoção de tecnologias que buscam maior eficiência energética, redução de custos de operação etc. para atender a meta regulatória.</p> <p>Incentivo à melhoria de desempenho e modernização da distribuição de energia elétrica para atender a meta regulatória e tecnológica.</p>	<p>8. Redes de inovação</p> <hr/> <p>7. Políticas para apoio à colaboração</p> <hr/> <p>9. Regulação/Normatização/Regulamentação</p> <hr/> <p>2. Apoio direto a P&D</p>
2	Criar modelos/ projetos demonstrativos/ projetos-piloto para desenvolvimento da tecnologia.	Incentivo e promoção de parcerias e interações entre empresas, ICT e órgãos reguladores, intercâmbio de pessoal em nível nacional e internacional, para realização de projetos mais alinhados com os processos internos e demandas técnicas das empresas para atender a meta tecnológica.	<p>8. Redes de inovação</p> <hr/> <p>7. Políticas para apoio à colaboração</p>
3	Criar e fortalecer atores capazes de difundir soluções tecnológicas no mercado.	Criação/proposta de políticas de financiamento específicas para modernização do sistema com a inclusão de novas tecnologias (equipamentos e sistemas de TI) e incentivo à melhoria de desempenho e modernização da distribuição de energia elétrica para atender a meta tecnológica.	<p>14. Financiamento público para inovação</p> <hr/> <p>15. Infraestrutura de CT</p>
4	Gerar competências internas em recursos humanos.	Incentivo a intercâmbio com países que já adotam a tecnologia, facilitando a captação e formação de profissionais qualificados. Incentivo à participação de universidades nos P&D relacionados a redes inteligentes também para criação de cursos de especialização para atender a meta tecnológica.	3. Políticas de formação e capacitação

Fonte: Elaboração própria



**Tabela 120 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática
Automação da rede (Curto Prazo) (continuação)**

N.	Atividades de fomento/ Indutoras e/ou Instrumentos	Organizações Financiadoras	Sugestões de atores envolvidos	Rotas Aplicáveis
1	Seminários/GT	CNPq, Capes, P&D Aneel, Finep	Aneel, MCTIC, MME, Abradee, Cepel, academia, Abradee	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12
	Intercâmbios organizacionais			
	Estudos sobre regulação, normatização e regulamentação			
	Reavaliação de questões do Manual de Controle Patrimonial do Setor Elétrico - MCPSE,			
2	Seminários/congressos/GT	CNPq, Capes, P&D Aneel; Finep, FAP	Aneel, Abradee, Fapesp, CNPq, Capes	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12
	Seminários/GT			
	Intercâmbios organizacionais			
3	Fomento a linhas/mecanismos de financiamento para projetos e/ou empresas com tecnologia nacional	BNES, Finep	MME, MIDC, MCTIC, Aneel	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12
	Linha de financiamento do BNDES			
4	Bolsa de pesquisador em empresas (Capes, CNPq)	P&D Aneel, CNPq, Capes, Finep, MEC	Aneel, Abradee	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12
	Bolsa sanduíche para mestrado e doutorado			
	Ensino a distância			
	Bolsas de pós-graduação (CNPq, Capes, FAP)			
	Bolsa de pós-doutorados e para pesquisadores internacionais			

Fonte: Elaboração própria

**Tabela 121 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática
Automação da rede (Médio Prazo) (continua)**

N.	Ações	Resultado Esperado	Categoria de Instrumentos
5	Gerar demanda para implantação de novos componentes, sistemas, metodologias, utilização de novos materiais para a cadeia produtiva, de forma a incentivar sua instalação no país.	Viabilização de uma cadeia produtiva adequada para sustentar novas tecnologias e/ou viabilizar a nacionalização. Aumento das atuações de empresas em integrações de sistemas legados de apoio a operação, medição e automação via tecnologias de barramentos de TI para troca de dados corporativos para atender as metas tecnológica e de inovação.	10. Compras públicas de tecnologia
6	Mobilizar grupo de trabalho para estudos/avaliação/definição de padrões técnicos, normatizações, regulações e regulamentações.	Criação/incentivo de/a instituições estaduais de forma a descentralizar as tomadas de decisão com desenvolvimento de uma adequação facilitada da regulação às realidades particulares do país com dimensões continentais para atender as metas tecnológica e de inovação. Discussão da necessidade de infraestrutura própria de telecomunicação para apoiar os sistemas de automação com vistas a melhorar o desempenho técnico e financeiro e atender as metas tecnológica e de inovação.	9. Regulação/ Normatização/ Regulamentação
7	Gerar competências internas em recursos humanos.	Estimulo à discussão e criação de diretrizes curriculares nacionais para a educação profissional técnica de nível médio e para os cursos de graduação. Incentivo às instituições de ensino técnico e de ensino superior à criação de novas vagas, cursos e/ou disciplinas específicas alinhadas com as necessidades regionais de desenvolvimento e respeitando autonomia das instituições para atender as metas tecnológica e de inovação. Implantação de cursos em nível técnico e especialização para profissionais que venham a atuar nas áreas temáticas selecionadas. Incentivo à participação de universidades nos P&D relacionados a redes inteligentes também para criação de cursos de especialização nos assuntos aderentes às rotas aplicáveis para atender as metas tecnológica e de inovação.	8. Redes de inovação 3. Políticas de formação e capacitação
8	Gerar competências internas em recursos humanos e infraestrutura de CT&I.	Criação de novos laboratórios e aprimoramento dos já existentes para atender as metas tecnológica e de inovação.	15. Infraestrutura de CT&I

Fonte: Elaboração própria



**Tabela 121 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática
Automação da rede (Médio Prazo) (continuação)**

N.	Atividades de Fomento/ Indutoras e/ou Instrumentos	Organizações Financiadoras	Sugestões de Atores Envolvidos	Rotas Aplicáveis
	Políticas relacionadas ao engajamento do Inmetro no processo de desenvolvimento tecnológico			
	Critérios de comercialização de energia, de conexão, de segurança, de qualidade etc.			
5	Regras de conteúdo local	CNPq, Capes, P&D Aneel, Finep, BNDES	MDIC, MCTIC, MME, Aneel	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12
	Regras de comercialização entre agentes do setor			
	Definição de modelos de planejamento energético			
6	Estudos sobre regulação, normatização e regulamentação	MME, MCTIC, Finep	MCTIC, Aneel, Anatel, CPqD	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12
	Seminários/congressos/GT			
	Criação e reformulação de cursos			
7	Implantação de cursos em nível técnico e especialização para profissionais que venham a atuar na área de segurança cibernética e programas de apoio à estruturação a vários níveis para CT&I (ensino a distância, bolsas de pós-graduação, bolsas sanduíche para mestrado e doutorado)	MEC, Finep, Sistema S, Capes, Fapesp, CNPq	CNI, Aneel, MEC, Abradee, MME	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12
8	Editais para implantação e modernização de laboratórios	CNPq, Capes, P&D Aneel, Finep	Cepel, MCTIC	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12

Fonte: Elaboração própria

**Tabela 122 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática
Automação da rede (Longo Prazo) (continua)**

N.	Ações	Resultado Esperado	Categoria de Instrumentos
9	Criar e fortalecer atores capazes de difundir soluções tecnológicas no mercado.	Suporte para a transformação e o desenvolvimento de ideias inovadoras em empreendimentos. Promoção da cultura da inovação, da competitividade e da capacitação empresarial fundamentados na transferência de conhecimento e tecnologia. Incremento à produção de riqueza de determinada região para atender as metas tecnológica e de inovação.	4. Política para empreendedorismo e apoio a incubadoras
10	Gerar competências internas em recursos humanos e infraestrutura de CT&I	Promoção da capacitação e formação de pessoal apto a lidar com infraestrutura altamente tecnológica e novos equipamentos/sistemas de TI de apoio ao diagnóstico e manutenção em áreas prioritárias, com o desenvolvimento de tecnologia via minimização dos riscos de transições sem comprometimento do equilíbrio econômico das empresas em função da necessidade de mão de obra especializada, equipamentos de diagnóstico modernos e ações especiais de manutenção para atender as metas tecnológica e de inovação.	2. Apoio direto a P&D 3. Políticas de formação e capacitação
11	Mobilizar grupo de trabalho para revisão de aspectos relacionados a inclusão de novos serviços.	Prestação de serviços que fogem do escopo da distribuição de energia às unidades consumidoras.	9. Regulação

Fonte: Elaboração própria



**Tabela 122 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática
Automação da rede (Longo Prazo) (continuação)**

N.	Atividades de Fomento/ Indutoras e/ou Instrumentos	Organizações Financiadoras	Sugestões de atores envolvidos	Rotas Aplicáveis
9	Chamadas públicas, programa de apoio a aceleradoras, incubadoras, parques tecnológicos e capital-anjo (BNDES)	CNPq, Capes, P&D Aneel, Finep	MCTIC	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12
	Bolsa de pesquisador em empresas (Capes, CNPq)			
	Bolsas sanduíche para mestrado e doutorado			
10	Ensino a distância	CNPq, Capes	Aneel, EPE, Abradee	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12
	Bolsas de pós-graduação (CNPq, Capes, FAP)			
	Bolsa de pós-doutorados e para pesquisadores internacionais			
	Seminários/GT			
	Seminários/congressos/GT			
11	Intercâmbios organizacionais	Aneel	Aneel, Anatel, MME	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12
	Estudos sobre regulação, normatização e regulamentação			

Fonte: Elaboração própria

A Tabela abaixo apresenta as rotas tecnológicas referenciadas na Tabela anterior.

Tabela 123 - Ordem de Prioridade dos Investimentos em P&D nas Rotas Tecnológicas Abordadas na Macrotemática Automação da Rede

Prioridade	Rota Tecnológica	Temática
1	Metodologias para apoiar a operação na realização de manobras automáticas (self-healing, reconfiguração para gerenciamento de índices técnicos)	Software
2	Metodologias para a localização de faltas	Software
3	Sensores e atuadores para equipamentos na rede SDMT	Hardware
4	Metodologias para o controle de tensão e do fluxo de reativos	Software
5	Metodologias para gestão de ativos	Software
6	Protocolos, padrões e arquiteturas para a integração de dados	Integração
7	Metodologias para gerenciamento de recursos energéticos distribuídos	Software
8	Ambientes para a simulação e/ou testes da aplicação das tecnologias de forma integrada a sistemas corporativos	Integração
9	Sensores e atuadores para equipamentos na rede SDAT	Hardware
10	Metodologias para o gerenciamento pelo lado da demanda de energia elétrica	Software
11	Sensores e atuadores para rede subterrânea	Hardware
12	Sensores e atuadores para equipamentos na rede SDBT	Hardware

Fonte: Elaboração própria

7.3. Compartilhamento de serviços no contexto das *smart cities*

O objetivo geral da macrotemática compartilhamento de serviços no contexto das cidades inteligentes é formar, com segurança cibernética, o ecossistema das cidades inteligentes, buscando o desenvolvimento tecnológico necessário ao atendimento do vasto espectro de áreas de aplicação e serviços habilitados por esse conceito.

Para sua consecução, estão previstos objetivos de curto, médio e longo prazo, traduzidos nas seguintes metas regulatórias, tecnológicas e de inovação.



Tabela 124 - Metas Regulatórias, Tecnológicas e de Inovação: Macrotemática Compartilhamento de Serviços no Contexto das *Smart Cities*

Metas	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo Prazo
Regulatória	Desenvolver diretrizes, métricas e requisitos para segurança da informação, iluminação inteligente, perdas de conexão do consumidor e recarga de veículos.	Desenvolver métricas e modelos alternativos para avaliação de estruturas de TIC e de desempenho para avaliação de eficiência do sistema.	
Tecnológica	Desenvolver arquitetura de integração e interoperabilidade de operações, dispositivos e equipamentos.	Desenvolver infraestrutura habilitadora e integradora para o desenvolvimento das cidades inteligentes.	Desenvolver sistema de integração e compartilhamento de serviços para aumento da capacidade de atendimento.
Inovação			

Fonte: Elaboração própria

A estratégia de CT&I que permitirá esses avanços pode ser sintetizada da seguinte forma: de modo geral, essa macrotemática consegue refletir uma síntese de diversos esforços que estão sendo focados em todas as macrotemáticas do Grupo de Distribuição de Energia Elétrica. Primeiramente, pela construção de bases regulatória/normativa, com a construção de métricas e requisitos de segurança da informação, medição, sistemas de integração, geração distribuída, iluminação inteligente, gerenciamento do consumo e perdas, eficiência energética e da evidente construção de competências necessárias para o desenvolvimento do sistema. Com isso, espera-se que a adequação da regulação e da normatização facilite e suporte o desenvolvimento de ferramentas e competências. É necessário, portanto, criar ambiente regulatório nacional específico, estabelecer redes de pesquisa, parcerias e grupos de trabalho, assim como elaborar projetos demonstrativos, testes e gerar competências nacionais em termos de recursos humanos e infraestrutura de CT&I. As ações de curto prazo estimulam o desenvolvimento de métricas, diretrizes e requisitos para segurança da informação, iluminação inteligente e perdas de conexão do consumidor. Também desenvolve a arquitetura de integração e interoperabilidade necessária para novas operações, dispositivos e equipamentos. As ações de médio prazo visam desenvolver métricas e modelos alternativos para avaliação de estruturas de TIC e de desempenho para avaliação de eficiência do sistema e fomentar a infraestrutura que habilite e integre as cidades inteligentes. As ações de longo prazo focam no desenvolvimento de um sistema de integração e de compartilhamento de serviços para aumento da capacidade de atendimento.

Tabela 125 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática
Compartilhamento de Serviços no Contexto das *Smart Cities* (Curto Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado Esperado	Categoria de Instrumentos
1	Estabelecer redes colaborativas de estudos para coordenação das pesquisas e desenvolvimentos tecnológicos em arquitetura de integração.	Desenvolvimento de arquitetura de referência para integração de tecnologia e sistemas, com interoperabilidade para atender a meta tecnológica.	8. Redes de inovação 7. Políticas para apoio à colaboração
2	Executar estudos, mapeamentos e inventários para desenvolvimento de tecnologia e metodologia.	Desenvolvimento de mediadores (softwares) no campo da computação distribuída para atender a meta regulatória. Desenvolvimento de conectores para interligação dos diversos sistemas corporativos em barramentos de interoperabilidade com função de habilitar a integração dos diversos sistemas para desenvolver a meta regulatória. Desenvolvimento de metodologias, ferramentas e protocolos de acesso à base de dados, avaliação de riscos e impactos no negócio relacionados à segurança da informação para atender a meta regulatória/tecnológica. Desenvolvimento de requisitos de iluminação pública inteligente com a criação de algoritmo validado de perdas para conexão de consumidor livre à rede de modo a atender a meta regulatória/tecnológica.	2. Apoio direto a P&D 7. Políticas para apoio à colaboração
3	Mobilizar grupo de trabalho para estudos/avaliação/ definição de padrões técnicos, normatizações, regulações e regulamentações de segurança da informação e de medição.	Criação de diretrizes e controles de segurança da informação para integridade, controle de acesso, confidencialidade e privacidade de sistemas. Criação de requisitos e especificidade de medição para os serviços prestados pelas concessionárias para atender a meta regulatória/tecnológica.	7. Políticas para apoio à colaboração 8. Redes de inovação

Fonte: Elaboração própria



Tabela 125 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática
Compartilhamento de Serviços no Contexto das *Smart Cities* (Curto Prazo) (continuação)

N.	Atividades de Fomento/ Indutoras e/ou Instrumentos	Organizações Financiadoras	Sugestões de Atores envolvidos	Rotas Aplicáveis
1	Editais conjuntos para projetos de inovação (Embrapii, Finep, FAP etc.)			
	Uso de políticas de inovação (ABDI)	P&D Aneel	Aneel, MME, Finep, RNP, ABDI, MCidades	1, 2, 4
	Apoio à estruturação de arquitetura REI - BR - 2030			
2	Editais para P&D por meio de chamadas conjuntas para desenvolvimento de tecnologia, Programa de P&D da Aneel	Aneel, Finep, RNP, FAP	Aneel, BNDES, Finep, RNP, CNPq, Capes, FAP, Abradee	1, 2, 3, 4, 5, 6
	Bolsa de pesquisador em empresas (Capes, CNPq)	MCTIC/SPIN, Aneel, BNDES, Finep, FAP, ABDI	Ministério da Defesa, Aneel, Finep, RNP, FAP	
3	Editais de pesquisa conjunta			1, 2, 3, 4, 5
	Seminários/congressos/GT	Aneel, MME, Finep, RNP, P&D Aneel	ABNT, Inmetro, Abradee, Abinee, empresas e associados	
	Intercâmbios organizacionais			

Fonte: Elaboração própria

Tabela 126 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática
Compartilhamento de Serviços no Contexto das *Smart Cities* (Médio Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado Esperado	Categoria de Instrumentos
4	Executar estudos, mapeamentos e inventários para desenvolvimento de tecnologia e metodologias.	Desenvolvimento de métricas para avaliação do nível de intercâmbio de informação entre agentes. Desenvolvimento de métricas de desempenho e execução de análises para avaliação da eficiência. Indicação de estruturas e sistemas por meio de métricas de desempenho com avaliação de caminhos e alternativas para melhores desempenhos com vistas a atender a meta tecnológica.	2. Apoio direto a P&D 7. Políticas para apoio à colaboração
5	Executar estudos, mapeamentos e inventários para desenvolvimento de tecnologia e metodologias de gerenciamento energético - eficiência e segurança.	Promoção de padrões de demanda e gerenciamento do consumo e eficiência energética mediante redução de consumo e minimização de custos com serviços que tenham agentes e infraestruturas em comum, bem como via execução de ações pontuais identificadas em análise dos padrões identificados. Atendimento das necessidades de gerenciamento de diversos serviços, produtos e infraestruturas presentes nas cidades inteligentes que possibilitam/necessitam de diferentes políticas e ferramentas para gerenciamento.	8. Redes de inovação 6. Política para aglomerações e clusters
6	Criar modelos/projetos demonstrativos/ projetos-piloto para desenvolvimento de infraestruturas de cidades inteligentes e tecnologia de serviços ligados à inserção de GD.	Avaliação ações relacionadas ao transporte e mobilidade urbana, monitoramento e controle ambiental e demais serviços presentes nas cidades inteligentes por meio da criação de living labs. Viabilização de projetos economicamente mais atrativos com foco em aumento da eficiência, incremento da segurança de manutenção do serviço, qualidade do produto e preservação das infraestruturas. Compartilhamento de serviços ligados à inserção de GD a vista da redução dos investimentos necessários e maior retorno de capital.	15. Infraestrutura de CT&I 2. Apoio direto a P&D

Fonte: Elaboração própria



Tabela 126 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática
 Compartilhamento de Serviços no Contexto das *Smart Cities* (Médio Prazo) (continuação)

N.	Atividades de Fomento/ Indutoras e/ou Instrumentos	Organizações Financiadoras	Sugestões de Atores Envolvidos	Rotas Aplicáveis
4	Programa de P&D da Aneel Contratação de pesquisa por entidades públicas vinculadas ao sistema de inovação Editais conjuntos para projetos de inovação e de startups	Aneel, MME, Finep, RNP	ABNT, Inmetro, Aneel, MME, ABDI, MCidades, associação, MCTIC, CNI/Sistema S, ICT	1, 2, 3, 4, 5
5	Hackathons/seminários/GT Programas municipais, estaduais e nacional de fomento a APL, polos e parques tecnológicos	CNPq, Capes, P&D Aneel, Finep	Aneel, MCTIC, MME	1, 2, 3, 4, 5, 6
6	Apoio a projetos de PD&I Programas municipais, estaduais e nacional de fomento a APL, polos e parques tecnológicos	ABDI, empresas, Finep, CNPq, Capes, Sistema S P&D Aneel, Finep e ABDI	ABDI, Inmetro, empresas, Finep, CNPq, Capes, Sistema S Aneel, ABDI, empresas, distribuidoras, Abradee e MCidades	1, 2, 3, 4, 5, 6

Fonte: Elaboração própria

Tabela 127 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática
Compartilhamento de Serviços no Contexto das *Smart Cities* (Longo Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado Esperado	Categoria de Instrumentos
4	Executar estudos, mapeamentos e inventários para desenvolvimento de tecnologia e metodologias.	Desenvolvimento de métricas para avaliação do nível de intercâmbio de informação entre agentes.	2. Apoio direto a P&D
		Desenvolvimento de métricas de desempenho e execução de análises para avaliação da eficiência.	7. Políticas para apoio à colaboração
		Indicação de estruturas e sistemas mediante métricas de desempenho com avaliação de caminhos e alternativas para melhores desempenhos com vistas a atender a meta tecnológica.	
5	Executar estudos, mapeamentos e inventários para desenvolvimento de tecnologia e metodologias para gerenciamento energético - eficiência e segurança.	Promoção de padrões de demanda e gerenciamento do consumo e eficiência energética via redução de consumo e minimização de custos com serviços que tenham agentes e infraestruturas em comum, bem como pela execução de ações pontuais identificadas por meio da análise dos padrões identificados.	8. Redes de inovação
		Atendimento das necessidades de gerenciamento de diversos serviços, produtos e infraestruturas presentes nas cidades inteligentes que possibilitam/necessitam de diferentes políticas e ferramentas para gerenciamento.	6. Política para aglomerações e clusters
6	Criar modelos/projetos demonstrativos/projetos-piloto para desenvolvimento de infraestruturas de cidades inteligentes e tecnologia de serviços ligados à inserção de GD.	Avaliação ações relacionadas a transporte e mobilidade urbana, monitoramento e controle ambiental e demais serviços presentes nas cidades inteligentes via criação de living labs.	15. Infraestrutura de CT&I
		Viabilização de projetos economicamente mais atrativos com foco em aumento da eficiência, incremento da segurança de manutenção do serviço, qualidade do produto e preservação das infraestruturas.	2. Apoio direto a P&D
		Compartilhamento de serviços ligados à inserção de GD a vista da redução dos investimentos necessários e maior retorno de capital.	

Fonte: Elaboração própria



Tabela 127 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática
Compartilhamento de Serviços no Contexto das *Smart Cities* (Longo Prazo) (continuação)

N.	Atividades de Fomento/ Indutoras e/ou Instrumentos	Organizações Financiadoras	Sugestões de Atores Envolvidos	Rotas Aplicáveis
4	<p>Programa de P&D da Aneel</p> <hr/> <p>Contratação de pesquisa por entidades públicas vinculadas ao sistema de inovação</p> <hr/> <p>Editais conjuntos para projetos de inovação e de startups</p>	<p>Aneel, MME, Finep, RNP</p>	<p>ABNT, Inmetro, Aneel, MME, ABDI, MCidades, associação, MCTIC, CNI/Sistema S, ICT</p>	<p>1, 2, 3, 4, 5</p>
5	<p>Hackathons/seminários/GT</p> <hr/> <p>Programas municipais, estaduais e nacional de fomento a APL, polos e parques tecnológicos</p>	<p>CNPq, Capes, P&D Aneel, Finep</p>	<p>Aneel, MCTIC, MME</p>	<p>1, 2, 3, 4, 5, 6</p>
6	<p>Apoio a projetos de PD&I</p> <hr/> <p>Programas municipais, estaduais e nacional de fomento a APL, polos e parques tecnológicos</p>	<p>ABDI, empresas, Finep, CNPq, Capes, Sistema S</p> <hr/> <p>P&D Aneel, Finep e ABDI</p>	<p>ABDI, Inmetro, empresas, Finep, CNPq, Capes, Sistema S</p> <hr/> <p>Aneel, ABDI, empresas, distribuidoras, Abradee e MCidades</p>	<p>1, 2, 3, 4, 5, 6</p>

Fonte: Elaboração própria

A Tabela abaixo apresenta as rotas tecnológicas referenciadas na Tabela anterior.

Tabela 128 - Ordem de Prioridade dos Investimentos em P&D nas Rotas Tecnológicas Abordadas na Macrotemática Compartilhamento de Serviços no Contexto das *Smart Cities*

Prioridade	Rota Tecnológica	Temática
1	Integração de tecnologias e sistemas	Infraestrutura compartilhada
2	Interoperabilidade	Infraestrutura compartilhada
3	Modelos de negócio para cidades inteligentes	Aspectos administrativos e regulatórios
4	Oportunidades e viabilidade técnica de compartilhamento de serviços	Infraestrutura compartilhada
5	Modelos de compartilhamento de ativos entre diferentes agentes	Aspectos administrativos e regulatórios
6	Métricas de desempenho	Infraestrutura compartilhada

Fonte: Elaboração própria

7.4. Segurança cibernética

O objetivo geral da macrotemática segurança cibernética é garantir a segurança cibernética do setor elétrico e seus elementos críticos contra as crescentes ameaças e vulnerabilidades, bem como garantir a privacidade dos dados.

Para sua consecução, estão previstos objetivos de curto, médio e longo prazo, traduzidos nas seguintes metas regulatórias, tecnológicas e de inovação.



**Tabela 129 - Metas Regulatórias, Tecnológicas e de Inovação:
Macrotemática Segurança Cibernética**

Metas	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo Prazo
Regulatória	Amadurecer o sistema de segurança cibernética no setor elétrico a partir da construção de framework regulatório e normativo.	Desenvolver um conjunto de certificação para componentes, produtos em segurança corporativa.	
Tecnológica	Desenvolver um conjunto mínimo de requisitos e mecanismos de segurança cibernética e privacidade de dados.	Desenvolver testes e mapeamento de vulnerabilidades.	Desenvolver produtos nacionais de <i>hardware</i> e <i>software</i> e tratamento de vulnerabilidades de segurança e de privacidade de dados.
Inovação	Disseminar a cultura de segurança cibernética e de privacidade de dados.	Desenvolver testes com inteligência artificial.	

Fonte: Elaboração própria

A estratégia de CT&I que permitirá esses avanços pode ser sintetizada da seguinte forma: construção das bases regulatória e normativa para o amadurecimento do sistema de segurança cibernética, fomentando, assim, o desenvolvimento de requisitos e competências. É necessário, portanto, criar ambiente regulatório nacional específico, estabelecer redes de pesquisa, parcerias e grupos de trabalho, bem como elaborar projetos demonstrativos e de testes e gerar competências nacionais em termos de recursos humanos e infraestrutura de CT&I. As ações de curto prazo fomentam justamente a criação de um arcabouço regulatório e normativo para segurança cibernética e privacidade de dados. Ainda, construção de um conjunto mínimo de requisitos e mecanismos de segurança cibernética e privacidade de dados, bem como disseminação da cultura de segurança cibernética e de privacidade de dados. As ações de médio prazo estimulam a formação de ambiente científico adequado para geração de competências, difusão do conhecimento e certificação, testes e componentes para segurança cibernética, as quais se manterão ao longo de toda a agenda de CT&I. As ações de longo prazo focam no desenvolvimento de produtos nacionais de *hardware* e *software* e tratamento de vulnerabilidades de segurança e de privacidade de dados.

Tabela 130 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Segurança Cibernética (Curto Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado Esperado	Categoria de Instrumentos
1	Mobilizar grupo de trabalho para estudos/avaliação/definição de padrões técnicos, normatizações, regulações e regulamentações.	<p>Criação de estrutura para definição e adequação das normas existentes para atingir meta regulatória.</p> <hr/> <p>Definição e adequação das normas existentes, concretizando ação anterior para atingir meta regulatória.</p>	<p>7. Políticas para apoio à colaboração</p> <hr/> <p>8. Redes de inovação</p>
2	Estabelecer/reactivar/remodelar/reestruturar/adensar redes colaborativas de estudos para coordenação das pesquisas e desenvolvimentos tecnológicos em segurança cibernética.	Incentivo a capacitação, treinamento e especialização em segurança cibernética para atingir meta regulatória, tecnológica e de inovação.	<p>8. Redes de inovação</p> <hr/> <p>3. Políticas de formação e capacitação</p>
3	Gerar competências internas em recursos humanos em segurança cibernética.	Capacitação, treinamento e especialização em segurança cibernética, concretizando ação anterior para atingir meta regulatória, tecnológica e de inovação.	3. Políticas de formação e capacitação
4	Estimular a produção científica e o compartilhamento de conhecimentos relevantes sobre segurança cibernética e privacidade de dados.	Fomento a eventos sensibilizadores de formadores de opinião para disseminação da cultura de segurança cibernética para atingir meta de inovação.	13. Difusão da informação e do conhecimento

Fonte: Elaboração própria



Tabela 130 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Segurança Cibernética (Curto Prazo) (continuação)

N.	Atividades de Fomento/ Indutoras e/ou Instrumentos	Organizações Financiadoras	Sugestões de Atores Envolvidos	Rotas Aplicáveis
	Editais de pesquisa conjunta			
1	Seminários/congressos/GT Intercâmbios organizacionais	Aneel, MME, Finep, RNP, ABNT	OAB, ABNT, Inmetro, Aneel, MME, Anatel e Ministério da Defesa, Abradee	2, 4
	Critérios de segurança			
2	Seminários/congressos/GT/bolsas de pesquisa	Capes, FAP, CNPq, Finep, Aneel, MME	Capes, FAP, CNPq, MEC	1, 3, 5, 6
3	Implantação de cursos em nível técnico, especialização e graduação para profissionais que venham a atuar na área de segurança cibernética e programas de apoio à estruturação em vários níveis para CT&I (ensino a distância, bolsas de pós-graduação, bolsas sanduíche para mestrado e doutorado)	Capes, FAP, CNPq	Inmetro, MEC, Aneel, MME	1, 3, 5, 6
4	Seminários/congressos/GT	MEC, Aneel, MME	Inmetro, MEC, Aneel, MME, Abinee, Abradee	1, 2, 3, 4, 5, 6

Fonte: Elaboração própria

Tabela 131 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Segurança Cibernética (Médio Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado Esperado	Categoria de Instrumentos
5	Executar estudos, mapeamentos e inventários para desenvolvimento de tecnologia e metodologias, conceitos de segurança cibernética e seus produtos.	Desenvolvimento de metodologias, certificação e produtos para atingir meta tecnológica e regulatória.	2. Apoio direto a P&D 7. Políticas para apoio à colaboração
		Fomento de pesquisas sobre segurança cibernética, publicações em periódicos sobre energia.	
		Certificações, testes e P&D para infraestrutura laboratorial para atingir meta tecnológica e de inovação.	13. Difusão da informação e do conhecimento

Fonte: Elaboração própria



Tabela 131 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Segurança Cibernética (Médio Prazo) (continuação)

N.	Atividades de fomento / indutoras e/ou Instrumentos	Organizações Financiadoras	Sugestões de atores envolvidos	Rotas Aplicáveis
5	Programa de P&D da Aneel			
	Contratação de pesquisa por entidades públicas vinculadas ao sistema de inovação	Aneel, BNDES, Finep, RNP, CNPq, Capes, FAP	Aneel, Finep, RNP, FAP, Abradee, Abinee	
	Bolsa de pesquisador em empresas (Capes, CNPq)			
	Editais conjuntos para projetos de inovação (Embrapii, Finep, FAP etc.)			1, 2, 3, 4, 5, 6
	Programa de P&D da Aneel			
	Contratação de pesquisa por entidades públicas vinculadas ao sistema de inovação	CNPq, Capes, FAP, Aneel, P&D Aneel, Finep	Academia, CNPq, Capes, FAP, Aneel, MME, MDIC ABDI, universidades	
Bolsa de pesquisador em empresas (Capes, CNPq)				

Fonte: Elaboração própria

**Tabela 132 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática
Segurança Cibernética (Longo Prazo) (continua)**

N.	Ações	Resultado Esperado	Categoria de Instrumentos
6	Executar estudos, mapeamentos e inventários para desenvolvimento de tecnologia e metodologias.	Desenvolvimento de produtos nacionais - hardware e software para atingir a meta tecnológica. Promoção de articulação com empresas e poder público para a realização dos estudos para nacionalização de fornecedores estratégicos.	4. Política para empreendedorismo e apoio a incubadoras 10. Compras públicas de tecnologia
7	Gerar demanda para implantação de novos componentes, sistemas, metodologias, utilização de novos materiais.	Fomento de uma demanda sustentável para a cadeia produtiva de forma a incentivar sua instalação no país.	9. Regulação para a indução da demanda privada para inovação 2. Apoio direto a P&D 14. Financiamento público para inovação

Fonte: Elaboração própria



Tabela 132 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Segurança Cibernética (Longo Prazo) (continuação)

N.	Atividades de fomento / indutoras e/ou Instrumentos	Organizações Financiadoras	Sugestões de atores envolvidos	Rotas Aplicáveis
6	Programa de apoio a aceleradoras, incubadoras, parques tecnológicos e capital-anjo Editais conjuntos para cursos de gestão e de inovação	Finep, BNDES, Aneel	MME, MDIC, ABDI	1, 5
7	Regulação da Aneel para fontes alternativas de energia Editais conjuntos para projetos de inovação (Embrapii, Finep, FAP etc.) Financiamento à modernização tecnológica no SEB	Finep, BNDES, Aneel	MME, MDIC ABDI, associações	1, 5

Fonte: Elaboração própria

A Tabela abaixo apresenta as rotas tecnológicas referenciadas na Tabela anterior.

Tabela 133 - Ordem de Prioridade dos Investimentos em P&D nas Rotas Tecnológicas Abordadas na Macrotemática Segurança Cibernética

Prioridade	Rota Tecnológica	Temática
1	Tecnologias de proteção, prevenção e detecção de intrusão	Tecnologias de segurança, confiança e privacidade
2	Modelos e arquiteturas de referência, requisitos e melhores práticas	Arcabouço regulatório
3	Análise de riscos	Gestão corporativa de segurança, confiança e privacidade
4	Programas de avaliação da conformidade	Arcabouço regulatório
5	Tratamento de ataques e resposta a incidentes	Tecnologias de segurança, confiança e privacidade
6	Aspectos organizacionais	Gestão corporativa de segurança, confiança e privacidade

Fonte: Elaboração própria

7.5. Tecnologia da informação e comunicação (TIC)

O objetivo geral da macrotemática tecnologia da informação e comunicação (TIC) é modernizar toda a infraestrutura da rede elétrica. Isso se dará de forma a permitir a inserção/desenvolvimento de novas tecnologias, como medição inteligente, geração distribuída, monitoração *on-line* da qualidade de serviço, sensoriamento de dispositivos inteligentes (Internet das Coisas - IoT), segurança da informação, processamento de grande volume de dados, entre outras.

Para sua consecução, estão previstos objetivos de curto, médio e longo prazo, traduzidos nas seguintes metas regulatórias, tecnológicas e de inovação.



**Tabela 134 - Metas Regulatórias, Tecnológicas e de Inovação:
Macrotemática Tecnologia da Informação e Comunicação**

Metas	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo Prazo
Regulatória	Amadurecer a TIC no setor elétrico a partir da construção de <i>framework</i> regulatório, normativo e de requisitos.	Amadurecer a TIC no setor elétrico a partir da construção de <i>framework</i> regulatório, normativo e de requisitos.	
Tecnológica	Desenvolver um conjunto mínimo de requisitos e mecanismos de desenvolvimento de <i>software</i> para modernização via redes inteligentes, subestações e geração distribuída.	Construir um arcabouço tecnológico para desenvolvimento de <i>Big Data</i> , análise de dados e comunicação M2M.	Desenvolver sistemas de validação, testes de avaliação e dispositivos IoT e aprimorar tecnologias de <i>Big Data</i> .
Inovação		Escalonar e difundir <i>software</i> .	Desenvolver tecnologias de inteligência artificial voltadas para o setor de energia.

Fonte: Elaboração própria

A estratégia de CT&I que permitirá esses avanços pode ser sintetizada da seguinte forma: construção das bases regulatória e normativa para o amadurecimento da TIC no setor elétrico, fomentando, assim, o desenvolvimento de requisitos e competências. É necessário, portanto, criar ambiente regulatório nacional específico, estabelecer redes de pesquisa, parcerias e grupos de trabalho, bem como elaborar projetos demonstrativos e de testes e gerar competências nacionais em termos de recursos humanos e infraestrutura de CT&I. As ações de curto prazo fomentam a criação de um arcabouço regulatório e normativo e a construção de um conjunto mínimo de requisitos e mecanismos para modernização do sistema via redes inteligentes, subestações e geração distribuída. As ações de médio prazo estimulam a formação de ambiente científico adequado para geração de competências, difusão do conhecimento e certificação, testes e componentes para as novas tecnologias de dados e de segurança, com a introdução de *Big Data*, análise de dados e comunicação M2M (*machine-to-machine*), as quais se manterão ao longo de toda a agenda de CT&I. As ações de longo prazo focam no desenvolvimento de sistemas de validação, testes de avaliação e dispositivos IoT e buscam aprimorar tecnologias de *Big Data* e o desenvolvimento de tecnologias de inteligência artificial voltadas para o setor de energia.

Tabela 135 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Tecnologia da Informação e Comunicação (Curto Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado Esperado	Categoria de Instrumentos
1	Mobilizar grupo de trabalho para estudos para avaliação e definição de, normatizações, regulações e regulamentações.	<p>Criação de uma rede colaborativa para definição normativa com objetivo de mitigar a falta de definição e a adequação das normas existentes.</p> <hr/> <p>Mapeamento das necessidades de adequação das normas existentes e de diretrizes para promoção da articulação entre empresas e poder público para a realização de estudos e necessidades de regulação.</p> <hr/> <p>Tradução e adequação as normas internacionais (IEC) para uso nacional e criação de padrões técnicos nacionais para atingir a meta regulatória.</p>	<p>8. Redes de inovação</p> <hr/> <p>7. Políticas para apoio à colaboração</p>
2	Gerar competências internas em recursos humanos e infraestrutura de CT&I.	<p>Incentivo à inovação (em TIC e energia) e na cadeia produtiva (indústria) com lançamento de chamadas públicas no âmbito do Programa Nacional de Apoio às Incubadoras e Parques Tecnológicos (PNI) para atingir a meta tecnológica.</p> <hr/> <p>Lançamento de editais para implantação e modernização de laboratórios, a exemplo dos elaborados pela Finep e pelo CNPq para atingir a meta tecnológica.</p> <hr/> <p>Incentivo ao desenvolvimento de startups de alta tecnologia na área de TIC e energia para atingir a meta tecnológica.</p>	<p>15. Infraestrutura de CT</p> <hr/> <p>6. Política para aglomerações e clusters</p>

Fonte: Elaboração própria



Tabela 135 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Tecnologia da Informação e Comunicação (Curto Prazo) (continuação)

N.	Atividades de Fomento/ Indutoras e/ou Instrumentos	Organizações Financiadoras	Sugestões de Atores Envolvidos	Rotas Aplicáveis
1	Seminários/GT <hr/> Intercâmbios organizacionais <hr/> Editais de pesquisa conjunta <hr/> Critérios de segurança	Finep, ministérios, associações, empresas, Embrapii, ABNT, Aneel, MME e Inmetro	ABNT, Inmetro, Aneel, ONS, EPE, universidades, ICT, CNI	1, 2, 3, 4, 5
2	Linha de financiamento do BNDES e demais bancos comerciais para a compra de determinadas tecnologias, agências de fomento estaduais, Finep (InovaCred, Tecnova) <hr/> Programas municipais, estaduais e nacional de fomento a APL, polos e parques tecnológicos	Finep, FAP, BNDES, CNPq, Capes <hr/> Inovatec, Criatec Chamadas específicas para setores estratégicos	Finep, CNPq, Capes, FAP, MEC <hr/> Finep e BNDES, agências de fomento	1, 2, 3, 4, 5

Fonte: Elaboração própria

Tabela 136 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Tecnologia da Informação e Comunicação (Médio Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado Esperado	Categoria de Instrumentos
3	Gerar competências internas em recursos humanos em TIC	Inserção de mestres e doutores em empresas para aproximação entre indústria e academia com vistas a atingir as metas tecnológica e de inovação.	7. Políticas para apoio à colaboração
		Criação de diretrizes curriculares nacionais para os cursos de graduação e nível médio (MEC) em TI	
		Incentivo às instituições de ensino superior à criação de novas vagas em cursos de graduação e/ou disciplinas específicas, como também de ensino técnico	3. Políticas de formação e capacitação
4	Criar e fortalecer atores capazes de difundir soluções tecnológicas no mercado.	Grupos de pesquisas em programas de pós-graduação	
		Apoio a ações de avaliação da conformidade de produtos e sistemas de gestão para permitir que empresas que, por força de regulamentação técnica, precisem submeter-se a avaliações tenham apoio e financiamento público para cobrir os custos decorrentes para atingir as metas tecnológica, regulatória e de inovação.	14. Financiamento público para projetos com inovação 15. Infraestrutura de CT&I

Fonte: Elaboração própria



Tabela 136 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotematática Tecnologia da Informação e Comunicação (Médio Prazo) (continuação)

N.	Atividades de fomento / indutoras e/ou Instrumentos	Organizações Financiadoras	Sugestões de atores envolvidos	Rotas Aplicáveis
3	Financiamento e patrocínio para congressos, seminários e eventos em geral relacionados a inovação em tecnologias específicas	Programa RHAE, Fundo Aneel e chamadas específicas		
	Editais conjuntos para projetos de inovação (Embrapii, Finep, FAP etc.)			
	Execução de eventos e projetos de P&D em parceria indústria-universidade			
3	Programa de apoio à estruturação de cursos específicos e alteração na grade curricular nos vários níveis para CT&I	Chamadas específicas	Capes, MEC, Sistema S, CNPq, FAP, Finep, CNPq, Aneel	1, 2, 3, 4, 5
	Criação de cursos de graduação e técnicos específicos para a capacitação			
	Apoio a programas de pós-graduação, apoio a estudantes (mestrado/doutorado) e pesquisadores (pós-doc)	Chamadas para bolsas de estudo e pesquisa e para apoio a programas de pós-graduação		
4	Technology foresight. Incorporação da prospecção tecnológica no planejamento energético e industrial	Inovatec, Criatec, chamadas específicas para setores estratégicos	Finep/BNDES	1, 2, 3, 4, 5
	Investimento público na consolidação de infraestrutura de CT&I			

Fonte: Elaboração própria

Tabela 137 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Tecnologia da Informação e Comunicação (Longo Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado Esperado	Categoria de Instrumentos
5	Estabelecer redes colaborativas de estudos para coordenação das pesquisas e desenvolvimentos tecnológicos com transferência de tecnologia academia-indústria.	Garantia de que o conhecimento desenvolvido em universidades e centros de Pesquisa (e protegido por meio de patente) possa ser explorado economicamente por empresas para atingir meta regulatória e tecnológica.	8. Redes de inovação <hr/> 7. Políticas para apoio à colaboração
6	Gerar competências internas em recursos humanos em TIC.	Incentivo à pesquisa, considerando novos paradigmas computacionais: computação quântica e inteligência artificial para atingir a meta de inovação.	2. Apoio direto a P&D

Fonte: Elaboração própria



Tabela 137 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Tecnologia da Informação e Comunicação (Longo Prazo) (continuação)

N.	Atividades de Fomento/ Indutoras e/ou Instrumentos	Organizações Financiadoras	Sugestões de Atores Envolvidos	Rotas Aplicáveis
5	Apoio à estruturação de programas nacionais, plataformas, mobilização, consórcios, associações etc. <hr/> Editais conjuntos para projetos de inovação	Embrapii e Finep	Finep/BNDES	1, 2, 3, 4, 5
6	Programa de P&D da Aneel	Programa de apoio específico, bolsas, convênios e cursos	CNPq, Capes, FAP	6, 7

Fonte: Elaboração própria

A Tabela abaixo apresenta as rotas tecnológicas referenciadas na Tabela anterior.

Tabela 138 - Ordem de Prioridade dos Investimentos em P&D nas Rotas Tecnológicas Abordadas na Macrotemática Tecnologia da Informação e Comunicação

Prioridade	Rota Tecnológica	Temática
1	Infraestrutura de telecomunicações compatível com os requisitos dos serviços prestados pelas empresas do setor elétrico	Infraestrutura de telecomunicações
2	Requisitos e procedimentos de migração da rede legada para a rede de pacotes (IP)	
3	Dimensionamento da rede de telecomunicações com maior confiabilidade e resiliência para compartilhamento de informações, processos e serviços	
4	Requisitos de FAN para modernização de subestações, redes de distribuição e sua integração com a geração distribuída	Tratamento dos megadados
5	Arquitetura de gerenciamento para introdução massiva de comunicação M2M e IoT	
6	Análise de grande volume de dados (megadados), considerando a introdução de redes inteligentes	
7	Tecnologias de inteligência artificial (IA)	

Fonte: Elaboração própria

7.6. Operação e manutenção

O **objetivo geral** da macrotemática operação e manutenção é garantir a melhoria da qualidade do serviço e do produto em face das novas exigências do mercado, o aumento da segurança, a fim de minimizar os acidentes (com colaboradores e a sociedade), e a adequação de todas as funcionalidades dos sistemas de operação e manutenção para atender as maiores exigências ambientais e novas demandas do setor elétrico, como inserção de REI, geração distribuída, eficiência energética, veículo elétrico (VE), armazenamento e Internet das Coisas (IoT).

Para sua consecução, estão previstos objetivos de curto, médio e longo prazo, traduzidos nas seguintes metas regulatórias, tecnológicas e de inovação.



Tabela 139 - Metas Regulatórias, Tecnológicas e de Inovação:
Macrotemática Operação e Manutenção (continuação)

Metas	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo Prazo
Regulatória	Formar <i>framework</i> regulatório sobre formas de conexão, ações legais, sistemas novos de supervisão e controle.		
Tecnológica	Desenvolver infraestrutura de P&D para criação de ferramentas, metodologias e sistemas necessários para o amadurecimento do sistema de Operação e Manutenção.	Construir arcabouço tecnológico para desenvolvimento de tecnologias, metodologias, arquiteturas de sistemas necessárias para o desenvolvimento do sistema de Operação e Manutenção.	Promover a maturação de inteligência e tecnologias com vistas ao desenvolvimento da manutenção do sistema de distribuição e equipamentos de forma subterrânea em áreas densamente povoadas.
Inovação	Difundir conhecimentos sobre o subestações.		

Fonte: Elaboração própria.

A estratégia de CT&I que permitirá esses avanços pode ser sintetizada da seguinte forma: construção das bases regulatória e normativa para o amadurecimento da TIC no setor elétrico, fomentando, assim, o desenvolvimento de requisitos e competências. É necessário, portanto, criar ambiente regulatório nacional específico, estabelecer redes de pesquisa, parcerias e grupos de trabalho, bem como elaborar projetos demonstrativos, metodologias, ferramentas e testes. As ações de curto prazo fomentam a criação de um arcabouço regulatório e normativo para os novos sistemas de supervisão e controle. A principal ação de curto prazo é a consolidação da criação de um banco de dados sobre pesquisas do setor elétrico. Consequentemente, será necessário desenvolver planejamento estratégico de ações, em ordem cronológica de importância com consultas públicas. Para isso, também são necessárias ações de competências internas em recursos humanos e infraestrutura. As ações de médio prazo estimulam a maturação das competências internas em recursos humanos/infraestrutura com destaque para redução dos indicadores de riscos e acidentes. Além disso, fomentam o fortalecimento de atores capazes de difundir soluções tecnológicas no mercado com estímulo à formação de novas pequenas empresas inovadoras, com vistas a explorar as novas aplicações. As ações de longo prazo focam no desenvolvimento de sistemas de operação de redes de distribuição sem fio. Maturação de ações para redução de acidentes com a utilização da robótica e desenvolvimento de modelos de manutenção para linhas de distribuição, subestações, sistemas de média tensão e baixa tensão e equipamentos exclusivamente subterrâneos nas áreas urbanas densamente habitadas.

Tabela 140 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotêmica Operação e Manutenção (Curto Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado Esperado	Categoria de Instrumentos
1	Estabelecer redes colaborativas de estudos para coordenação e criação de banco de dados sobre pesquisas do setor elétrico.	Criação de redes corporativas e colaborativas para sugerir agrupamento de projetos com similaridades, integração entre universidades e fornecedores/fabricantes e mobilização de parcerias nacionais e internacionais.	8. Redes de inovação
2	Estimular a produção científica e o compartilhamento de conhecimentos relevantes mediante criação de banco de dados.	Diagnóstico do estado da arte sobre a inovação no setor elétrico desenvolvido nos últimos 20 anos, no Brasil, com possibilidade de acesso pelos agentes e interessados.	7. Políticas para apoio à colaboração 13. Difusão da informação e do conhecimento
3	Executar estudos, mapeamentos e inventários para desenvolvimento de planejamento estratégico de ações de CT&I necessárias para o setor.	Elaboração de um planejamento estratégico de ações, em ordem cronológica de importância com consultas públicas. Fomento a pesquisas e desenvolvimento de sistemas, técnicas, ferramentas e equipamentos que serão embarcados às novas tecnologias e inovações diversas.	8. Redes de inovação 2. Apoio direto a P&D interna
4	Mobilizar grupo de trabalho para definição de padrões técnicos, normatizações, regulações e regulamentações.	Ações de regulamentação, formas de conexão, ações legais, sistemas novos de supervisão e controle.	9. Regulação/Normatização/Regulamentação
5	Gerar competências internas em recursos humanos e infraestrutura de CT&I.	Formação e mobilização de recursos humanos com foco na redução dos indicadores de riscos e de acidentes. Criação de ambientes de interação, com vistas à redução de riscos e acidentes no setor.	3. Políticas de formação e capacitação 15. Infraestrutura de CT&I

Fonte: Elaboração própria


Tabela 140 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Operação e Manutenção (Curto Prazo) (continuação)

N.	Atividades de Fomento/ Indutoras e/ou Instrumentos	Organizações Financiadoras	Sugestões de Atores Envolvidos	Rotas Aplicáveis
1	Criação de banco de dados sobre pesquisas do setor elétrico	P&D Aneel, fundos de financiamento do FNDTC	Aneel, distribuidoras, agentes do setor de 'G' e de 'T', centros de pesquisa, ONS, EPE, Inmetro, Abinee, Abradee e ABNT, universidades	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17
2	Criação e fomento de banco de dados para difusão do conhecimento	P&D Aneel, fundos de financiamento do FNDTC	Aneel, distribuidoras, agentes do setor de 'G' e de 'T', centros de pesquisa, ONS, EPE, Inmetro, Abinee, Abradee e ABNT, universidades	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17
	Pesquisas colaborativas/ cooperadas	P&D Aneel e fundos de financiamento do FNDTC	Aneel, MME, MCTIC, MDIC, MP e MCidades, G' e de 'T', outros reguladores, centros de pesquisa, ONS, EPE, Inmetro, Abinee, Abradee e ABNT	1, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16
3	Apoio a projetos de PD&I	Programa P&D Aneel, Finep, FAP, Capes, CNPq	Aneel, ministérios, ONS, EPE, ICT, empresas, associações	
	Estudos sobre regulação, normatização e regulamentação	Finep, fundos internacionais, FAP	ABNT, Inmetro, EPE, ONS, Aneel, associações	1
4	Criação de cursos de graduação e pós-acadêmicos e capacitação	CNPq, Capes, FAP		
5	Criação de cursos técnicos e profissionalizantes	MDIC, Capes, CNPq, Sistema S, Sebrae	ICT, MEC/Capes, MCTIC/ CNPq, MDIC, Sistema S, universidades	1, 2, 5, 6, 7, 12, 17
	Investimentos em laboratórios e equipamentos	Finep, FAP, Programa P&D Aneel, BNDES		

Fonte: Elaboração própria

Tabela 141 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotêmica Operação e Manutenção (Médio Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado Esperado	Categoria de Instrumentos
6	Gerar competências internas em recursos humanos e infraestrutura de CT.	Avanço de ações de redução dos indicadores de riscos e de acidentes	15. Infraestrutura de CT&I
		Modernizações na infraestrutura existente, bem como reengenharia de produtos e processos dos centros de pesquisa e laboratórios	
		Construção de novos centros e laboratórios atualizados e adequados para os novos tempos	
7	Criar e fortalecer atores capazes de difundir soluções tecnológicas no mercado.	Manter atualizado todo o pessoal qualificado e especializado em novas tecnologias, ofertando e flexibilizando treinamentos constantes de reciclagem ou aperfeiçoamento	3. Políticas de formação e capacitação
		Estímulo à formação de novas pequenas empresas inovadoras com vistas a explorar as novas aplicações requeridas	

Fonte: Elaboração própria



Tabela 141 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Operação e Manutenção (Médio Prazo) (continuação)

N.	Atividades de Fomento/ Indutoras e/ou Instrumentos	Organizações Financiadoras	Sugestões de Atores Envolvidos	Rotas Aplicáveis
6	Investimentos em laboratórios e equipamentos	Finep, FAP, Programa P&D Aneel, BNDES	ICT, MEC/Capes, MCTIC/ CNPq, MDIC, Sistema S, universidades	1, 2, 5, 6, 7, 12, 17 5, 7, 9, 10, 15
	Criação de cursos de especialização e aperfeiçoamento	Empresas, pelo CNPq ou pela Capes	Empresas, ICT, MEC/ Capes, MCTIC/CNPq, MDIC, Sistema S	5, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15
7	Programas de fomento a startup, novas empresas ou negócios para desenvolvimento de tecnologia nacional	Finep, financiadores estaduais, Capital Angels, BNDES	MDIC, ABDI, CNI, associações, Sebrae	6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16

Fonte: Elaboração própria

Tabela 142 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Operação e Manutenção (Longo Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado Esperado	Categoria de Instrumentos
8	Gerar competências internas em infraestrutura de CT&I	Transferência de inteligência e tecnologias com vistas ao crescimento formal e maduro.	7. Políticas para apoio à colaboração
9	Fortalecer atores capazes de difundir soluções tecnológicas no mercado	Fortalecimento da pirâmide de empresas/universidades/governo e inserção de novos atores	4. Política para empreendedorismo e apoio a incubadoras
10	Criar modelos/projetos para desenvolvimento da tecnologia de linhas de distribuição, SE, sistemas MT, BT	Fomento ao desenvolvimentos e aprofundamento nas pesquisas	3. Políticas de formação e capacitação 7. Políticas para apoio à colaboração

Fonte: Elaboração própria



Tabela 142 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Operação e Manutenção (Longo Prazo) (continuação)

N.	Atividades de Fomento/ Indutoras e/ou Instrumentos	Organizações Financiadoras	Sugestões de Atores Envolvidos	Rotas Aplicáveis
8	Intercâmbios organizacionais, redes acadêmicas, consórcios, congressos, workshops	Linha de financiamento do BNDES e demais bancos comerciais para a compra de determinadas tecnologias, agências de fomento estaduais, Finep (InovaCred, Tecnova)	ICT, MEC/Capes, MCTIC/ CNPq, MDIC, ICT Aneel, ministérios, ONS, EPE, ICT, empresas, associações	1, 5, 6, 7, 8, 10, 12, 13, 17
9	Programas de fomento a startup, novas empresas ou negócios para desenvolvimento de tecnologia nacional	Finep, FAP, BNDES	MDIC, ABDI, CNI, associações, Sebrae	1, 5, 6, 7, 8, 10, 12, 13, 17
10	Editais para P&D por meio de chamadas conjuntas Seminários/GT	Empresas do setor	Aneel, Finep, RNP, FAP	1, 5, 6, 7, 8, 10, 12, 13, 17

Fonte: Elaboração própria

A Tabela abaixo apresenta as rotas tecnológicas referenciadas na Tabela anterior.

Tabela 143 - Ordem de Prioridade dos Investimentos em P&D nas Rotas Tecnológicas Abordadas na Macrotemática Operação e Manutenção

Prioridade	Rota Tecnológica	Temática
1	Sistemas de operação considerando inserção massiva de GD	Operação
2	Ferramentas, sistemas e equipamentos de segurança	Segurança
3	Treinamento	Segurança
4	Análise comportamental	Segurança
5	Sistemas de supervisão e controle	Operação
6	Sistemas de atendimento integrado	Operação
7	Sistema de monitoramento de ativos	Manutenção
8	Métodos e ferramentas de manutenção	Manutenção
9	Ferramentas e sistemas para apoio à decisão operativa em tempo real	Operação
10	Técnicas de redução do impacto ambiental	Manutenção
11	Engenharia de operação	Operação
12	Sistemas de gestão e análise de risco	Manutenção
13	Otimização de desligamentos programados	Operação
14	Ferramentas e sistemas de pré-operação	Operação
15	Sistemas autônomos de operação	Operação
16	Ferramentas e sistemas de pós-operação	Operação
17	Sistemas de operação considerando formas não convencionais de transporte de energia	Operação

Fonte: Elaboração própria

7.7. Subestações e equipamentos

O objetivo geral da macrotemática subestações e equipamentos é conceber uma subestação inteligente, compacta, modular. Essa subestação deve portar equipamentos autodiagnosticáveis e de inteligência suficiente para gerir o sistema a jusante nos níveis requeridos de qualidade e eficiência,



além de possibilitar o fornecimento de informações relevantes para a gestão do sistema de distribuição como um todo.

Para sua consecução, estão previstos objetivos de curto, médio e longo prazo, traduzidos nas seguintes metas regulatórias, tecnológicas e de inovação.

Tabela 144 - Metas Regulatórias, Tecnológicas e de Inovação:
Macrotemática Subestações e Equipamentos

Metas	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo Prazo
Regulatória	Criar metas claras de investimentos em ativos.	Reformular a grade curricular de cursos para criação de competências multicapacitadas e adaptadas às novas realidades.	
Tecnológica	Identificar sistemas e equipamentos com necessidade de substituição a partir da criação de indicadores de desempenho.	Prover competências de pessoal.	Desenvolver transformadores de potência mais eficientes e flexíveis, transformadores de instrumento eletrônicos mais eficientes; sensoriamento e sistemas especialistas para tratamento de informações de equipamentos para balizamento de políticas de manutenção e planejamento da expansão.
Inovação	Modernizar o sistema com soluções inovadoras.	Desenvolver e certificar tecnologias inovadoras e de interoperabilidade entre equipamentos.	Desenvolver soluções para integração urbanística de subestações de distribuição subterrâneas e desenvolver técnicas de virtualização de funções de proteção e de teleproteção.

Fonte: Elaboração própria

A estratégia de CT&I que permitirá esses avanços pode ser sintetizada da seguinte forma: a construção de um modelo de subestação parte da necessidade da alteração das bases regulatória e normativa, principalmente, quanto à regulação de investimentos em ativos não convencionais. Com isso, espera-se que a adequação da regulação e da normatização facilite e suporte o desenvolvimento de ferramentas, técnicas e competências necessárias para o desenvolvimento do modelo. É necessário, portanto, criar ambiente regulatório nacional específico, estabelecer redes de pesquisa, parcerias e grupos de trabalho, bem como elaborar projetos demonstrativos e gerar competências nacionais em termos de recursos humanos e infraestrutura de CT&I. As ações de curto prazo objetivam criar

metas claras de investimentos em ativos, identificar sistemas e equipamentos com necessidade de substituição a partir da criação de indicadores de desempenho e, assim, modernizar o sistema com soluções inovadoras. As ações de médio prazo estimulam a formação de ambiente científico adequado para geração de competências, difusão do conhecimento e certificação de tecnologias inovadoras e de interoperabilidade entre equipamentos, atividades que devem ser mantidas ao longo de toda a agenda de CT&I. As ações de longo prazo têm o foco em metas tecnológicas com desenvolvimento de soluções para integração urbanística de subestações de distribuição subterrâneas e desenvolvimento de técnicas de virtualização de funções de proteção e de teleproteção. Buscam também desenvolver transformadores de potência mais eficientes e flexíveis, transformadores de instrumento eletrônicos mais eficientes, sensoriamento e sistemas especialistas para tratamento de informações de equipamentos para balizamento de políticas de manutenção e planejamento da expansão.



Tabela 145 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Subestações e Equipamentos (Curto Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado Esperado	Categoria de Instrumentos
1	Mobilizar grupo de trabalho para estudos/avaliação/definição de padrões técnicos, normatizações, regulações e regulamentações para reconhecimento de investimentos em ativos não convencionais.	Estabelecimento de regras mais claras de modo a elevar a previsibilidade do retorno esperado para atingir a meta regulatória.	9. Regulação/ Normatização/ Regulamentação
2	Estabelecer redes colaborativas de estudos para coordenação das pesquisas e desenvolvimento tecnológicos de indicadores de performance de sistemas e equipamentos.	Identificação de sistemas e equipamentos com necessidade de substituição para atingir a meta tecnológica.	8. Redes de inovação 7. Políticas para apoio à colaboração
3	Executar estudos, mapeamentos e inventários para desenvolvimento de planos de modernização do SE.	Estabelecimento de planos de modernização do sistema elétrico para melhoria de serviços e produtos em consonância com os anseios do mercado consumidor e o fomento à indústria, sobretudo nos produtos e serviços inovadores, atingindo a meta de inovação.	2. Apoio direto a P&D
4	Gerar competências internas em recursos humanos, especialmente de gerência e em direção à inovação no setor elétrico.	Capacitação de lideranças e tomadores de decisão ao trabalho em ambiente voltado à inovação.	2. Apoio direto a P&D 3. Políticas de formação e capacitação
5	Estimular a produção científica e o compartilhamento de conhecimentos relevantes	Criação de acervo público estruturado por tema e área de interesse com resultados obtidos de projetos de P&D (relatórios finais) e outros desenvolvimentos financiados com recurso público para concentração e facilitação de acesso aos resultados de pesquisas, desenvolvimentos e experiências de aplicações de soluções inovadoras no setor elétrico.	13. Difusão da informação e do conhecimento

Fonte: Elaboração própria



Tabela 145 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Subestações e Equipamentos (Curto Prazo) (continuação)

N.	Atividades de Fomento/ Indutoras e/ou Instrumentos	Organizações Financiadoras	Sugestões de Atores Envolvidos	Rotas Aplicáveis
1	Estudos sobre regulação, normatização e regulamentação	Finep, FAP	ABNT, Inmetro, EPE, ONS, Aneel, associações	2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 13, 14, 15
2	Seminários/congressos/GT Intercâmbios organizacionais	FAP, CNPq, Capes, Finep	Aneel, ministérios, ONS, EPE, ICT e universidades	2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 13, 14, 15
3	Editais de pesquisa conjunta			
4	Programa de P&D da Aneel	Concessionárias	Aneel, BNDES, Finep, RNP, CNPq, Capes, FAP	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16
5	Ensino a distância Criação de cursos de extensão	Empresas, Finep, CNPq, Capes, Sistema S	Empresas, Finep, CNPq, Capes, Sistema S	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16
	Criação e fomento a periódicos para difusão do conhecimento	CNPq, Capes, P&D Aneel, Finep, FAP	ICT, MEC/Capes, MCTIC/ CNPq, MDIC, Sistema S	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16

Fonte: Elaboração própria

Tabela 146 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Subestações e Equipamentos (Médio Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado Esperado	Categoria de Instrumentos
6	Estabelecer redes colaborativas de estudos para coordenação de pesquisas e desenvolvimentos tecnológicos.	Criação de fóruns de discussão multissetoriais para articulação não só das ações práticas que envolvem as aplicações em questão, mas também desenvolvimentos tecnológicos que devem ser otimizados de forma a aproveitar a sinergia entre as diversas necessidades para atingir meta regulatória.	8. Redes de inovação 7. Políticas para apoio à colaboração
7	Gerar competências internas em recursos humanos e infraestrutura.	<p>Adaptação das grades curriculares de cursos superiores e técnicos para a nova realidade do segmento de distribuição e orientar a formação de pessoal para o conceito de inovação, com a maior proximidade possível da indústria para atingir a meta regulatória.</p> <p>Investimento em formação técnica de níveis médio e superior nas regiões Norte e Nordeste, com foco na aplicação das tecnologias inovadoras com desenvolvimento em curso para suprimento da necessidade de mão de obra multiespecializada.</p> <p>Desenvolvimento da interoperabilidade entre equipamentos, dispositivos e sistemas, tornando necessária a criação de laboratórios não só de potências, mas de TIC voltadas ao setor elétrico para atingir a meta de inovação.</p>	8. Redes de inovação 3. Políticas de formação e capacitação 2. Apoio direto a P&D 15. Infraestrutura de CT

Fonte: Elaboração própria



Tabela 146 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Subestações e Equipamentos (Médio Prazo) (continuação)

N.	Atividades de Fomento/ Indutoras e/ou Instrumentos	Organizações Financiadoras	Sugestões de Atores Envolvidos	Rotas Aplicáveis
6	Seminários/GT			
	Seminários/congressos/GT	Programa P&D Aneel, FAP, CNPq, Capes, Finep	Aneel, ministérios, ONS, EPE, ICT e universidades, Inmetro	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16
	Intercâmbios organizacionais			
	Seminários/congressos/GT			
7	Criação e reformulação de cursos			
	Ensino a distância	Finep, FAP, Programa P&D Aneel, BNDES, CNPq, Capes, FAP, MDIC, Capes, CNPq, Sistema S, Sebrae	ICT, MEC/Capes, MCTIC/CNPq, MDIC, Sistema S, outros	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16
	Bolsas de pós-graduação (CNPq, Capes, FAP)			
	Bolsa de pesquisador em empresas (Capes, CNPq)			
	Linha de financiamento do BNDES e demais bancos comerciais para a compra de determinadas tecnologias, agências de fomento estaduais, Finep (InovaCred, Tecnova)	P&D Aneel, Finep	Aneel, Finep	2, 4, 6, 9, 10, 13, 14, 15, 16

Fonte: Elaboração própria

Tabela 147 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Subestações e Equipamentos (Longo Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado Esperado	Categoria de Instrumentos
8	Gerar competências internas em infraestrutura de CT&I	<p>Criação de parque tecnológico voltado à inovação para retenção e concentração de talentos em ambiente de estímulo à criação de startups para atingir a meta de inovação e tecnológica.</p> <hr/> <p>Desenvolvimento de infraestrutura para operação de empresas de alta tecnologia na fase inicial da vida, além de um ambiente com alto intercâmbio de informações e experiências para atingir meta de inovação e tecnológica.</p>	6. Política para aglomerações e clusters
9	Executar estudos, mapeamentos e inventários para desenvolvimento de tecnologia e metodologias, conceitos.	Desenvolvimento de metodologias, certificação e produtos para atingir meta tecnológica.	<p>3. Políticas de formação e capacitação</p> <hr/> <p>7. Políticas para apoio à colaboração</p>

Fonte: Elaboração própria



Tabela 147 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Subestações e Equipamentos (Longo Prazo) (continuação)

N.	Atividades de Fomento/ Indutoras e/ou Instrumentos	Organizações Financiadoras	Sugestões de Atores Envolvidos	Rotas Aplicáveis
8	Programas municipais, estaduais e nacional de fomento a APL, polos e parques tecnológicos	Embrapii e Finep	Finep/BNDES	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16
	Bolsas sanduíche para mestrado e doutorado			
9	Ensino a distância			
	Bolsas de pós-graduação (CNPq, Capes, FAP)	Aneel, BNDES, Finep, RNP, CNPq, Capes, FAP	Aneel, Finep, RNP, FAP	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16
	Editais para P&D, por meio de chamadas conjuntas			
	Seminários/GT			

Fonte: Elaboração própria

A Tabela abaixo apresenta as rotas tecnológicas referenciadas na Tabela anterior.

Tabela 148 - Ordem de Prioridade dos Investimentos em P&D nas Rotas Tecnológicas Abordadas na Macrotemática Subestações e Equipamentos

Prioridade	Rota Tecnológica	Temática
1	Desenvolvimento de modelos de vida útil de ativos	Gestão de ativos de subestações
2	Desenvolvimento e aplicação de tecnologias de monitoramento para balizamento de políticas de manutenção centrada na condição dos equipamentos	Gestão de ativos de subestações
3	Gerenciamento de índices técnicos para tomada de decisão em tempo real	Gerenciamento de índices técnicos no nível da subestação
4	Métodos construtivos para agilidade na implantação de subestações	Integração de subestações
5	Aplicação de tecnologias inteligentes e integradas de controle de tensão e reativos na subestação	Gerenciamento de índices técnicos no nível da subestação
6	Virtualização de funções de proteção	Esquemas de controle e proteção de subestações
7	Implantação de esquemas lógicas de controle e proteção	Esquemas de controle e proteção de subestações
8	Gerenciamento de índices técnicos - estudos	Gerenciamento de índices técnicos no nível da subestação
9	Viabilização de implantação de subestações aéreas em terrenos urbanos	Integração de subestações
10	Viabilização de implantação de subestações subterrâneas em terrenos urbanos	Integração de subestações
11	Métodos avançados de manutenção de malhas de aterramento	Sistemas de aterramento
12	Esquemas avançados de aterramento	Sistemas de aterramento
13	Transformadores de potência flexíveis (estado sólido etc.)	Equipamentos
14	Transformadores de instrumento	Equipamentos
15	Transformadores de potência por supercondutores e novas tecnologias	Equipamentos
16	Descarte de materiais e equipamentos	Equipamentos

Fonte: Elaboração própria



7.8. Infraestrutura de proteção, automação e controle da distribuição

O objetivo geral da macrotemática infraestrutura de proteção, automação e controle da distribuição (IPAC) é dominar o projeto e a produção de todos os dispositivos e sistemas necessários para atender as peculiaridades do cenário setorial. Deve também atender, em particular, as adaptações exigidas pelas áreas de geração distribuída, *virtual power plants* (VPP), armazenamento de energia e veículos elétricos, que retiram o caráter radial. A IPAC da distribuição deve, ainda, ser capaz de prover informações por meio de uma rede inteligente de comunicação onipresente, para outros níveis hierárquicos, levando em consideração a introdução de novas tecnologias de geração distribuída, VPP e mesmo alterações de concepções da operação da rede.

Para sua consecução, estão previstos objetivos de curto, médio e longo prazo, traduzidos nas seguintes metas regulatórias, tecnológicas e de inovação.

Tabela 149 - Metas Regulatórias, Tecnológicas e de Inovação: Macrotemática Infraestrutura de Proteção, Automação e Controle da Distribuição

Metas	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo Prazo
Regulatória		Adequar normas e diretrizes a partir do avanço tecnológico em PAC.	
Tecnológica	Atualizar os dispositivos e sistemas de PAC em serviço nas redes de distribuição.	Estabelecer infraestrutura para PD&I e todos os tipos de testes relacionados com dispositivos e sistemas de PAC, desde a concepção até o fim da sua vida útil.	Difundir tecnologias e metodologias desenvolvidas com maturação e universalização na rede.
Inovação	Fomentar o desenvolvimento de ideias inovadoras em empreendimentos relacionados com PAC.	Escalar e difundir aplicações nas famílias de tecnologias previstas no objetivo específico.	Definir novos desafios de P&D a partir de tecnologias emergentes por meio de estudos prospectivos.

Fonte: Elaboração própria

A estratégia de CT&I que permitirá esses avanços pode ser sintetizada da seguinte forma: construção de competências técnicas, de pessoal e infraestrutura para P&D. Também como políticas voltadas para a modernização e atualização dos dispositivos e sistemas de PAC em serviço nas redes de distribuição, criando/aumentando o espaço para PD&I e engenharia de aplicação nacionais. As ações de curto prazo fomentam a criação de infraestrutura de P&D de PAC. As ações de médio prazo adequam as normas e diretrizes a partir dos avanços tecnológicos desenvolvidos e maturam o estabelecimento

da infraestrutura para PD&I com foco em desenvolvimento de todos os tipos de testes relacionados com dispositivos e sistemas de PAC, desde a concepção até o fim da sua vida útil. As ações de longo prazo tratam da evolução do sistema de PAC a partir da maturação e do aprimoramento técnico.



Tabela 150 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Infraestrutura de Proteção, Automação e Controle da Distribuição (Curto Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado Esperado	Categoria de Instrumentos
1	Gerar competências internas em recursos humanos em PAC	Obrigatoriedade do ensino de PAC nos cursos de graduação de engenharia elétrica, como sistemas de potência, eletrônica, automação, telecomunicações etc., nas devidas proporções.	8. Redes de inovação
		Implantação de cursos em nível técnico e especialização para profissionais que venham a atuar nas áreas temáticas selecionadas com objetivo de aumentar a capacitação dos profissionais de PAC em engenharia de aplicação, desde a fabricação até o fim da vida útil dos dispositivos e sistemas de PAC.	
		Inserção dessa área de pesquisa em universidades até então não atuantes em PAC.	3. Políticas de formação e capacitação
		Incentivo a concessão de bolsas por agências de fomento, bem como empresas interessadas em pesquisas voltadas para PAC com vistas a estimular financiamentos junto aos órgãos e agências competentes para assegurar formação de especialistas em PAC.	
		Aumento e aferição da evolução brasileira em termos de PD&I em PAC no segmento de mais alto nível do cenário internacional.	5. Serviços técnicos e consultorias 2. Apoio direto a P&D interna
2	Estimular a produção científica e o compartilhamento de conhecimentos relevantes sobre técnicas de interesse para a indústria.	Fomento à análise dos problemas e soluções de PAC nos cenários nacional e internacional.	13. Difusão da informação e do conhecimento
3	Gerar competências internas em infraestrutura de CT&I.	Atualização dos dispositivos e sistemas de PAC em serviço nas redes de distribuição, criando/aumentando o espaço para PD&I e engenharia de aplicação nacionais.	4. Política para empreendedorismo e apoio a incubadoras
		Provisão de suporte para a transformação e o desenvolvimento de ideias inovadoras em empreendimentos relacionados com PAC. Criação de novos e, principalmente, modernização dos laboratórios existentes capacitados a lidar com PAC.	15. Infraestrutura de CT

Fonte: Elaboração própria,



Tabela 150 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Infraestrutura de Proteção, Automação e Controle da Distribuição (Curto Prazo) (continuação)

N.	Atividades de Fomento/ Indutoras e/ou Instrumentos	Organizações Financiadoras	Sugestões de Atores Envolvidos	Rotas Aplicáveis
1	Seminários/congressos/GT	Empresas, Finep, CNPq, Capes, CNI/Senai, MEC	Empresas, Finep, CNPq, Capes, Sistema S, MEC	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
	Criação de diretrizes curriculares nacionais para a educação profissional técnica de nível médio.			
	Reformulação de cursos e criação de novas disciplinas voltadas para PAC nas universidades.	MEC, MME, concessionárias, empresas, Finep, CNPq, Capes, CNI/Senai, MEC	Empresas, Finep, CNPq, Capes, Sistema S, MEC	
	Criação de disciplinas e desenvolvimento de dissertações de mestrado e teses de doutorado em universidades com programas de pós-graduação.	P&D Aneel, Finep, CNPq	Empresas, Finep, CNPq, Capes, Sistema S	
	Bolsa de pesquisador em empresas (Capes, CNPq)	MEC, MME, concessionárias	Universidades, Institutos Federais, Aneel	
	Bolsas sanduíche para mestrado e doutorado	Empresas, Finep, CNPq, Capes, CNI/Senai	Aneel	
	Bolsa de pós-doutorado e para pesquisadores internacionais			
	Intercâmbios organizacionais	CNPq, Capes	Empresas, Finep, CNPq, Capes, Sistema S	
	Contratação de serviços técnicos e consultorias para estudos por meio de recursos próprios e/ou apoios externos			
	Apoio a projetos de PD&I			
2	Seminários/congressos/GT	P&D Aneel	Aneel	
	Realização de debates e reuniões periódicos por meio do CE B5 - Proteção e Automação do CIGRÉ-Brasil e IEEE-Brasil			
	Editais de pesquisa conjunta			
3	Programas de fomento a startup, novas empresas ou negócios para desenvolvimento de tecnologia nacional.	BNDES, P&D Aneel, Finep, CNPq, Capes	Aneel	
	Chamadas públicas no âmbito do Programa Nacional de Apoio às Incubadoras e Parques Tecnológicos (PNI) para financiamento à indústria de vários portes.			
	Linha de financiamento do BNDES e demais bancos comerciais para a compra de determinadas tecnologias, agências de fomento estaduais, Finep (InovaCred, Tecnova)			

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 151 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Infraestrutura de Proteção, Automação e Controle da Distribuição (Médio Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado Esperado	Categoria de Instrumentos
4	Mobilizar grupo de trabalho para estudos/avaliação/ definição de padrões técnicos, normatizações, regulações e regulamentações.	Incentivo à criação de grupos de trabalho com a finalidade de mitigar a falta de definição e a adequação das normas existentes para perenizar o avanço técnico e tecnológico das inovações mais palpitantes em termos de PAC em redes de distribuição.	8. Redes de inovação 7. Políticas para apoio à colaboração
5	Criação e fortalecimento de atores capazes de difundir soluções tecnológicas no mercado.	Maior interação de universidades com o mercado, fabricantes, usuários etc. para facilitar ao profissional de PAC a formação específica, independentemente da empresa ou universidade em que atua.	7. Políticas para apoio à colaboração (U-E ou E-E)
	Gerar competências internas em recursos humanos e infraestrutura de CT&I de estruturas capacitadas a lidar com PAC.	Aumento dos investimentos em laboratórios capacitados a lidar com PAC, dispondendo de infraestrutura para PD&I e todos os tipos de testes relacionados com dispositivos e sistemas de PAC, desde a concepção até o fim da sua vida útil.	15. Infraestrutura de CT

Fonte: Elaboração própria



Tabela 151 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotematática Infraestrutura de Proteção, Automação e Controle da Distribuição (Médio Prazo) (continuação)

N.	Atividades de Fomento/ Indutoras e/ou Instrumentos	Organizações Financiadoras	Sugestões de Atores Envolvidos	Rotas Aplicáveis
4	Seminários/GT	Ministérios, Finep	Aneel, ABNT, Inmetro	4, 7
5	Intercâmbios organizacionais			
	Seminários/congressos/GT	P&D Aneel, Embrapii, MME, Finep	Aneel, ICT, CNI/Senai	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
	Intercâmbios organizacionais			
	Linha de financiamento do BNDES e demais bancos comerciais para a compra de determinadas tecnologias, agências de fomento estaduais, Finep (InovaCred, Tecnova)	P&D Aneel, CNPq, Capes	Inmetro, Cepel, Aneel	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10

Fonte: Elaboração própria

Tabela 152 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Infraestrutura de Proteção, Automação e Controle da Distribuição (Longo Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado Esperado	Categoria de Instrumentos
6	Estimular a produção científica e o compartilhamento de conhecimentos relevantes em aplicação em PAC.	Promoção de espaço para a divulgação da pesquisa e realimentação imediata por parte dos especialistas em aplicação em PA para estimular o aumento da produção científica.	13. Difusão da informação e do Conhecimento
7	Criar e fortalecer atores capazes de difundir soluções tecnológicas no mercado.	Articulação com empresas e poder público, com especial destaque a Aneel, ONS, EPE e associações de classe para elevar os níveis técnicos e tecnológicos de todos os assuntos relacionados com PAC.	8. Redes de inovação 7. Políticas para apoio à colaboração

Fonte: Elaboração própria



Tabela 152 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Infraestrutura de Proteção, Automação e Controle da Distribuição (Longo Prazo) (continuação)

N.	Atividades de Fomento/ Indutoras e/ou Instrumentos	Organizações Financiadoras	Sugestões de Atores Envolvidos	Rotas Aplicáveis
6	Criação e fomento a periódicos para difusão do conhecimento	CNPq, Capes, P&D Aneel, Finep etc.	Aneel	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
7	Seminários/GT Editais pesquisa conjunta Intercâmbios organizacionais	P&D Aneel	Aneel	1, 4, 7

Fonte: Elaboração própria

A Tabela abaixo apresenta as rotas tecnológicas referenciadas na Tabela anterior.

Tabela 153 - Ordem de Prioridade dos Investimentos em P&D nas Rotas Tecnológicas Abordadas na Macrotemática Infraestrutura de Proteção, Automação e Controle da Distribuição

Prioridade	Rota Tecnológica	Temática
1	Dispositivos e funções de PAC para geração distribuída (GD), <i>virtual power plants</i> (VPP) e microrredes (MR)	Influência de geração distribuída (GD), <i>virtual power plants</i> (VPP) e microrredes (MR)
2	Funções e protótipos de proteção	Dispositivos de proteção, automação e controle (PAC)
3	Funções e protótipos de localização de faltas	Dispositivos de proteção, automação e controle (PAC)
4	Funções e protótipos de medição instantânea, controle e automação	Dispositivos de proteção, automação e controle (PAC)
5	Funções e protótipos de registro digital de perturbações	Dispositivos de proteção, automação e controle (PAC)
6	Indicadores de circuito em falta	Sensores, atuadores e dispositivos de teste
7	Dispositivos de teste para PAC	Sensores, atuadores e dispositivos de teste
8	Funções e protótipos de medição da qualidade da energia - qualímetro	Dispositivos de proteção, automação e controle (PAC)
9	Sensores e atuadores para automação da rede de distribuição	Sensores, atuadores e dispositivos de teste
10	Funções complementares de IED	Dispositivos de proteção, automação e controle (PAC)

Fonte: Elaboração própria

7.9. Mobilidade elétrica

O objetivo geral da macrotemática mobilidade elétrica é planejar e preparar o setor de distribuição de energia elétrica brasileiro para a entrada de soluções de mobilidade elétrica. Inclui também a preparação e o planejamento a partir das modificações que ocorrerão no perfil de consumo de energia elétrica.

Para sua consecução, estão previstos objetivos de curto, médio e longo prazo, traduzidos nas seguintes metas regulatórias, tecnológicas e de inovação.



Tabela 154 - Metas Regulatórias, Tecnológicas e de Inovação: Macrotemática Mobilidade Elétrica

Metas	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo Prazo
Regulatória	Normalizar nacionalmente e traduzir normas já existentes no exterior, vinculando ao desenvolvimento de laboratórios e organismos para inspeção, certificação, validação e manutenção dos equipamentos.	Adequar os sistemas de medição de energia e das tarifas.	
Tecnológica	Preparar a rede elétrica para disseminação de veículos elétricos por meio do desenvolvimento de pilotos.	Desenvolver protótipos e pilotos de formas de carregamento de VE.	Desenvolver novas modalidades de carregamento e de reutilização de baterias por meio de um sistema inteligente e integrado.
Inovação	Introduzir a experimentação de produtos inovadores de VE.	Desenvolver soluções inovadoras do sistema de recarga.	

Fonte: Elaboração própria

A estratégia de CT&I que permitirá esses avanços pode ser sintetizada da seguinte forma: construção das bases regulatória e normativa para equipamentos advindos do sistema de carregamento e manutenção dos veículos elétricos. Com isso, espera-se que a adequação da regulação e da normatização facilite e suporte o desenvolvimento de ferramentas e técnicas de certificação, manutenção e validação. É necessário, portanto, criar ambiente regulatório nacional específico, estabelecer redes de pesquisa, parcerias e grupos de trabalho, bem como elaborar projetos demonstrativos e gerar competências nacionais em termos de recursos humanos e infraestrutura de CT&I. As ações de curto prazo vislumbram preparar a rede elétrica para disseminação de veículos elétricos por meio do desenvolvimento de pilotos. Introduzir a experimentação de produtos inovadores de veículos elétricos e trazer o arcabouço normativo necessário. As ações de médio prazo vislumbram a adequação do sistema de medição de energia e das tarifas a partir da adoção dos veículos elétricos e buscam desenvolver protótipos e pilotos de formas de carregamento para assim proporcionar soluções inovadoras do sistema de recarga. As ações de longo prazo têm a necessidade de inserção do consumidor, que se tornará também produtor no cenário. Além disso, as ações de longo prazo têm por objetivo tratar dos novos desafios trazidos pela adoção dos veículos elétricos com a necessidade de modalidades de carregamento e reutilização de baterias mediante um sistema inteligente e integrado.

**Tabela 155 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática
Mobilidade Elétrica (Curto Prazo) (continua)**

N.	Ações	Resultado Esperado	Categoria de Instrumentos
1	Mobilizar grupo de trabalho para estudos/avaliação/ definição de padrões técnicos, normatizações, regulações e regulamentações de conectores, modos de carregamento de veículos elétricos.	Desenvolvimento de normatização nacional e/ ou adaptação de normatização já existente no exterior, vinculado ao desenvolvimento de laboratórios e organismos para inspeção, certificação, validação e manutenção dos equipamentos para atingir a meta regulatória. Definição de requerimentos para a incorporação de pontos de recarga em novas construções destinadas ao uso público e privado, bem como a incorporação gradual deles nas estruturas existentes.	8. Redes de inovação 7. Políticas para apoio à colaboração
2	Gerar competências internas em recursos humanos em tecnologias de mobilidade elétrica.	Competência nacional para P&DI.	3. Políticas de formação e capacitação
3	Executar estudos, mapeamentos e inventários para desenvolvimento de tecnologia e metodologias, conceitos sobre veículos elétricos, perfil de consumo, infraestrutura de recarga e prevenção de impactos na rede elétrica.	Atendimento à introdução da mobilidade elétrica. Agrupamento e resgate de conhecimentos anteriores sobre veículos elétricos para estabelecimento de sinergias e de parcerias entre instituições, com vistas a preparar a rede elétrica à disseminação de veículos elétricos.	2. Apoio direto a P&D 8. Redes de inovação 5. Serviços técnicos e consultorias 7. Políticas para apoio à colaboração
4	Executar estudos, mapeamentos e inventários para desenvolvimento de tecnologia e metodologias, conceitos no desenvolvimento de soluções relacionadas à mobilidade elétrica.	Projetos com participação ativa das empresas com universidades e institutos de pesquisa no desenvolvimento de soluções relacionadas à mobilidade elétrica para atuação nas necessidades e na promoção de inovações proporcionadas pela introdução da mobilidade elétrica para atender a meta de inovação.	2. Apoio direto a P&D 7. Políticas para apoio à colaboração (U-E ou E-E)
5	Criar modelos/projetos demonstrativos/ projetos-piloto para desenvolvimento da tecnologia para infraestrutura de carregamento de veículos elétricos em empresas/condomínios.	Disseminação de soluções inovadoras para carregamento de veículos elétricos em ambiente privado para atender a meta de inovação.	4. Política para empreendedorismo e apoio a incubadoras 2. Apoio direto a P&D interna das firmas 7. Políticas para apoio à colaboração

Fonte: Elaboração própria



**Tabela 155 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática
Mobilidade Elétrica (Curto Prazo) (continuação)**

N.	Atividades de Fomento/ Indutoras e/ou Instrumentos	Organizações Financiadoras	Sugestões de Atores Envolvidos	Rotas Aplicáveis
1	Seminários/GT	P&D Aneel, Inmetro, Finep	Anfavea, ABNT, Inmetro, Aneel, Abradee, MDIC e distribuidoras atuariam como observadoras	1, 2, 3, 5
	Seminários/congressos/GT			
	Intercâmbios organizacionais			
2	Criação e reformulação de cursos	Capes, CNPq	MCTIC, MEC, Senai, Sesc, CNI, Capes/CNPq	1, 4, 5, 6
3	Apoio a projetos de PD&I	P&D Aneel, Finep, BNDDES, Embrapii	ABNT, MDIC, Inmetro, Aneel, Abradee	1, 2, 3, 4, 5, 6
	Programa de P&D da Aneel			
	Contratação de pesquisa por entidades públicas vinculadas ao sistema de inovação			
4	Bolsa de pesquisador em empresas (Capes, CNPq)	Programas de Inovação setoriais	Abradee, MDIC, MCTIC, Anfavea e com participações de montadoras	1, 2, 3, 4, 5, 6
	Editais conjuntos para projetos de inovação (Embrapii, Finep, FAP etc.)			
5	Programa de P&D da Aneel	BNDDES, Finep, Lei de Inovação, recursos privados	Abradee, indústria automobilística, Anfavea, MCidades	1, 2, 3
	Contratação de pesquisa por entidades públicas vinculadas ao sistema de inovação			
	Bolsa de pesquisador em empresas (Capes, CNPq)			
	Editais conjuntos para projetos de inovação (Embrapii, Finep, FAP etc.)			
	Programa de apoio a aceleradoras, incubadoras, parques tecnológicos e capital-anjo (BNDDES)			
	Editais conjuntos para cursos de gestão e de inovação			

**Tabela 156 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática
Mobilidade Elétrica (Médio Prazo) (continua)**

N.	Ações	Resultado Esperado	Categoria de Instrumentos
6	Criar modelos/ projetos demonstrativos/ projetos-piloto para desenvolvimento da tecnologia de recarga com carregamento por fio, carregamento inteligente e carregamento com retorno para a rede elétrica de veículos elétricos.	<p>Desenvolvimento de tecnologias para operacionalização de soluções de recarga e desenvolvimento.</p> <hr/> <p>Alavancagem do desenvolvimento inicial da infraestrutura de carregamento pública de veículos elétricos.</p> <hr/> <p>Disseminação de soluções e fornecimento de subsídios à regulação para carregamento de veículos elétricos com benefícios para os consumidores e prevenção de impacto na rede elétrica para atender a meta regulatória e tecnológica.</p> <hr/> <p>Disseminação de soluções e fornecimento de subsídios à regulação para carregamento de veículos elétricos com benefícios para os consumidores e prevenção de impacto na rede elétrica.</p>	4. Políticas para o empreendedorismo tecnológico e apoio a startups

Fonte: Elaboração própria



Tabela 156 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática
Mobilidade Elétrica (Médio Prazo) (continuação)

N.	Atividades de Fomento/ Indutoras e/ou Instrumentos	Organizações Financiadoras	Sugestões de Atores Envolvidos	Rotas Aplicáveis
6	Programa de apoio a aceleradoras, incubadoras, parques tecnológicos e capital-anjo (BNDES)	Programas de inovação setoriais	MDIC, MCTIC	1, 2, 3, 4, 5
	Programa de P&D da Aneel	BNDES, Finep, Lei de Inovação, recursos privados e P&D Aneel	Anfavea, poder público e setor privado, Abradee, Aneel	

Fonte: Elaboração própria

Tabela 157 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Mobilidade Elétrica (Longo Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado Esperado	Categoria de Instrumentos
7	Criar modelos/projetos demonstrativos/projetos-piloto para desenvolvimento da tecnologia de recarga com carregamento sem fio de veículos elétricos e de reaproveitamento das baterias dos veículos.	<p>Introdução de novas modalidades de carregamento que permitam elevar a comodidade e a autonomia dos veículos elétricos para atender a meta tecnológica.</p> <hr/> <p>Estudo de questões associadas à utilização das baterias dos veículos elétricos em aplicações de armazenamento de energia no setor elétrico para atender a meta tecnológica.</p>	2. Apoio direto a P&D

Fonte: Elaboração própria



Tabela 157 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática
Mobilidade Elétrica (Longo Prazo) (continuação)

N.	Atividades de Fomento/ Indutoras e/ou Instrumentos	Organizações Financiadoras	Sugestões de Atores Envolvidos	Rotas Aplicáveis
7	Programa de P&D da Aneel	BNDES, Finep, Lei de Inovação, recursos privados e P&D Aneel	Anfavea, poder público e setor privado, Abradee, Aneel	1, 3, 6
		P&D Aneel	MMA, Aneel, Anfavea e fabricantes de baterias/veículos	4

Fonte: Elaboração própria

A Tabela abaixo apresenta as rotas tecnológicas referenciadas na Tabela anterior.

Tabela 158 - Ordem de Prioridade dos Investimentos em P&D nas Rotas Tecnológicas Abordadas na Macrotemática Mobilidade Elétrica

Prioridade	Rota Tecnológica	Temática
1	Estratégias de prevenção de impactos na rede de distribuição	Inserção de veículos elétricos
2	Infraestrutura de recarga de veículos elétricos por fio	Integração de veículos elétricos à rede de distribuição
3	Novos modelos de negócios e suas implicações para o serviço de distribuição	Inserção de veículos elétricos
4	Reutilização de baterias em sistemas de armazenamento de energia	Inserção de veículos elétricos
5	Infraestrutura para transferência da carga de baterias para a rede de distribuição (V2G)	Integração de veículos elétricos à rede de distribuição
6	Infraestrutura para recarga de veículos elétricos sem fio	Integração de veículos elétricos à rede de distribuição

Fonte: Elaboração própria

7.10. Geração distribuída e microrredes

O objetivo geral da macrotemática geração distribuída e microrredes é fornecer ferramentas de análises e definir requisitos técnicos para os equipamentos. Também deve fornecer procedimentos de operação e controle de modo a melhor representar os benefícios, considerando a adoção em larga escala da geração distribuída e os cenários de difusão das tecnologias de geração distribuída.

Para sua consecução, estão previstos objetivos de curto, médio e longo prazo, traduzidos nas seguintes metas regulatórias, tecnológicas e de inovação.



**Tabela 159 - Metas Regulatórias, Tecnológicas e de Inovação:
Macrotemática Geração Distribuída e Microrredes**

Metas	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo Prazo
Regulatória	Produzir arcabouço normativo e de critérios para certificação de equipamentos de GD.	Adequar a formação de arcabouço regulatório que antecipe as necessidades trazidas pela elevada penetração de GD.	
Tecnológica	Desenvolver Ferramentas, metodologias e capacitação de pessoal para GD.	Desenvolver requisitos operativos da GD, inclusive ferramentas, métodos e critérios de certificação.	Promover o avanço de tecnologias computacionais e desenvolver requisitos operativos, metodologias, critérios de certificação de equipamentos para coordenação, gerenciamento e centralização da GD, MR e SA.
Inovação		Promover a cultura da inovação, da competitividade e da capacitação empresarial, fundamentadas na transferência de conhecimento e tecnologia.	

Fonte: Elaboração própria

A estratégia de CT&I que permitirá esses avanços pode ser sintetizada da seguinte forma: construção e aprimoramento das bases regulatória e normativa são essenciais para que o aumento da penetração de geração distribuída não tenha impacto negativo na rede elétrica. Com isso, espera-se que a adequação da regulação e da normatização facilite e suporte o desenvolvimento de ferramentas e técnicas de geração distribuída, armazenamento e microrredes. É necessário, portanto, criar ambiente regulatório nacional específico, estabelecer redes de pesquisa, parcerias e grupos de trabalho, bem como elaborar projetos demonstrativos e gerar competências nacionais em termos de recursos humanos e infraestrutura de CT&I. As ações de curto prazo fomentam justamente a criação de um arcabouço regulatório e normativo, com critérios para certificação de equipamentos de geração distribuída. As ações de médio prazo visam, primeiramente, anteceder as necessidades regulatórias trazidas pela elevada penetração de geração distribuída, desenvolver requisitos operativos da geração distribuída, inclusive ferramentas, métodos e critérios de certificação, e promover a cultura da inovação, da competitividade e da capacitação empresarial, fundamentadas na transferência de conhecimento e tecnologia. As ações de longo prazo têm caráter evolutivo das tecnologias desenvolvidas em curto e médio prazo e trazem a integração de geração distribuída, armazenamento e microrredes por meio do desenvolvimento de requisitos operativos, metodologias, critérios de certificação de equipamentos para a coordenação, gerenciamento e centralização destes.

Tabela 160 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Geração Distribuída e Microrredes (Curto Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado Esperado	Categoria de Instrumentos
1	Gerar competências internas em recursos humanos em GD	Competência nacional para P&DI em GD	3. Políticas de formação e capacitação <hr/> 8. Redes de inovação <hr/> 3. Políticas de formação e capacitação
2	Executar estudos, mapeamentos e inventários para desenvolvimento de tecnologia, metodologias e conceitos para desenvolvimento dos sistemas brasileiros de distribuição.	Desenvolvimento de ferramentas computacionais de análise de redes equipadas com GD, MR e AR e projetos de certificação, testes de inversores e sistema de GD.	2. Apoio direto a P&D <hr/> 7. Políticas para apoio à colaboração

Fonte: Elaboração própria



Tabela 160 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Geração Distribuída e Microrredes (Curto Prazo) (continuação)

N.	Atividades de fomento / indutoras e/ou Instrumentos	Organizações Financiadoras	Sugestões de atores envolvidos	Rotas Aplicáveis
1	Bolsas sanduíche para mestrado e doutorado			
	Bolsa de pós-doutorado e para pesquisadores internacionais			
2	Bolsas de pós-graduação (CNPq, Capes, FAP)	Capes, CNPq, FAP, MEC, universidades e parceria com a indústria	MEC, centros federais e estaduais de educação tecnológica	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
	Criação de disciplinas de pós-graduação e de graduação que discutam a inserção de GD no sistema elétrico por professores novos			
	Criação de diretrizes curriculares nacionais para a educação profissional técnica, em nível médio e em nível superior em GD (MEC)			
	Programa de P&D da Aneel			
	Contratação de pesquisa por entidades públicas vinculadas ao sistema de inovação	Aneel, empresas do setor, Finep, CNPq	Universidades e empresas do setor, Aneel, MME	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
	Editais conjuntos para projetos de inovação (Embrapii, Finep, FAP etc.)			

Fonte: Elaboração própria

Tabela 161 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Geração Distribuída e Microrredes (Médio Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado Esperado	Categoria de Instrumentos
3	Estimular a produção científica e o compartilhamento de conhecimentos relevantes em GD.	Redução da assimetria de informação e conhecimento, compartilhamento e difusão de práticas e experiências em GD com alunos, universidades e empresas	8. Redes de inovação 13. Difusão da informação e do conhecimento
4	Mobilizar grupo de trabalho para estudos/avaliação/definição de padrões técnicos, normatizações, regulações e regulamentações.	Mitigação da falta de definição e adequação das normas existentes Implementação de modelos de tarifação baseados em desempenho	7. Políticas para apoio à colaboração 9. Regulação/Normatização/Regulamentação 8. Redes de inovação
5	Criar e fortalecer atores capazes de difundir soluções tecnológicas no mercado.	Transferência de tecnologia dos centros de pesquisa para a cadeia produtiva para fomento de inovação e empreendedorismo no país	4. Políticas para o empreendedorismo tecnológico e apoio a startups
6	Executar estudos, mapeamentos e inventários para desenvolvimento de tecnologia e metodologias.	Aumento de laboratórios que prestam serviço para as empresas do setor, principalmente para execução de ensaios e certificação de equipamentos	15. Infraestrutura de CT
7	Estimular a produção científica e o compartilhamento de conhecimentos relevantes, transferindo tecnologia dos centros de pesquisa para a cadeia produtiva.	Promoção da cultura da inovação, da competitividade e da capacitação empresarial, fundamentadas na transferência de conhecimento e tecnologia.	7. Políticas para apoio à colaboração

Fonte: Elaboração própria



Tabela 161 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Geração Distribuída e Microrredes (Médio Prazo) (continuação)

N.	Atividades de fomento / indutoras e/ou Instrumentos	Organizações Financiadoras	Sugestões de atores envolvidos	Rotas Aplicáveis
3	Seminários/congressos/GT	Abradee, Capes, P&D Aneel, CNPq, Finep, FAP, empresas do setor etc.	Empresas de energia, universidades e centros de pesquisa, Aneel	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
	Intercâmbios organizacionais			
	Editais de pesquisa conjunta			
4	Seminários/GT	Aneel, empresas do setor e ABNT	Aneel, empresas do setor, universidades e ABNT, Inmetro, ICT	8
	Editais de pesquisa conjunta com criação de grupos de trabalho com ABNT e Inmetro			
	Intercâmbios organizacionais			
5	Seminários/congressos/consultas públicas	P&D Aneel, Abradee	Universidades, Aneel e centros de pesquisa	
6	Programas de fomento a startup, novas empresas ou negócios para desenvolvimento de tecnologia nacional	CNPq, Finep, FAP, P&D Aneel, BNDES	Universidades, Aneel, ICT	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
7	Chamadas públicas para o financiamento da criação/expansão de laboratórios de testes	CNPq, Finep, FAP, P&D Aneel	MDIC, Inmetro, ICT, MCTIC	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
	P&D Aneel	Finep e FAP	Universidades e empresas de energia	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

Fonte: Elaboração própria

Tabela 162 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Geração Distribuída e Microrredes (Longo Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado Esperado	Categoria de Instrumentos
8	Executar estudos, mapeamentos e inventários para desenvolvimento de tecnologia, metodologias e conceitos para desenvolvimento dos sistemas brasileiros de distribuição.	Desenvolvimento de sistema de controle, gerenciamento e centralização das redes de GD, MR e SA por meio de ferramentas computacionais, requisitos operativos.	2. Apoio direto a P&D 7. Políticas para apoio à colaboração
9	Executar estudos, mapeamentos e inventários para desenvolvimento de critérios de certificação.	Desenvolvimento de critérios para certificação de equipamentos de GD, MR e SA em relação à distorção harmônica.	15. Infraestrutura de CT

Fonte: Elaboração própria



Tabela 162 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Geração Distribuída e Microrredes (Longo Prazo) (continuação)

N.	Atividades de fomento / indutoras e/ou Instrumentos	Organizações Financiadoras	Sugestões de atores envolvidos	Rotas Aplicáveis
8	Programa de P&D da Aneel <hr/> Contratação de pesquisa por entidades públicas vinculadas ao sistema de inovação <hr/> Editais conjuntos para projetos de inovação (Embrapii, Finep, FAP etc.)	Aneel, empresas do setor, Finep, CNPq	Universidades e empresas do setor, Aneel, MME	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
9	Chamadas públicas para o financiamento da criação/expansão de laboratórios de testes	CNPq, Finep, FAP, P&D Aneel	MDIC, Inmetro, ICT, MCTIC	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8

Fonte: Elaboração própria

A Tabela abaixo apresenta as rotas tecnológicas referenciadas na Tabela anterior.

Tabela 163 - Ordem de Prioridade dos Investimentos em P&D nas Rotas Tecnológicas Abordadas na Macrotemática Geração Distribuída e Microrredes

Prioridade	Rota Tecnológica	Temática
1	Identificação dos impactos técnicos e externalidades associadas ao aumento da penetração da geração distribuída	Geração distribuída no sistema de distribuição
2	Desenvolvimento de ferramentas de análise de rede e modelagem de geradores distribuídos	Geração distribuída no sistema de distribuição
3	Desenvolvimento e aprimoramento das técnicas de controle da geração distribuída	Geração distribuída no sistema de distribuição
4	Desenvolvimento de metodologias de operação de microrredes nos modos conectado e ilhado	Operação de microrredes
5	Desenvolvimento de procedimentos de interconexão	Operação de microrredes
6	Desenvolvimento de técnicas de controle para integração de sistemas de armazenamento	Armazenamento de energia para integração de GD
7	Desenvolvimento de ferramentas de análise de rede e modelagem de sistemas de armazenamento	Armazenamento de energia para integração de GD
8	Desenvolvimento de requisitos de normatização, regulamentação e certificação para geração distribuída, microrredes e armazenamento	Normatização para geração distribuída e microrredes

Fonte: Elaboração própria

7.11. Redes de distribuição aéreas e subterrâneas

O objetivo geral da macrotemática redes de distribuição aéreas e subterrâneas é desenvolver produtos, ferramentas, sistemas e processos que ensejem redução contínua dos custos praticados nas diversas fases da cadeia produtiva de uma distribuidora, as quais incluem planejamento, gestão, projeto, construção, desempenho da rede, confiabilidade das redes focada em taxas de falhas e descarte.

Para sua consecução, estão previstos objetivos de curto, médio e longo prazo, traduzidos nas seguintes metas regulatórias, tecnológicas e de inovação.



Tabela 164 - Metas Regulatórias, Tecnológicas e de Inovação: Macrotemática Redes de Distribuição Aéreas e Subterrâneas (continuação)

Metas	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo Prazo
Regulatória	Reavaliar a tramitação de processos e a priorização de projetos para melhor desenvolvimento do setor.	Alterar a legislação sobre elaboração e manutenção cadastral.	Estabelecer mecanismos de desoneração e fornecer subsídios para os possíveis consumidores e produtores de GD.
Tecnológica	Implantar tecnologias na área de cadastramento dos espaços físicos disponibilizados e gestão dos ativos compartilhados.	Estabelecer infraestrutura para PD&I com vistas ao desenvolvimento de requisitos necessários para o desenvolvimento das redes de distribuição aéreas e subterrâneas.	
Inovação	Desenvolver estrutura para promoção da cultura de inovação, da competitividade e da capacitação empresarial, fundamentadas na transferência de conhecimento e de tecnologia, bem como fomentar a mudança de cultura na sociedade brasileira para mitigação de perdas por fraudes.		Desenvolver P&D sobre novas formas de transporte de energia.

Fonte: Elaboração própria

A estratégia de CT&I que permitirá esses avanços pode ser sintetizada da seguinte forma: devido ao caráter inteiramente interdependente dessa macrotemática, ela inclui objetivos e ações de outras macrotemáticas. Assim, também necessita da construção das bases regulatória, normativa, recursos humanos e de infraestrutura para P&D a fim de atingir o desenvolvimento da confiabilidade da rede, o aumento da eficiência operacional da rede, a melhora da qualidade para o consumidor e o aumento da variedade dos serviços providos. As ações de curto prazo fomentam justamente a criação de um arcabouço regulatório e normativo, a reavaliação da tramitação de processos e a priorização de projetos para melhor desenvolvimento do setor. Visam ao desenvolvimento de tecnologias na área de cadastramento dos espaços físicos disponibilizados e gestão dos ativos compartilhados e objetivam desenvolver estrutura para promoção da cultura de inovação, da competitividade e da capacitação empresarial, fundamentados na transferência de conhecimento e de tecnologia, bem como fomentar a mudança de cultura na sociedade brasileira para mitigação de perdas por fraudes. As ações de médio prazo estimulam a formação de ambiente científico adequado para a geração de competências e difusão do conhecimento, as quais se manterão ao longo de toda a agenda de CT&I. As ações de longo prazo buscam adaptar a regulação, fomentar estímulos aos novos prossumidores e atender as novas necessidades trazidas como desafios para soluções de transporte de energia.

Tabela 165 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Redes de Distribuição Aéreas e Subterrâneas (Curto Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado Esperado	Categoria de Instrumentos
1	Mobilizar grupo de trabalho para estudos/avaliação/definição de padrões técnicos, normatizações, regulações e regulamentações e reavaliação de prioridades de projetos.	Articulação com empresas e poder público para a reavaliação de tramitação de processos e de priorização de projetos.	8. Redes de inovação
2	Executar estudos, mapeamentos e desenvolver tecnologias de cadastramento dos espaços físicos disponibilizados e gestão dos ativos compartilhados.	Desenvolvimento de técnicas de cadastramento sistêmico dos espaços físicos disponibilizados nos postes e modelo de cálculo dos valores de custos por poste e por ponto. Compartilhamento de Infraestrutura com as operadoras de comunicação e com prefeituras.	2. Apoio direto a P&D 7. Políticas para apoio à colaboração
3	Gerar competências internas em recursos humanos.	Estímulo a investimentos das empresas para criar ambientes de pesquisas mais produtivos e competitivos em universidades e centros de pesquisas. Mestrados e doutorados profissionalizantes da área mais atrativos para profissionais das empresas e mais produtivos para as universidades.	7. Políticas para apoio à colaboração (U-E ou E-E) 3. Políticas de formação e capacitação
4	Criar e fortalecer atores capazes de difundir soluções tecnológicas no mercado.	Promoção da cultura de inovação, da competitividade e da capacitação empresarial, fundamentadas na transferência de conhecimento e de tecnologia.	4. Políticas para o empreendedorismo tecnológico e apoio a startups
5	Mobilizar grupo de trabalho para estudos/avaliação e fomento de ações de mudanças comportamentais de conscientização dos profissionais das empresas e da população consumidora, visando evitar e ou minimizar as ações relacionadas a furtos e fraudes de energia elétrica.	Redução de perdas não técnicas para a promoção de mudanças culturais nos profissionais das distribuidoras e nos consumidores.	13. Difusão da informação e do conhecimento

Fonte: Elaboração própria



Tabela 165 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Redes de Distribuição Aéreas e Subterrâneas (Curto Prazo) (continuação)

N.	Atividades de Fomento/ Indutoras e/ou Instrumentos	Organizações Financiadoras	Sugestões de Atores Envolvidos	Rotas Aplicáveis
1	Seminários/congressos/GT			
2	Intercâmbios organizacionais Editais de pesquisa conjunta	MME	MME, empresas do setor	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14
3	Contratação de pesquisa por entidades públicas vinculadas ao sistema de inovação Editais de pesquisa conjunta	Aneel e distribuidoras	Aneel e distribuidoras	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11
4	Intercâmbios organizacionais			
5	Estimular financiamentos das empresas junto aos órgãos responsáveis para fomento em universidades e centros de pesquisa Bolsas de pós-graduação (CNPq, Capes, FAP)	P&D Aneel, CNPq, Capes	Aneel, MME, MEC	1, 2, 3, 4, 9, 10, 11, 12, 13
	Programa Nacional de Apoio às Incubadoras e Parques Tecnológicos via editais da Aneel	Editais da Aneel, fundos setoriais, governos estaduais e municipais	Aneel	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14
	Seminários/congressos/GT	Aneel, Finep e BNDES	Aneel	4, 5, 6, 7

Fonte: Elaboração própria

Tabela 166 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Redes de Distribuição Aéreas e Subterrâneas (Médio Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado Esperado	Categoria de Instrumentos
6	Estabelecer redes colaborativas de estudos para coordenação de pesquisas e desenvolvimentos tecnológicos em RD.	Maior divulgação, oportunidade para participação de todo o mercado da área de pesquisa, visando montar redes colaborativas que deverão conter empresas, laboratórios, universidades e centros de pesquisas nacionais e internacionais.	8. Redes de inovação
7	Gerar competências internas em recursos humanos.	Elaboração de currículo mínimo que atenda as expectativas do mercado. Ressalte-se que possa haver universidades mais especializadas em assuntos específicos. Criação de vagas nas instituições de nível superior existentes para atendimento às solicitações do mercado, incluindo a criação ou ampliação de laboratórios pertinentes.	8. Redes de inovação 3. Políticas de formação e capacitação 3. Políticas de formação e capacitação
8	Executar estudos, mapeamentos e inventários para desenvolvimento de tecnologia, metodologias e conceitos.	Identificação e trabalho com instituições que apresentem condições propícias para as transformações necessárias às solicitações do mercado.	2. Apoio direto a P&D interna
9	Executar estudos, mapeamentos e inventários para desenvolvimento de metodologias de teste.	Incentivo às empresas Internacionais fornecedoras de produtos e serviços para o setor elétrico a montarem laboratórios de pesquisas e para ensaios e testes no Brasil.	15. Infraestrutura de CT
10	Mobilizar grupo de trabalho para estudos e alteração de normas.	Alteração na legislação sobre elaboração e manutenção cadastral para a elaboração de bancos de dados com todas as informações cadastrais e históricos, visando reduzir custos e agilizar processos em todas as áreas da distribuição.	8. Redes de inovação 7. Políticas para apoio à colaboração

Fonte: Elaboração própria



Tabela 166 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Redes de Distribuição Aéreas e Subterrâneas (Médio Prazo) (continuação)

N.	Atividades de Fomento/ Indutoras e/ou Instrumentos	Organizações Financiadoras	Sugestões de Atores Envolvidos	Rotas Aplicáveis
6	Seminários/congressos/GT	P&D Aneel, CNPq	Empresas de energia, universidades e centros de pesquisa	1, 3, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14
	Intercâmbios organizacionais			
7	Editais de pesquisa conjunta			
	Seminários/congressos/GT			
8	Criação de diretrizes curriculares nacionais para os cursos de graduação (MEC)	Empresas do setor, P&D Aneel, MME e MEC	Universidades, empresas do setor, MME e MEC	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14
9	Criação e reformulação de cursos	Ministérios, como Ciências, Indústria, Energia e outros	Ministérios, como Ciências, Indústria, Energia e outros	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14
	Estímulo ao financiamento junto a órgãos, agências e instituições			
10	Linha de financiamento do BNDES e demais bancos comerciais para a compra de determinadas tecnologias, agências de fomento estaduais, Finep (InovaCred, Tecnova)	MME, MEC, MCTIC, Finep	MME, MEC e MCTIC	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14
	Seminários/GT	Aneel e Finep	Aneel	1, 2, 3, 4, 5, 6
	Seminários/congressos/GT			
	Intercâmbios organizacionais			

Fonte: Elaboração própria

Tabela 167 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Redes de Distribuição Aéreas e Subterrâneas (Longo Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado Esperado	Categoria de Instrumentos
11	Estabelecer redes colaborativas de estudos para estabelecimento de mecanismos de desoneração.	Articulação e envolvimento em todas as avaliações e discussões de avanços do setor do ministério e proposição de soluções para a sociedade e para os poderes Executivos e Legislativo.	8. Redes de inovação
12	Gerar demanda para implantação de geração distribuída.	Fornecimento de subsídios a consumidores interessados em implementar geração distribuída (eólicas ou fotovoltaicas) em suas residências, cooperativas ou condomínios.	9. Regulação/Normatização/Regulamentação
13	Executar estudos, mapeamentos e inventários para desenvolvimento de tecnologia, metodologias e conceitos sobre novas formas de transportar a energia elétrica na distribuição.	Desenvolvimento de estudos e técnicas para transporte de energia por meio de novos padrões de condutores, supercondutores, wireless etc.	2. Apoio direto a P&D 7. Políticas para apoio à colaboração

Fonte: Elaboração própria



Tabela 167 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Redes de Distribuição Aéreas e Subterrâneas (Longo Prazo) (continuação)

N.	Atividades de Fomento/ Indutoras e/ou Instrumentos	Organizações Financiadoras	Sugestões de Atores Envolvidos	Rotas Aplicáveis
11	Seminários/congressos/GT Intercâmbios organizacionais Editais de pesquisa conjunta	MME	MME e empresas do setor	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14
12	Desoneração fiscal e de encargos para fontes alternativas de energia	MME	MME e empresas do setor	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
13	Programa de P&D da Aneel Contratação de pesquisa por entidades públicas vinculadas ao sistema de inovação Bolsa de pesquisador em empresas (Capes, CNPq) Editais conjuntos para projetos de inovação (Embrapii, Finep, FAP etc.)	Aneel, Finep e BNDES	Aneel, MME, MEC, MCTIC, Finep	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14

Fonte: Elaboração própria

A Tabela abaixo apresenta as rotas tecnológicas referenciadas na Tabela anterior.

Tabela 168 - Ordem de Prioridade dos Investimentos em P&D nas Rotas Tecnológicas Abordadas na Macrotemática Redes de Distribuição Aéreas e Subterrâneas

Prioridade	Rota Tecnológica	Temática
1	Metodologias e técnicas de planejamento e expansão de redes de distribuição	Redes de distribuição
2	Técnicas de projeto para novos arranjos e compactação de rede	Redes de distribuição
3	Novas metodologias e técnicas de planejamento e expansão de redes de distribuição, considerando novos conceitos de rede	Redes de distribuição
4	Engenharia de desenvolvimento para equipamentos (redes aéreas)	Redes de distribuição aéreas
5	Perdas não técnicas por furtos e fraudes	Recuperação de energia
6	Engenharia de desenvolvimento de normas e padrões de rede (redes aéreas)	Redes de distribuição aéreas
7	Novos conceitos de transporte de energia (CC, sem fio, condutores não convencionais)	Redes de distribuição
8	Engenharia de desenvolvimento de normas e padrões de rede (redes subterrâneas)	Redes de distribuição subterrâneas
9	Engenharia de desenvolvimento para equipamentos (redes subterrâneas)	Redes de distribuição subterrâneas
10	Perdas técnicas e eficiência energética	Recuperação de energia
11	Otimização de técnicas e processos de construção (redes aéreas)	Redes de distribuição aéreas
12	Perdas não técnicas por técnicas de gestão de processos administrativos e financeiros	Recuperação de energia
13	Otimização de técnicas e processos de construção (redes subterrâneas)	Redes de distribuição subterrâneas
14	Perdas não técnicas por ações comportamentais	Recuperação de energia

Fonte: Elaboração própria



7.12. Qualidade da energia elétrica

O objetivo geral da macrotemática qualidade da energia elétrica é aprimorar os mecanismos de gestão e controle do ponto de vista técnico e econômico, possibilitando a definição clara do ponto de equilíbrio entre a qualidade esperada pelos consumidores e a qualidade oferecida pelas distribuidoras.

Para sua consecução, estão previstos objetivos de curto, médio e longo prazo, traduzidos nas seguintes metas regulatórias, tecnológicas e de inovação.

Tabela 169 - Metas Regulatórias, Tecnológicas e de Inovação:
Macrotemática Qualidade da Energia Elétrica

Metas	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo Prazo
Regulatória	Aprimorar a regulação, criar padrões de qualidade e incorporar o conceito de inovação incremental.	Desenvolver diretrizes, métricas e requisitos para segurança da informação, para iluminação inteligente, perdas de conexão do consumidor e qualidade do serviço e de produto.	Modelos de regulação dinâmica e adaptável a novos ambientes de negócio
Tecnológica	Promover infraestrutura de pesquisa para geração de ferramentas, metodologias e capacitação de pessoal para QE e desenvolver novos produtos ou serviços com tecnologia nacional ou nacionalizada para o tema de qualidade de energia e relacionamento com o cliente.	Desenvolver infraestrutura, equipamentos e técnicas para confiabilidade da rede e reduzir inadimplência.	Prover confiabilidade do sistema por meio de equipamentos e sistemas que monitoram e controlam em tempo real todos os aspectos da rede, se autoconfigurando com sistemas de controle automatizados avançados.
Inovação		Desenvolver e inserir mídias de acesso interface para o prosumidor e o consumidor.	Desenvolver instrumentos de capacitação com realidade virtual e de inteligência artificial e análise avançada.

Fonte: Elaboração própria

A estratégia de CT&I que permitirá esses avanços pode ser sintetizada da seguinte forma: as ações de curto prazo fomentam a construção e o aprimoramento das bases regulatória e normativa com desenvolvimento de padrões de qualidade e destaque para incorporação do conceito de inovação incremental. Além disso, é necessária a formação de infraestrutura de pesquisa e competências de recursos humanos para geração de ferramentas, metodologias e capacitação de pessoal com foco no desenvolvimento da qualidade da energia. As ações de médio prazo visam, primeiramente,

desenvolver arcabouço regulatório com diretrizes, métricas, requisitos e segurança da informação, para iluminação inteligente, perdas de conexão do consumidor e qualidade do serviço e de produto com o desenvolvimento, por exemplo, de novos canais de relacionamento com o cliente. Também são necessárias ações para desenvolvimento de infraestrutura, equipamentos e técnicas para confiabilidade da rede e redução de inadimplência via geração de competências em recursos e infraestrutura. As ações de longo prazo visam prover a confiabilidade do sistema por meio de equipamentos e sistemas que monitoram e controlam em tempo real todos os aspectos da rede com instrumentos de realidade virtual e de inteligência artificial e análise avançada. Para isso, são necessárias ações de dinamização da regulação dinâmica, adaptando-as às novas tecnologias.



Tabela 170 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotêmica Qualidade da Energia Elétrica (Curto Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado Esperado	Categoria de Instrumentos
1	Gerar competências internas em recursos humanos e infraestrutura.	<p>Cursos de pós-graduação em nível de especialização, mestrado e doutorado, além da incorporação do tema em cursos técnicos profissionalizantes e criação de técnicos especializados no tema, principalmente na qualidade do produto.</p> <p>Incentivo ao intercâmbio de conhecimentos entre experiências no exterior, não somente entre entidades acadêmicas, mas também entre indústrias provedoras de tecnologia.</p> <p>Criação de redes colaborativas sobre o tema, fomentando linhas de pesquisa estruturantes para avaliações econômicas da qualidade do serviço, produto e relacionamento comercial.</p> <p>Criação e/ou ampliação/recapitação de laboratórios existentes de modo a incorporar a temática de qualidade associada a redes inteligentes e geração distribuída.</p> <p>Fomento a laboratórios que tratem de testes de componentes e verificação de interoperabilidade de sistemas.</p>	<p>3. Políticas de formação e capacitação</p> <p>7. Políticas para apoio à colaboração</p> <p>15. Infraestrutura de CT&I</p>
2	Estimular a produção científica e o compartilhamento de conhecimentos.	Criação de uma base de conhecimento para disseminação de resultados de projetos de P&D ligados a pesquisas do setor elétrico e em especial à temática de qualidade.	3. Difusão da informação e do conhecimento
3	Executar estudos, mapeamentos e inventários para desenvolvimento de tecnologia e metodologias.	Criação de rede certificadora de equipamentos que atendam requisitos de qualidade do produto, reduzindo a emissividade e aumentando a suportabilidade do parque de equipamentos nacional.	8. Redes de inovação
4	Melhora do processo de obtenção de patentes de produtos desenvolvidos.	<p>Incentivo a projetos demonstrativos de novas tecnologias que possam contribuir com a melhoria da qualidade, envolvendo hardware e software, com publicação de resultados.</p> <p>Realização de provas de conceito envolvendo qualidade da energia no cenário com expressiva GD, armazenamento e REI.</p>	2. Apoio direto a P&D interna
5	Mobilizar grupo de trabalho para estudos/avaliação/definição de padrões técnicos, normatizações, regulações e regulamentações.	Incorporação do conceito de inovação incremental (nova utilização de um conceito existente) aos instrumentos de financiamento, em especial o P&D Aneel, reduzindo incertezas sobre o critério de originalidade, em caráter minoritário.	9. Regulação/normatização/regulamentação
6	Criar e fortalecer atores capazes de difundir soluções tecnológicas no mercado.	Incentivo à inserção no mercado dos resultados de pesquisa por meio de fundos públicos de pesquisa e incentivo a fundos privados para parcerias entre entidades acadêmicas e setor produtivo.	<p>14. Financiamento público para inovação</p> <p>8. Redes de inovação</p>
7	Criar modelos/projetos demonstrativos/projetos-piloto para desenvolvimento da tecnologia.	Apoio à inserção de tecnologias novas no mercado.	<p>1. Incentivos fiscais para P&D</p> <p>2. Apoio direto a P&D interna das firmas</p> <p>7. Políticas para apoio à colaboração</p> <p>15. Infraestrutura de CT&I</p>
8	Criar modelos/projetos demonstrativos/projetos-piloto para desenvolvimento da tecnologia do tema qualidade de energia e relacionamento com o cliente.	Fomento de arranjos produtivos para introdução de novos produtos ou serviços com tecnologia nacional ou nacionalizada para o tema de qualidade de energia e relacionamento com o cliente.	14. Financiamento público para inovação

Fonte: Elaboração própria



Tabela 170 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Qualidade da Energia Elétrica (Curto Prazo) (continuação)

N.	Atividades de Fomento/ Indutoras e/ou Instrumentos	Organizações Financiadoras	Sugestões de Atores Envolvidos	Rotas Aplicáveis
1	Criação de cursos de graduação e pós-graduação			
	Criação de cursos técnicos e profissionalizantes	Capes, CNPq, FAP, MEC, universidades e parceria com a indústria	MEC, centros federais e estaduais de educação tecnológica	
	Editais para projetos de inovação, financiamento e patrocínio para congressos, seminários e eventos			2, 3, 4, 5, 9
	Investimentos em laboratórios e equipamentos	MME, MEC, MCTIC, Finep	MME, MEC, MCTIC	
2	Criação e fomento a periódicos para difusão do conhecimento	P&D Aneel, CNPq	Empresas de energia, universidades e centros de pesquisa	2, 3, 4, 5, 8, 9
	Intercâmbios organizacionais, redes acadêmicas, consórcios, congressos, workshop			
	Editais para projetos cooperados	Ministérios, como Ciências, Indústria, Energia e outros	Ministérios, como Ciências, Indústria, Energia e outros	
	Desenvolvimento demonstrativo e piloto de soluções tecnológicas			3, 4, 5, 9
	Lançamento de editais vinculados à pesquisa com apoio a projetos de PD&I	Aneel, Finep e BNDES	Aneel, MME, MEC, MCTIC, Finep	
	Estudos sobre regulação, normatização e regulamentação	Aneel, empresas do setor e ABNT	Aneel, empresas do setor, universidades e ABNT, Inmetro, ICT	2
	Editais para projetos de inovação cooperados	CNPq, Finep, FAP, P&D Aneel, BNDES	Universidades, Aneel, ICT, empresas do setor	3, 4, 5, 9
	Apoio a projetos de PD&I			
	Apoio a projetos de PD&I	P&D Aneel, Finep, FAP, Embrapii	Aneel, ministérios, ONS, EPE, ICT, empresas, associações	3, 4, 5, 9
	Chamadas públicas	BNDES, Finep	Aneel, MME, MEC, MCTIC, Finep	2, 3, 4, 5, 7, 8, 9

Fonte: Elaboração própria

Tabela 171 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Qualidade da Energia Elétrica (Médio Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado Esperado	Categoria de Instrumentos
9	Gerar competências internas em recursos humanos e infraestrutura.	<p>Incorporação de aspectos de pesquisa com modelagem de grandes massas de dados e instrumentos de análise avançados.</p> <hr/> <p>Incremento de infraestrutura laboratorial para teste e certificação de equipamentos de qualidade, trabalhando em ambientes de redes inteligentes.</p>	15. Infraestrutura de CT&I
10	Criar e fortalecer atores capazes de difundir soluções tecnológicas no mercado.	<p>Interação entre entidades de pesquisa e o setor industrial e de serviços, com novas formas de cooperação, inclusive em redes internacionais.</p> <hr/> <p>Formação de cadeia produtiva nacional de equipamentos de medição e mitigação de perdas.</p>	<p>14. Financiamento público para inovação</p> <hr/> <p>7. Políticas para apoio à colaboração</p> <hr/> <p>4. Política para empreendedorismo e apoio a incubadoras</p>
11	Mobilizar grupo de trabalho para estudos/avaliação/definição de padrões técnicos, normatizações, regulações e regulamentações.	<p>Novos modelos regulatórios de incentivo à melhoria da qualidade do produto.</p> <hr/> <p>Mecanismos regulatórios, procedimentos e processos para uso de dados de consumidores e de eventos e informações do sistema elétrico.</p> <hr/> <p>Definição de responsabilidades do cliente sobre a qualidade técnica da energia da rede.</p>	9. Regulação/Normatização/Regulamentação
12	Criar projetos-piloto para desenvolvimento de mídias de interface para o prossumidor e o consumidor.	Criação, desenvolvimento e inserção de novos canais de relacionamento com o cliente.	<p>13. Difusão da informação e do conhecimento</p> <hr/> <p>8. Redes de inovação</p> <hr/> <p>2. Apoio direto a P&D</p> <hr/> <p>4. Política para empreendedorismo e apoio a incubadoras</p>

Fonte: Elaboração própria



Tabela 171 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Qualidade da Energia Elétrica (Médio Prazo) (continuação)

N.	Atividades de Fomento/ Indutoras e/ou Instrumentos	Organizações Financiadoras	Sugestões de Atores Envolvidos	Rotas Aplicáveis
9	Investimentos em laboratórios e equipamentos	MME, MEC, MCTIC, Finep	MME, MEC, MCTIC	1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
10	Fomento a linhas/mecanismos de financiamento para projetos e/ou empresas	Finep, FAP, BNDES	MDIC, ABDI, CNI, associações	1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
	Editais para projetos de inovação cooperados			
11	Estudos sobre regulação, normatização e regulamentação	Finep, fundos internacionais, FAP	ABNT, Inmetro, EPE, ONS, Aneel, associações	2, 7, 8
12	Plataformas colaborativas			
	Hackathons/seminários/GT			
	Editais de pesquisa e desenvolvimento	Empresas, Finep, CNPq, Capes, Sistema S	Empresas, Finep, CNPq, Capes, Sistema S	1, 3, 7, 8, 9
	Programa de apoio a aceleradoras, incubadoras e capital-anjo (BNDES)			

Fonte: Elaboração própria

Tabela 172 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Qualidade da Energia Elétrica (Longo Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado Esperado	Categoria de Instrumentos
13	Mobilizar grupo de trabalho para estudos/avaliação/definição de padrões técnicos, normatizações, regulações e regulamentações.	Desenvolvimento de modelos de regulação dinâmica e adaptável a novos ambientes de negócio.	9. Regulação/Normatização/Regulamentação
14	Gerar competências internas em recursos humanos e infraestrutura.	Desenvolvimento de recursos de capacitação mediante realidade virtual e aumentada. Capacitação laboratorial em redes inteligentes de 2ª geração, incorporando aspectos de qualidade do serviço e produto.	3. Políticas de formação e capacitação 15. Infraestrutura de CT&I
15	Executar estudos, mapeamentos e inventários para desenvolvimento de tecnologia, metodologias e conceitos.	Desenvolvimento de grupos de pesquisa para uso de inteligência artificial e análise avançada aplicado ao setor elétrico e qualidade da energia num ambiente dinâmico. Incentivo a parcerias para transferência tecnológica nacional entre centros de pesquisa, universidades e empresas, e internacional, com nacionalização de tecnologias.	2. Apoio direto a P&D interna 7. Políticas para apoio à colaboração
16	Criar e fortalecer atores capazes de difundir soluções tecnológicas no mercado.	Medidas de fortalecimento de empresas nacionais de automação, controle e análise de dados com inteligência artificial.	14. Financiamento público para inovação

Fonte: Elaboração própria


Tabela 172 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotêmica Qualidade da Energia Elétrica (Longo Prazo) (continuação)

N.	Atividades de Fomento/ Indutoras e/ou Instrumentos	Organizações Financiadoras	Sugestões de Atores Envolvidos	Rotas Aplicáveis
13	Estudos sobre regulação, normatização e regulamentação	Finep, fundos internacionais, FAP	ABNT, Inmetro, EPE, ONS, Aneel, associações	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
14	Linha de financiamento do BNDES e demais bancos comerciais para a compra de determinadas tecnologias, agências de fomento estaduais, Finep (InovaCred, Tecnova) Investimentos em laboratórios e equipamentos	MME, MEC, MCTIC, Finep	MME, MEC, MCTIC	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
15	Apoio a projetos de PD&I Editais para projetos de inovação cooperados	Programa P&D Aneel, Finep, FAP, Capes, CNPq	Aneel, ministérios, ONS, EPE, ICT, empresas, associações	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
16	Fomento a linhas/mecanismos de financiamento para projetos e/ou empresas	Finep, FAP, BNDES	MDIC, ABDI, CNI, associações	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9

Fonte: Elaboração própria

A Tabela abaixo apresenta as rotas tecnológicas referenciadas na Tabela anterior.

Tabela 173 - Ordem de Prioridade dos Investimentos em P&D nas Rotas Tecnológicas Abordadas na Macrotemática Qualidade da Energia Elétrica

Prioridade	Rota Tecnológica	Temática
1	Planejamento e gestão da confiabilidade	Qualidade do serviço
2	Modelos econômicos e regulatórios da qualidade	Qualidade do serviço
3	Tecnologias, equipamentos e sistemas para melhoria de confiabilidade	Qualidade do serviço
4	Caracterização de fenômenos da qualidade do produto	Qualidade do produto
5	Mitigação de fenômenos de qualidade do produto	Qualidade do produto
6	Inadimplência	Qualidade comercial e relacionamento com o cliente
7	Relacionamento com o cliente e engajamento	Qualidade comercial e relacionamento com o cliente
8	Qualidade comercial e satisfação do consumidor	Qualidade comercial e relacionamento com o cliente
9	Medição e análise dos fenômenos de qualidade do produto	Qualidade do produto

Fonte: Elaboração própria



Capítulo 8



Capítulo 8

Agenda Estratégica de CT&I do Grupo Temático Eficiência Energética

8.1. Sistemas de iluminação eficientes

O objetivo geral da macrotemática é viabilizar a introdução de novas tecnologias para produtos e componentes em sistemas de iluminação e promover novas concepções de projetos que tenham como foco o bem-estar do usuário e seus padrões de comportamento.

A iluminação responde, em média, por 20% do consumo final de energia elétrica no Brasil, com presença em todos os segmentos de consumo final da sociedade (indústria, residências, comércio, gestão pública, meio rural e outros). Além da sua importância como uso final de eletricidade, a iluminação constitui uma cadeia produtiva ligada à fabricação de luminárias, envolvendo 625 unidades fabris distribuídas em 21 estados, 10.226 trabalhadores e uma massa salarial anual de R\$ 249 milhões.

O surgimento de novos paradigmas tecnológicos no setor, baseados em LED e, em grau mais incipiente, em OLED, lança desafios para a modernização da cadeia produtiva, ao mesmo tempo em que abre caminhos para novas soluções de iluminação, que proporcionem maior ou igual índice lumnotécnico com menor gasto de energia elétrica e menores impactos ambientais ao longo do ciclo de vida de sistemas e componentes.

Os grandes desafios tecnológicos colocados nesses novos paradigmas são: incorporação de parâmetros de bem-estar e produtividade do usuário em projetos de iluminação; implantação de sistemas de iluminação inteligentes, envolvendo uso de interfaces de medição, avaliação, automação, controle e integração da iluminação com outros serviços; e adaptação da cadeia produtiva nacional a novas normas e padrões técnicos internacionalmente estabelecidos.

Para a consecução do objetivo geral, estão previstos objetivos de curto, médio e longo prazo, traduzidos nas seguintes metas regulatórias, tecnológicas e de inovação.

**Tabela 174 - Metas Regulatórias, Tecnológicas e de Inovação:
Macrotemática Sistemas de Iluminação Eficientes**

Metas	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo Prazo
Regulatórias	<ol style="list-style-type: none"> 1. Criar regulamentação de incentivo à substituição de sistemas e componentes defasados; 2. Definir, junto a fóruns mundiais, critérios de intercambialidade para sistemas de iluminação, sobretudo luminárias e suas interfaces; 3. Criar normatização para desenvolver e inserir tecnologias de operação, manutenção, automação e controle em sistemas de iluminação. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Definir parâmetros técnicos de bem-estar do usuário em sistemas de iluminação; 2. Criar normatização para desenvolver e inserir novas tecnologias que incorporam o bem-estar do usuário em projetos de iluminação. 	<p>Definir critérios e normas de avaliação de controladores avançados de sistemas de iluminação (autocomissionamento, avaliação da usabilidade, medição de desempenho, nível de integração a controles e interoperabilidade), aproveitando padrões técnicos internacionais.</p>
Tecnológicas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Desenvolver projetos demonstrativos de novas tecnologias de operação, manutenção, automação e controle em projetos de iluminação; 2. Gerar estudos sobre critérios e parâmetros de bem-estar do usuário em projetos de iluminação; 3. Desenvolver modelos-piloto de previsão das necessidades dinâmicas de iluminação, levando em conta hábitos e características da insolação local. 	<p>Criar projetos-piloto de:</p> <ol style="list-style-type: none"> a) modelos de avaliação e emissão de relatório sobre a ecoeficiência (desempenho econômico e ambiental) de diferentes soluções em iluminação, com foco no bem-estar do usuário; b) interfaces de interação do usuário com o sistema de iluminação (modelos, protocolos, sensores e controladores) para controle, avaliação, medição, análise comportamental e identificação de falhas na operação; c) padrões (<i>software e hardware</i>) para integração de sistemas de iluminação com outros serviços públicos, aproveitando padrões técnicos internacionais. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Desenvolver novos critérios de avaliação de instalações de iluminação baseados no bem-estar do usuário; 2. Desenvolver softwares mais baratos e intuitivos de modelagem de sistemas de iluminação e visualização de diferentes soluções, aproveitando padrões técnicos internacionais; 3. Identificar oportunidades de inovação na fabricação de LED.
Inovação	<p>Incorporar padrões técnicos mundiais para monitorar efeitos de iluminação com semicondutores na qualidade da energia e no desempenho de redes elétricas.</p>	<p>Fazer inserção-piloto de tecnologias disponíveis de operação, manutenção, automação e controle e de modelos de previsão das necessidades dinâmicas de iluminação do usuário.</p>	<p>Difundir no mercado modelos e interfaces de medição, avaliação, controle e integração da iluminação com outros serviços, adequadas aos hábitos e características locais de insolação.</p>

Fonte: Elaboração própria



A estratégia de CT&I que permitirá atingir os objetivos delineados para a macrotemática pode ser sintetizada em quatro categorias de ações de CT&I:

- Regulação e normatização para inovação: A definição de critérios, parâmetros e normatização para eficiência energética em sistemas de iluminação deve ser trabalhada em dois eixos. Ao longo do curto, médio e longo prazo, será importante traduzir e adequar ao uso nacional normas e padrões técnicos internacionalmente estabelecidos, sendo essencial a participação e interlocução do Brasil em fóruns internacionais. A partir do médio e longo prazo, será importante definir parâmetros próprios de bem-estar do usuário, sendo essencial a realização de pesquisas e a criação e atualização de banco de dados em necessidades dinâmicas locais de iluminação;
- Formação de competências internas em recursos humanos e infraestrutura de CT&I: O desenvolvimento de parâmetros próprios de bem-estar do usuário e de interfaces de interação entre o usuário e sistemas de iluminação requer disponibilidade de recursos humanos, principalmente em nível de graduação e pós-graduação, e de laboratórios para realização dos ensaios e testes pertinentes. Como as pesquisas devem ser realizadas em caráter contínuo, a formação de competências é uma ação que se estende ao longo do curto, médio e longo prazo;
- Execução de estudos e pesquisas dirigidas/aplicadas: No curto prazo, o foco dos estudos e pesquisas deverá ser em necessidades dinâmicas de iluminação, envolvendo parâmetros de bem-estar do usuário. A partir do médio prazo, o foco deverá recair sobre soluções de iluminação conceitualmente inovadoras, mudando a ênfase do *hardware* ao *software* e incorporando características locais de comportamento do usuário e de iluminação natural. É essencial fomentar a pesquisa com instrumentos adequados de financiamento (bolsas de pesquisa, editais, apoio a eventos e à internacionalização da pesquisa, apoio direto a P&D, entre outros);
- Criação de projetos demonstrativos e inserção no mercado: Essa categoria de ações é a ponte que liga formação de competências, execução de estudos, organização do ambiente regulatório/normativo à implantação efetiva das novas tecnologias de iluminação no mercado. Para a criação dos projetos demonstrativos propostos nas metas tecnológicas, são relevantes medidas de apoio à colaboração universidade-empresa ou empresa-empresa, utilizando, por exemplo, o mecanismo de editais para pesquisa e projetos de inovação desenvolvidos em parcerias. Para a inserção das novas tecnologias no mercado, são relevantes a criação ou o fortalecimento de atores na cadeia produtiva e a geração de demanda para difusão de novas soluções em iluminação, que podem ser estimulados a partir de: serviços e consultorias de apoio à adequação técnica; chamadas públicas de apoio a incubadoras, aceleradoras ou parques/polos tecnológicos; prêmios de indução à inovação; e linhas de financiamento público.

Tabela 175 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Sistemas de Iluminação Eficientes (Curto Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado Esperado	Categoria de Instrumentos
1	Criar, consolidar e/ou adensar redes colaborativas de estudos para coordenação das pesquisas e desenvolvimento de novas soluções de iluminação, com foco em sistemas inteligentes centrados no bem-estar do usuário.	Redes de pesquisa, parcerias e grupos de trabalho capazes de coordenar o PD&I em novas soluções de iluminação, otimizando esforços, buscando sinergias, maximizando resultados e evitando retrabalhos.	8. Redes de inovação 7. Políticas para apoio à colaboração (U-E ou E-E)
2	Gerar competências internas em recursos humanos e infraestrutura de CT&I, com foco em sistemas inteligentes centrados no bem-estar do usuário.	Criação de competências para PD&I em soluções de iluminação, visando ao atendimento das metas tecnológicas da macrotemática.	3. Políticas de formação e capacitação 15. Infraestrutura de CT&I
3	Executar e atualizar em caráter contínuo pesquisas sobre necessidades de iluminação e seu uso, envolvendo critérios e parâmetros de bem-estar do usuário.	Criação de estudos e base de dados sobre parâmetros de bem-estar do usuário em projetos de iluminação, atendendo à meta tecnológica (a) de CP e subsidiando o atendimento das metas tecnológicas e de inovação da macrotemática.	2. Apoio direto a P&D interna das firmas 7. Políticas para apoio à colaboração (U-E ou E-E) 13. Difusão da informação e do conhecimento
4	Mobilizar grupo de trabalho em arranjos regulatórios e normatização para: i) traduzir e adequar ao uso nacional normas e padrões internacionais (ex. CIE, IEC, IEE); ii) criar mecanismos de incentivo à substituição de sistemas e componentes de iluminação defasados.	Atendimento às metas regulatórias de CP e organização do ambiente para o atendimento das metas tecnológicas e de inovação da macrotemática.	16. Regulação e normatização
5	Desenvolver projetos demonstrativos e modelos-piloto conforme metas tecnológicas propostas.	Teste de novas tecnologias de operação, manutenção automação e controle e modelos preditivos para identificação de necessidades dinâmicas de iluminação, atendendo às metas tecnológicas (1) e (3) de CP.	2. Apoio direto a P&D interna das firmas 7. Políticas para apoio à colaboração (U-E ou E-E)
6	Estimular a produção científica e o compartilhamento do conhecimento, com foco em parâmetros de bem-estar do usuário e modelos de previsão de necessidades dinâmicas de iluminação.	Difusão de informações, conhecimentos e práticas em novas soluções de iluminação.	13. Difusão de informação e conhecimento

Fonte: Elaboração própria



Tabela 175 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Sistemas de Iluminação Eficientes (Curto Prazo) (continuação)

N.	Atividades de Fomento/ Indutoras e/ou Instrumentos	Organizações Financiadoras	Sugestões de Atores Envolvidos	Rotas Aplicáveis
1	Apoio à estruturação de programas, plataformas, mobilização, consórcios, associações etc.			
	Apoio a eventos nacionais e à participação em eventos internacionais em novas soluções de iluminação.	Procel, empresas, CNPq, Finep, Embrapii	Procel (governança), MCTIC, MME, Finep, universidades, ICT	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
	Intercâmbios organizacionais e internacionalização da pesquisa.			
2	Editais para pesquisa e projetos de inovação em soluções de iluminação inteligente centradas no usuário.			
	Criação de cursos técnicos específicos e alteração na grade curricular de cursos de graduação e pós-graduação (Arquitetura, Engenharia e Física).	CNI/Senai, CNPq, Capes, FAP, universidades, MEC	MCTIC, MME e MEC (governança), universidades, ICT, CNI/Senai	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
	Bolsas de pós-graduação, pós-doutorado e doutorado sanduíche.			
	Investimentos em laboratórios e equipamentos.	Finep, FAP, P&D Aneel, BNDES		
	Programas de P&D e Eficiência Energética Aneel.	Aneel		
	Subvenção econômica.	Finep, FAP, CNPq		
3	Apoio a eventos nacionais e à participação em eventos internacionais em novas soluções de iluminação.			
	Intercâmbios organizacionais e internacionalização da pesquisa.	Procel, Finep, CNPq	Procel (governança), universidades, ICT, associações, empresas, parcerias nacionais ou internacionais	1, 2, 3, 4, 5, 7
	Editais para pesquisa e projetos de iluminação inteligente centrados no bem-estar do usuário.	Embrapii, Finep, FAP		
	Divulgação e atualização contínua da pesquisa de posse de equipamentos e hábitos de consumo.	Procel, parcerias internacionais (BID e órgãos multilaterais de crédito)		
4	Estruturação de programas nacionais para mobilização e organização de atores direcionados aos temas de regulação e normatização em novas soluções de iluminação.	Procel, MCidades, MCTIC, Aneel, Finep (apoiadora)		
	Chamadas públicas para modernização de sistemas e componentes.	Programa de Eficiência Energética Aneel	Procel (governança), MCidades, MCTIC, MME, Aneel, associações, ICT, universidades, Inmetro, ABNT, parcerias nacionais e internacionais	1, 3, 5, 6
	Linhas de financiamento para modernização de sistemas e componentes.	BNDES e demais bancos		
	Apoio a eventos nacionais e à participação em eventos internacionais em normatização e padrões técnicos (ex. CIE, IEC, IEEE).	Procel, Finep, CNPq		
	Intercâmbios Organizacionais nacionais e internacionais (ex. Energy Star).			
	Programa P&D Aneel.	P&D Aneel		
	Subvenção econômica.	Finep, FAP, CNPq	MCTIC e MCidades (governança), Procel, universidades, ICT, empresas, associações	1, 2, 4, 5
5	Editais para pesquisa e projetos de inovação em modelos preditivos para identificação de necessidades dinâmicas de iluminação.	Embrapii, Finep, FAP		
	Criação/apoio a revistas e periódicos na área de eficiência energética.			
6	Apoio a eventos nacionais e à participação em eventos internacionais em novas soluções de iluminação.	CNPq, Capes, FAP, universidades, ICT	MCTIC e MCidades (governança), universidades, ICT, associações, outros ministérios	1, 2, 4, 5, 7

Fonte: Elaboração própria

Tabela 176 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Sistemas de Iluminação Eficientes (Médio Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado Esperado	Categoria de Instrumentos
7	Mobilizar grupo de trabalho em arranjos regulatórios e normatização para definir parâmetros e critérios de bem-estar do usuário em sistemas de iluminação.	Atendimento à meta regulatória de MP e organização do ambiente para o atendimento das metas tecnológicas e de inovação da macrotemática.	16. Regulação e normatização
8	Executar estudos e pesquisas em iluminação que busquem soluções conceitualmente inovadoras, mudando o foco do hardware ao software e incorporando especificidades comportamentais e de iluminação natural em projetos de iluminação.	Estudos para subsidiar o atendimento das metas tecnológicas e de inovação da macrotemática.	2. Apoio direto a P&D interna das firmas 7. Políticas para apoio à colaboração (U-E ou E-E)
9	Desenvolver projetos-piloto nas diversas metas tecnológicas propostas para o MP.	Teste, simulação e avaliação de tecnologias e padrões técnicos para atender às metas tecnológicas de MP.	1. Incentivos fiscais para P&D 2. Apoio direto a P&D interna das firmas 7. Políticas para apoio à colaboração (U-E ou E-E)
10	Estimular a produção científica e o compartilhamento do conhecimento, com foco em modelos de avaliação de diferentes soluções em iluminação, interfaces de interação usuário-tecnologia e padrões de TI para integração do sistema de iluminação com outros serviços.	Difusão de informações, conhecimentos e práticas em novas soluções de iluminação eficiente.	13. Difusão de informação e conhecimento
11	Criar e fortalecer atores capazes de difundir no mercado novas soluções de iluminação, centradas no bem-estar do usuário e em interfaces de interação usuário-tecnologia.	Geração de atores na cadeia produtiva nacional capazes de viabilizar transições tecnológicas e implantar no mercado novas soluções de iluminação inteligente centradas no usuário.	5. Serviços técnicos e consultorias 4. Políticas para o empreendedorismo tecnológico e apoio a startups 14. Financiamento público para inovação
12	Gerar demanda para implantação de tecnologias disponíveis de operação, manutenção, automação e controle e de projetos baseados em modelos de previsão das necessidades dinâmicas de iluminação do usuário.	Estímulo à criação de mercado e incentivo à demanda de investimentos em inovação para implantação de projetos baseados em novas tecnologias de operação, manutenção, automação e controle e em modelos de previsão das necessidades dinâmicas de iluminação do usuário, atendendo à meta de inovação de MP.	9. Demanda privada para inovação 12. Prêmios de indução à inovação 14. Financiamento público para inovação

Fonte: Elaboração própria



Tabela 176 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Sistemas de Iluminação Eficientes (Médio Prazo) (continuação)

N.	Atividades de fomento / indutoras e/ou Instrumentos	Organizações Financiadoras	Sugestões de atores envolvidos	Rotas Aplicáveis
7	Estruturação de programas nacionais para mobilização e organização de atores direcionados aos temas de regulação e normatização em novas soluções de iluminação.	Procel, MCidades, MCTIC, Aneel, Finep (apoiadora)	Procel (governança), ICT, universidades, Inmetro, ABNT	1, 2, 4, 5
	Programa de P&D Aneel.	P&D Aneel		
	Subvenção econômica.	Finep, FAP, CNPq		
8	Apoio a eventos nacionais e à participação em eventos internacionais em novas soluções de iluminação.	Procel, Finep, CNPq	MCTIC, MCidades e Procel (governança), universidades, ICT	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
	Intercâmbios organizacionais e internacionalização da pesquisa.			
	Editais para pesquisa e projetos de iluminação inteligente centrados no bem-estar do usuário.	Embrapii, Finep, FAP		
9	Deduções fiscais e de impostos de importação.	Orçamento direto da União	MCidades, MCTIC e Procel (governança), universidades, ICT, empresas, associações	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
	Programa P&D Aneel.	P&D Aneel		
	Subvenção econômica.	Finep, FAP, CNPq		
	Editais para pesquisa e projetos de iluminação inteligente centrados no bem-estar do usuário.	Embrapii, Finep, FAP		
10	Criação/apoio a revistas e periódicos na área de eficiência energética.	CNPq, Capes, FAP, universidades, ICT	MCTIC e MCidades (governança), universidades, ICT, associações, outros ministérios	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
	Apoio a eventos nacionais e à participação em eventos internacionais em novas soluções de iluminação.			
11	Medidas de consolidação e apoio à adequação a normatizações técnicas e certificações.	Finep, FAP, BNDES	MCidades e MDIC (governança), ABDI, CNI, Abilux, Procel, Inmetro, ABNT	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
	Chamadas públicas de apoio a incubadoras, aceleradoras e parques/polos tecnológicos.			
12	Linhas e mecanismos de financiamento para projetos e/ou empresas com tecnologia nacional.	MCidades, MCTIC, MDIC, Finep, BNDES, CNI, empresas	MCidades, MCTIC e MDIC (governança), CNI, ABDI, Abilux, empresas	1, 2, 4, 5, 7
	Políticas públicas e prêmios indutores de demanda para inovação, engajamento do Procel e Inmetro no processo de desenvolvimento tecnológico.			
	Linhas e mecanismos de financiamento para projetos e/ou empresas com tecnologia nacional.			

Fonte: Elaboração própria

Tabela 177 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Sistemas de Iluminação Eficientes (Longo Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado Esperado	Categoria de Instrumentos
13	Executar estudos de identificação e mapeamento de oportunidades de inovação na fabricação de LED.	Gerar um mapeamento das oportunidades de inovação na fabricação de LED, atendendo à meta tecnológica (c) de LP.	5. Serviços técnicos e consultorias
14	Criar projetos demonstrativos de sistemas de iluminação envolvendo: i) novos critérios de avaliação de instalações baseados no bem-estar do usuário; ii) softwares mais baratos e intuitivos para modelagem e visualização de diferentes soluções em sistemas de iluminação.	Testar, simular e avaliar tecnologias e padrões técnicos para atender às metas tecnológicas de LP.	1. Incentivos fiscais para P&D 2. Apoio direto a P&D interna das firmas 7. Políticas para apoio à colaboração (U-E ou E-E)
15	Gerar demanda para implantação, nos sistemas de iluminação, de modelos e interfaces de medição, avaliação, controle e integração da iluminação com outros serviços.	Estimular a criação de mercado e incentivar a demanda de investimentos em inovação para implantação de sistemas de iluminação inteligentes centrados no bem-estar do usuário.	5. Serviços técnicos e consultorias 9. Demanda privada para inovação 12. Prêmios de indução à inovação 14. Financiamento público para inovação

Fonte: Elaboração própria



Tabela 177 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Sistemas de Iluminação Eficientes (Longo Prazo) (continuação)

N.	Atividades de Fomento/ Indutoras e/ou Instrumentos	Organizações Financiadoras	Sugestões de Atores Envolvidos	Rotas Aplicáveis
13	Contratação de serviços técnicos e consultorias para estudos com recursos próprios e/ou apoios externos.	Finep, FAP, empresas	MCidades e MDIC (governança), CNI, ABDI, Abilux, empresas	2, 4, 7
14	Deduções fiscais e de impostos de importação.	Orçamento direto da União	Procel, MCidades e MCTIC (governança), universidades, ICT, empresas, associações	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
	Programa de P&D Aneel.	P&D Aneel		
	Subvenção econômica.	Finep, FAP, CNPq		
15	Editais para pesquisa e projetos de inovação em eficiência energética aplicada ao saneamento.	Embrapii, Finep, FAP	MCidades, MCTIC e Procel (governança), outros ministérios, Abilux, BNDES	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
	Medidas de consolidação e apoio à adequação a normatizações técnicas e certificações.	MCidades, MCTIC, MDIC, Procel, Inmetro, Finep, BNDES, CNI		
	Políticas públicas e prêmios indutores de demanda para inovação, engajamento do Procel e Inmetro no processo de desenvolvimento tecnológico.			
	Linhas e mecanismos de financiamento para projetos e/ou empresas com tecnologia nacional.			

Fonte: Elaboração própria

A Tabela abaixo apresenta as rotas tecnológicas referenciadas na Tabela anterior.

Tabela 178 - Ordem de Prioridade dos Investimentos em P&D nas Rotas Tecnológicas Abordadas na Macrotemática Sistemas de Iluminação Eficientes

Prioridade	Rota Tecnológica	Temática
1	Rota 2: Desenvolvimento de modelos analíticos próprios	Novas soluções para aplicações em iluminação
2	Rota 5: Desenvolvimento de tecnologias para agregar valor local (cadeia produtiva)	Novos sistemas de iluminação
3	Rota 1: Identificação e aproveitamento de padrões internacionais	Novas soluções para aplicações em iluminação
4	Rota 6: Atualização de sistemas para tecnologia a LED	Componentes para novos sistemas de iluminação
5	Rota 3: Novos estudos de aspectos comportamentais	Novas soluções para aplicações em iluminação
6	Rota 4: Participação em normas e recomendações internacionais	Novos sistemas de iluminação
7	Rota 8: Desenvolvimento de materiais, componentes e dispositivos para serviços ancilares (complementam os serviços principais)	Componentes para novos sistemas de iluminação
8	Rota 7: Desenvolvimento de padrões para tecnologia a OLED	Componentes para novos sistemas de iluminação

Fonte: Elaboração própria

8.2. Edificações eficientes

O objetivo geral da macrotemática é aprimorar a eficiência energética de edificações, mantendo ou melhorando os níveis de conforto ambiental, e viabilizar a produção de energia *in loco* para suprir demandas próprias e do entorno.

As edificações são responsáveis por 43,3% do consumo de energia elétrica no Brasil. Considerando edificações públicas, comerciais e residenciais, o consumo final de energia elétrica se concentra nas modalidades de condicionamento de ar, iluminação e aquecimento de água, que têm grande influência sobre o bem-estar e a produtividade dos usuários. Portanto, a eficiência energética nessas



modalidades não só é essencial para a racionalização do consumo total de eletricidade no país, mas também abre caminho para novas soluções que aprimorem o conforto ambiental dos usuários com menor gasto de energia elétrica.

O grande desafio tecnológico colocado nesse cenário é o desenvolvimento integrado de três diretrizes: estratégias passivas de iluminação e condicionamento, que se utilizam de arquitetura bioclimática e fontes naturais de luz e calor; estratégias ativas de iluminação, condicionamento e aquecimento de água, que se utilizam de soluções de engenharia para aprimorar o conforto ambiental em edificações; e estratégias integradas, que combinam soluções passivas e ativas em prol da eficiência energética em edificações. Na área de estratégias ativas, os grandes desafios tecnológicos são o desenvolvimento e a implantação de: sistemas de iluminação inteligentes, envolvendo interfaces de controle, monitoramento e automação; novos sistemas de condicionamento, envolvendo resfriamento evaporativo, superfícies radiantes e uso de materiais avançados, como reflexivos, vidros de alto desempenho e *phase change materials*; e tecnologia solar térmica, para aquecimento de água, e fotovoltaica, para autoprodução de eletricidade.

Para a consecução do objetivo geral, estão previstos objetivos de curto, médio e longo prazo, traduzidos nas seguintes metas regulatórias, tecnológicas e de inovação.

Tabela 179 - Metas Regulatórias, Tecnológicas e de Inovação: Macrotemática Edificações Eficientes

Metas	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo Prazo
Regulatórias	Definir técnicas, protocolos e metodologia padronizada para medição, verificação e monitoramento do desempenho energético de edificações existentes.	1. Definir padrões técnicos e métodos de certificação de EE em edificações; 2. Criar normatização para desenvolver e inserir: a) tecnologias de controle e automação de iluminação artificial; b) sistemas solares de produção de energia e aquecimento de água. 3. Criar regulamentação de incentivo à substituição de materiais, equipamentos e sistemas defasados.	
Tecnológicas	1. Gerar estudos sobre: a) zoneamento bioclimático brasileiro; b) parâmetros de qualidade, normatização e conforto ambiental do usuário em edificações; c) metodologias e ferramentas para projeto integrado e simulação computacional. 2. Criar projetos demonstrativos de: d) novas tecnologias de certificação (metrologia, TI com alta capacidade de processamento e armazenamento de dados, softwares e hardwares mais intuitivos); e) monitoramento de edificações existentes.	1. Gerar indicadores e banco de dados sobre: a) consumo de energia em edificações por tipologia e zona bioclimática, caracterizando o parque construído nacional; b) caracterização de materiais de construção usados no país. 2. Gerar estudos sobre: c) arquitetura bioclimática (foco em condicionamento passivo e iluminação natural); d) condicionamento modo misto em edificações. e) Criar projetos demonstrativos de metodologias e ferramentas para projeto integrado e simulação computacional.	Criar projetos demonstrativos de: a) sistemas para condicionamento ativo mais eficientes, como resfriamento evaporativo e superfícies radiantes (vigas/forros frios); b) materiais inovadores, como reflexivos para resfriamento e proteção solar, phase change materials (PCM) e vidros de alto desempenho; c) edificações ZEB nos diversos climas brasileiros; d) urbanismo eficiente, para minimizar impactos negativos e tirar proveito das edificações para a qualidade da cidade.
Inovação		Difundir no mercado: 1. certificação de eficiência energética em edificações; 2. tecnologias de controle, automação e iluminação artificial eficiente; 3. sistemas solares para produção de energia elétrica e aquecimento de água.	

Fonte: Elaboração própria



A estratégia de CT&I que permitirá atingir os objetivos delineados para a macrotemática pode ser sintetizada em cinco categorias de ações de CT&I:

- Regulação e normatização para inovação: A definição de critérios, parâmetros e normatização para eficiência energética em edificações deve ser trabalhada em dois eixos. No curto prazo, o foco deverá ser na definição de técnicas, protocolos e metodologia padronizada para o monitoramento de edificações existentes. O monitoramento é essencial para gerar indicadores sobre o consumo de energia elétrica em edificações por tipologia e zona bioclimática, algo que viabilizará a caracterização do parque construído nacional e a maior precisão de certificações e simulações computacionais. No médio prazo, o foco deverá recair sobre a definição de padrões técnicos e métodos de certificação de eficiência energética em edificações;
- Formação de competências internas em recursos humanos e infraestrutura de CT&I: A definição de critérios de certificação de eficiência energética em edificações e o desenvolvimento de estratégias integradas de soluções passivas e ativas em eficiência energética requerem disponibilidade de recursos humanos com formação interdisciplinar, principalmente em nível de graduação e pós-graduação, e de laboratórios homologados pelo Inmetro para realização dos ensaios e testes pertinentes. Como pesquisas e testes devem ser realizados em caráter contínuo, a formação de competências é uma ação que se estende ao longo do curto, médio e longo prazo;
- Criação/consolidação de redes colaborativas: A interdisciplinaridade entre arquitetura e engenharias é um elemento fundamental ao desenvolvimento das rotas tecnológicas na temática projeto eficiente integrado, baseada na integração de todas as rotas da macrotemática. Nesse cenário, as redes colaborativas têm papel estratégico, promovendo fluxos de interação entre grupos de trabalho e áreas de conhecimento complementares. Em particular, as redes colaborativas devem trabalhar na identificação do estado atual das pesquisas em estratégias passivas e ativas, na realização de intercâmbios e na organização de eventos interdisciplinares para a eficiência energética;
- Execução de estudos e pesquisas dirigidas/aplicadas: A maior precisão da certificação de edificações eficientes e de simulações computacionais associadas à eficiência energética em edificações depende da disponibilidade de banco de dados em caracterização de materiais de construção usados no país e de indicadores de consumo de energia elétrica nos vários tipos de edificações e zonas bioclimáticas. Portanto, a disponibilização desses bancos de dados é um dos principais focos para estudos e pesquisas em edificações eficientes. Além da criação de bancos de dados, são relevantes estudos em soluções passivas e ativas ao longo do curto, médio e longo prazo, que deverão subsidiar a construção de protótipos de edificações ZEB;

- Criação de projetos demonstrativos e inserção no mercado: Essa categoria de ações é a ponte que liga formação de competências, execução de estudos, organização do ambiente regulatório/normativo à implantação efetiva das novas tecnologias de edificações eficientes no mercado. Para a criação dos projetos demonstrativos propostos nas metas tecnológicas, são relevantes medidas de apoio à colaboração universidade-empresa ou empresa-empresa, utilizando, por exemplo, o mecanismo de editais para pesquisa e projetos de inovação desenvolvidos em parcerias. Para a inserção das novas tecnologias no mercado, são relevantes a criação ou o fortalecimento de atores na cadeia produtiva e a geração de demanda para difusão de novas soluções integradas, que podem ser estimulados a partir de: serviços e consultorias de apoio à adequação técnica; chamadas públicas de apoio a incubadoras, aceleradoras ou parques/polos tecnológicos; prêmios de indução à inovação; e linhas de financiamento público.



Tabela 180 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Edificações Eficientes (Curto Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado Esperado	Categoria de Instrumentos
1	Criar, consolidar, reativar e/ou adensar redes colaborativas de estudo (ex. R3E) para coordenação das pesquisas e desenvolvimento de tecnologias de eficiência energética em edificações, com foco em certificação e soluções integradas de engenharia e arquitetura.	Redes de pesquisa, parcerias e grupos de trabalho capazes de coordenar o PD&I em soluções de eficiência energética em edificações, otimizando esforços, buscando sinergias, maximizando resultados e evitando retrabalhos.	8. Redes de inovação 7. Políticas para apoio à colaboração (U-E ou E-E)
2	Gerar competências internas em recursos humanos e infraestrutura de CT&I, com foco em certificação e soluções integradas de engenharia e arquitetura.	Criação de competências para PD&I em soluções de eficiência energética em edificações, visando ao atendimento das metas tecnológicas e de inovação da macrotemática.	3. Políticas de formação e capacitação 15. Infraestrutura de CT&I
3	Mobilizar grupo de trabalho em arranjos regulatórios e normatização para definir técnicas, protocolos e metodologia padrão de monitoramento do desempenho energético de edificações existentes.	Atendimento às metas regulatórias de CP, organizando o ambiente para inovação.	16. Regulação e normatização
4	Executar estudos em zoneamento bioclimático, parâmetros de qualidade e normatização e metodologias e ferramentas para projeto integrado e simulação computacional.	Geração de estudos para subsidiar o atendimento das metas tecnológicas e de inovação da macrotemática.	2. Apoio direto a P&D interna das firmas 7. Políticas para apoio à colaboração (U-E ou E-E)
5	Criar projetos demonstrativos conforme metas tecnológicas propostas.	Teste, simulação e avaliação de novas tecnologias de certificação e métodos de monitoramento do desempenho energético de edificações para atender às metas tecnológicas (d) e (e) de CP.	1. Incentivos fiscais para P&D 2. Apoio direto a P&D interna das firmas 7. Políticas para apoio à colaboração (U-E ou E-E)
6	Estimular a produção científica e o compartilhamento do conhecimento, com foco em novas tecnologias de certificação e soluções integradas de engenharia e arquitetura.	Difusão de informações e estudos em monitoramento de edificações, metodologias e ferramentas de simulação computacional e projetos integrados.	13. Difusão da informação e conhecimento

Fonte: Elaboração própria



Tabela 180 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Edificações Eficientes (Curto Prazo) (continuação)

N.	Atividades de Fomento/ Indutoras e/ou Instrumentos	Organizações Financiadoras	Sugestões de Atores Envolvidos	Rotas Aplicáveis
1	Apoio à estruturação de programas, plataformas, mobilização, consórcios, associações etc.			
	Apoio a eventos nacionais e à participação em eventos internacionais em eficiência energética de edificações.	Procel, CNPq, Finep, Embrapii, empresas	Procel (governança), MCidades, MME, MMA, MCTIC, Finep, universidades, ICT	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19
	Intercâmbios organizacionais e internacionalização da pesquisa.			
	Edital para pesquisa e projetos de inovação em eficiência energética de edificações.			
2	Criação de cursos técnicos específicos e de disciplinas integradas (arquitetura e engenharias) nos cursos de graduação e pós-graduação.	CNI/Senai, CNPq, Capes, FAP, universidades, MEC	MCidades, MEC e Procel (governança), universidades, ICT, CNI/Senai, Inmetro	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19
	Bolsas de pós-graduação, pós-doutorado e doutorado sanduíche.			
	Investimentos em laboratórios e equipamentos e homologação pelo Inmetro.	Finep, FAP, P&D Aneel, BNDES		
3	Estruturação de programas nacionais para mobilização e organização de atores direcionados aos temas de regulação e normatização em eficiência energética aplicada a edificações.	Procel, MCidades, MCTIC, MME, Aneel, Finep (apoiadora), parcerias internacionais (BID e órgãos multilaterais de crédito)	Procel (governança), ministérios, Aneel, ICT, universidades, Inmetro, ABNT, parcerias internacionais	1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13
	Programa de P&D Aneel.	P&D Aneel		
	Subvenção econômica.	Finep, FAP, CNPq	Procel (governança), MCidades, MME, MMA, MCTIC, Aneel, universidades, ICT, empresas, ABNT, Inmetro, parcerias nacionais ou internacionais	1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13
4	Apoio a eventos nacionais e à participação em eventos internacionais em tecnologias de certificação e projetos integrados.	Procel, Finep, CNPq		
	Intercâmbios organizacionais e internacionalização da pesquisa.			
	Edital para pesquisa e projetos em tecnologias de certificação e projetos integrados.	Embrapii, Finep, FAP		
5	Deduções fiscais e de impostos de importação.	Orçamento direto da União		
	Programa de P&D Aneel.	P&D Aneel	MCidades, MME, MMA e Procel (governança), universidades, ICT, empresas, associações, parcerias internacionais	1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13
	Subvenção econômica.	Finep, FAP, CNPq		
6	Edital para pesquisa e projetos de inovação em eficiência energética aplicada a edificações.	Embrapii, Finep, FAP, parcerias internacionais (BID e órgãos multilaterais de crédito)		
	Criação/apoio a revistas e periódicos na área de eficiência energética.		MCidades, MCTIC, MME e MMA (governança), ICT, universidades, Capes, CNPq	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13
	Apoio a eventos nacionais e à participação em eventos internacionais em eficiência energética aplicada a edificações.	CNPq, Capes, FAP, universidades, ICT		

Fonte: Elaboração própria

Tabela 181 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Edificações Eficientes (Médio Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado Esperado	Categoria de Instrumentos
6	Mobilizar grupo de trabalho em arranjos regulatórios e normatização para atender às metas regulatórias de MP.	Atendimento às metas regulatórias de MP, organizando o ambiente para inovação.	16. Regulação e normatização
7	Executar: i) monitoramento do desempenho energético de edificações existentes; ii) pesquisas em caracterização de materiais; iii) estudos avançados em caracterização de edificações; iv) estudos em arquitetura bioclimática e condicionamento modo misto.	Geração de: (i) banco de dados sobre o consumo de energia elétrica em edificações; ii) banco de dados em caracterização de materiais; iii) estudos avançados para subsidiar o atendimento das metas tecnológicas e de inovação da macrotemática.	2. Apoio direto a P&D interna das firmas 7. Políticas para apoio à colaboração (U-E ou E-E)
8	Criar projetos demonstrativos de metodologias e ferramentas para projeto integrado e simulação computacional.	Teste, simulação e avaliação de metodologias e ferramentas para projeto integrado e simulação computacional, atendendo à meta tecnológica (e) de MP.	1. Incentivos fiscais para P&D 2. Apoio direto a P&D interna das firmas 7. Políticas para apoio à colaboração (U-E ou E-E)
9	Estimular a produção científica e o compartilhamento do conhecimento, com foco na caracterização de materiais, caracterização de edificações, arquitetura bioclimática e condicionamento modo misto.	Difusão de informações, conhecimentos e práticas em eficiência energética aplicada a edificações.	13. Difusão de informação e conhecimento
10	Criar e fortalecer atores capazes de difundir no mercado novas soluções de eficiência energética em edificações, com foco em certificação, tecnologias de controle, automação e iluminação artificial eficiente e sistemas solares para produção de energia e aquecimento de água.	Geração de atores na cadeia produtiva nacional capazes de viabilizar transições tecnológicas e implantar no mercado novas soluções de eficiência energética aplicadas a edificações.	4. Políticas para o empreendedorismo tecnológico e apoio a startups 14. Financiamento público para inovação
11	Gerar demanda para: i) certificação de eficiência energética em edificações; ii) implantação de tecnologias de controle, automação e iluminação artificial eficiente; iii) implantação de sistemas solares para produção de energia elétrica e aquecimento de água.	Estímulo à criação de mercado e incentivo à demanda de investimentos em inovação para promoção da eficiência energética em edificações.	5. Serviços técnicos e consultorias 9. Demanda privada para inovação 12. Prêmios de indução à inovação 14. Financiamento público para inovação

Fonte: Elaboração própria



Tabela 181 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Edificações Eficientes (Médio Prazo)

N.	Atividades de Fomento/ Indutoras e/ou Instrumentos	Organizações Financiadoras	Sugestões de Atores Envolvidos	Rotas Aplicáveis
6	Estruturação de programas nacionais para mobilização e organização de atores direcionados aos temas de regulação e normatização em eficiência energética aplicada a edificações.	Procel, MCidades, MCTIC, MME, Aneel, Finep (apoiadora)	Procel (governança), ministérios, Aneel, ICT, universidades, Inmetro, ABNT	1, 3, 4, 5, 8, 9, 10
	Chamadas públicas para modernização de sistemas e componentes.	Programa de Eficiência Energética Aneel		
	Linhas de financiamento para modernização de sistemas e componentes.	BNDES e demais bancos		
7	Programa de P&D Aneel.	P&D Aneel	Procel (governança), MCidades, MME, MMA, MCTIC, Aneel, universidades, ICT, empresas, ABNT, Inmetro, parcerias nacionais ou internacionais	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15
	Subvenção econômica.	Finep, FAP, CNPq		
	Apoio a eventos nacionais e à participação em eventos internacionais em eficiência energética aplicada a edificações.	Procel, Finep, CNPq		
	Intercâmbios organizacionais e internacionalização da pesquisa.			
	Editais para pesquisa e projetos em eficiência energética aplicada a edificações.	Embrapii, Finep, FAP		
8	Deduções fiscais e de impostos de importação.	Orçamento direto da União	MCidades, MME, MMA e Procel (governança), universidades, ICT, empresas, associações, parcerias internacionais	11, 12, 13
	Programa P&D Aneel.	P&D Aneel		
	Subvenção econômica.	Finep, FAP, CNPq		
9	Editais para pesquisa e projetos de inovação em eficiência energética aplicada a edificações.	Embrapii, Finep, FAP	MCidades, MCTIC, MME e MMA (governança), ICT, universidades, Capes, CNPq	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15
	Criação/apoio a revistas e periódicos na área de eficiência energética.	CNPq, Capes, FAP, universidades, ICT		
10	Chamadas públicas de apoio a incubadoras, aceleradoras e parques/polos tecnológicos.	Finep, FAP, BNDES	MCidades e MDIC (governança), ABDI, CNI, associações	1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15
	Linhas e mecanismos de financiamento para projetos e/ou empresas com tecnologia nacional.			
11	Medidas de consolidação e apoio à certificação tecnológica.	MCidades, outros ministérios, Procel, Inmetro, Finep, BNDES, CNI	MCidades e Procel (governança), outros ministérios, associações, BNDES	1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15
	Políticas públicas e prêmios indutores de demanda para inovação, engajamento do Procel e Inmetro no processo de desenvolvimento tecnológico.			
	Linhas e mecanismos de financiamento para projetos e/ou empresas com tecnologia nacional.			

Fonte: Elaboração própria

Tabela 182 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Edificações Eficientes (Longo Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado Esperado	Categoria de Instrumentos
12	Criar projetos demonstrativos conforme metas tecnológicas de LP.	Teste, simulação e avaliação de tecnologias e padrões técnicos para atender às metas tecnológicas de LP.	1. Incentivos fiscais para P&D <hr/> 2. Apoio direto a P&D interna das firmas <hr/> 7. Políticas para apoio à colaboração (U-E ou E-E)

Fonte: Elaboração própria



Tabela 182 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Edificações Eficientes (Longo Prazo)

N.	Atividades de Fomento/ Indutoras e/ou Instrumentos	Organizações Financiadoras	Sugestões de Atores Envolvidos	Rotas Aplicáveis
12	Deduções fiscais e de impostos de importação.	Orçamento direto da União		
	Programa de P&D Aneel.	P&D Aneel	MCidades, MMA e ANA (governança),	1, 2, 3, 4, 5, 6,
	Subvenção econômica.	Finep, FAP, CNPq	Procel Sanear, universidades, ICT,	7, 8, 9, 10, 11,
	Editais para pesquisa e projetos de inovação em eficiência energética aplicada a edificações.	Embrapii, Finep, FAP	empresas, associações	12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19

Fonte: Elaboração própria

A Tabela abaixo apresenta as rotas tecnológicas referenciadas na Tabela anterior.

Tabela 183 - Ordem de Prioridade dos Investimentos em P&D nas Rotas Tecnológicas Abordadas na Macrotemática Edificações Eficientes

Prioridade	Rota Tecnológica	Temática
1	Metodologia para otimização de bases de dados	Caracterização e certificação
2	Caracterização de materiais	Caracterização e certificação
3	Qualidade ambiental, conforto térmico e luminoso	Integração do usuário
4	Sistemas de certificação	Caracterização e certificação
5	Operação, manutenção, automação e controles	Integração do usuário
6	Condicionamento passivo	Arquitetura bioclimática
7	Iluminação natural	Arquitetura bioclimática
8	Iluminação artificial	Tecnologias ativas
9	Aquecimento e resfriamento eficientes (ar e água)	Tecnologias ativas
10	Energias renováveis	Tecnologias ativas
11	Processo de projeto	Projeto eficiente integrado
12	Simulação computacional	Projeto eficiente integrado
13	Integração de sistemas	Projeto eficiente integrado
14	Materiais, componentes e sistemas transparentes/translúcidos de alto desempenho	Materiais, componentes e sistemas avançados
15	Materiais, componentes e sistemas opacos de alto desempenho	Materiais, componentes e sistemas avançados
16	Microclimas/ilhas de calor	Ambiente urbano
17	Urbanismo eficiente	Ambiente urbano
18	Análise do ciclo de vida energético de materiais	Caracterização e certificação
19	Envolvórias dinâmicas	Tecnologias ativas

Fonte: Elaboração própria



8.3. Indústria

O objetivo geral da macrotemática é propor uma abordagem estratégica e sistematizada, com métodos específicos para resolução de problemas e aperfeiçoamento de processos e equipamentos focados na redução dos custos de manufatura, melhorando a eficiência no sistema energético do setor.

A indústria é responsável por cerca de 34% do total do consumo de energia elétrica do país, com 573 mil unidades consumidoras industriais. Para a garantia do crescimento do setor industrial, é necessário eliminar desperdícios, incrementando o aproveitamento do uso da energia. A melhoria em eficiência energética na indústria pode ocorrer por meio da utilização de fontes alternativas de energia e de ações para o uso racional dos recursos produtivos durante o processo de manufatura. A inclusão da variável de consumo de energia em planejamento de processos e desenvolvimento de produtos também é fator preponderante para o aumento da eficiência energética.

A análise de eficiência energética em aplicações industriais é uma questão relacionada a uma ampla gama de assuntos, que abrange todo o ciclo de vida do produto, desde a extração da matéria-prima, passando pelos processos de produção e logística, até a fase de gerenciamento de fim de vida. Para obter resultado expressivo e com maior assertividade, é importante introduzir a modelagem detalhada do consumo de energia para cada nível da cadeia produtiva, direcionando o resultado para uma busca mais eficaz nas ações a serem tomadas no processo.

Para a consecução do objetivo geral, estão previstos objetivos de curto, médio e longo prazo, traduzidos nas seguintes metas regulatórias, tecnológicas e de inovação.

Tabela 184 - Metas Regulatórias, Tecnológicas e de Inovação: Macrotemática Indústria

Metas	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo Prazo
Regulatórias	Elaborar critérios para construção de indicadores de programas de eficiência energética, para o monitoramento por meio de softwares e sensores do uso industrial de energia no Brasil.		Promover sistemática de leilão, precificação e intervenção dos poderes reguladores e operadores na carga industrial.
Tecnológicas	1. Desenvolver metodologias para índices não paramétricos de produtividade orientada para energia e sistema de sensoriamento não invasivo; 2. Desenvolver projetos de pesquisa sobre eficiência energética, com foco inicial em dispositivos de troca de calor.	Estudar tecnologias mais eficientes de resfriamento e transporte de massas.	Promover pesquisa em tecnologias e materiais avançados em EE de processos eletroquímicos, de separação, de resíduos, dentre outros.
Inovação		1. Promover tecnologias de integração de recursos renováveis, visando à maior EE em uma planta industrial; 2. Difundir tecnologias de automação e controle integrados a dispositivos inteligentes para motores, novos ou reconicionados, em plantas industriais.	Difundir metodologias de identificação de perdas de energia e materiais, incluindo perda de resíduos, insumos e água a partir de tecnologia de sensores de baixo custo.

Fonte: Elaboração própria

A estratégia de CT&I que permitirá atingir os objetivos delineados para a macrotemática se estrutura em três categorias de ações de CT&I, conforme descrito a seguir.

- I) Formação e estímulo de difusão de tecnologias: Algumas tecnologias, metodologias e técnicas para a eficiência energética em plantas industriais apresentam grau de maturidade elevado e, para sua inserção nos processos produtivos, deverão ser tomadas medidas de difusão da inovação no curto, médio e longo prazo. Esse processo viabilizará não somente a difusão de máquinas e equipamentos, mas também de padrões produtivos que respeitem critérios mais rígidos de eficiência energética, produtividade e sustentabilidade;
- II) Pesquisa e desenvolvimento: O desenvolvimento de novas tecnologias e materiais é necessário em alguns aspectos da eficiência energética em plantas industriais. Medidas como fomento, por meio de projetos de P&D no setor elétrico, devem ser tomadas



no curto prazo. No médio e no longo prazo, espera-se a manutenção de grandes programas, como Inova Empresa, com o intuito de garantir medidas mais modernas e de maior monta para o desenvolvimento de tecnologias que contribuirão para a eficiência energética da indústria nacional;

- III) Regulação para induzir a inovação: A inovação e a difusão da tecnologia nos sistemas produtivos devem ser induzidas por meio do poder regulador do Estado. A definição de critérios, parâmetros e metas para a eficiência energética dos processos produtivos é instrumento muito utilizado e fundamental para a viabilização dos objetivos traçados pela macrotemática. Esse processo demandará medidas no curto, médio e longo prazo e pressupõe a cooperação entre diferentes órgãos reguladores do governo brasileiro ao longo do processo.

Tabela 185 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Indústria (Curto Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado Esperado	Categoria de Instrumentos
1	Executar estudos e ações de benchmarking entre as regiões do país dos principais setores industriais e rotas tecnológicas.	Promoção do conhecimento e das bases de informação para viabilizar atendimento das metas regulatória e tecnológicas.	5. Serviços técnicos e consultorias 8. Redes de inovação
2	Criar modelos/projetos demonstrativos/ projetos-piloto para avaliação e adaptação de metodologias para obtenção e tratamento de dados por setor industrial para criação de indicadores de eficiência.	Metodologias de índices e métodos de sensoriamento e monitoramento. Metodologias de índices e métodos de sensoriamento e monitoramento.	2. Apoio direto a P&D 4. Políticas para o empreendedorismo tecnológico e apoio à startups
3	Executar pesquisas em aproveitamento térmico para a geração de calor de processo e geração de eletricidade, aperfeiçoando os sistemas de cogeração.	Atendimento à meta tecnológica. Desenvolvimento de mecanismos de energia solar para energia elétrica e calor, bem como eólica e de ventos.	2. Apoio direto a P&D 1. Incentivos fiscais para P&D

Fonte: Elaboração própria



Tabela 185 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Indústria (Curto Prazo) (continuação)

N.	Atividades de Fomento/ Indutoras e/ou Instrumentos	Organizações Financiadoras	Sugestões de Atores Envolvidos	Rotas Aplicáveis
1	Medidas de cooperação com os serviços de extensão industrial e tecnológica para realização de estudo e monitoramento de eficiência energética.	Aneel, CNI, Sebrae, ABDI, órgãos multilaterais	MDIC (governança), MME, Aneel, CNI/Senai, ABDI, Inmetro, ABNT	1, 2
	Criação de redes de universidades e ICT que podem contribuir no esforço de benchmarking ligado à extensão industrial.	ICT, Aneel, MME, MEC	MCTIC (governança), MME, Aneel, MEC	
2	Projeto de P&D em metodologias de obtenção de dados, monitoramento e sensoriamento de EE na indústria brasileira	Aneel, Procel, Inmetro, ABNT, órgãos multilaterais	Aneel (governança), INEE, Procel, associações, CNI/Senai	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17
	Fomento a startups para setores de interesse em EE, como softwares para modelagem energética e sistemas de identificação e controle de perdas.	Finep, Fapesp, BNDES	MCTIC (governança), Aneel, Finep, Sebrae, MDIC, CNI/Senai, BNDES	
3	Projeto de P&D fomentando iniciativas na área	Aneel	Aneel e MCTIC (governança), Procel	3, 6, 7, 8, 10
	Uso de mecanismos da Lei da Inovação e incentivos fiscais para fomentar inovação em EE.	MDIC, MCTIC, BNDES, Finep, Procel	MCTIC (governança), MDIC, ABDI, CNI/Senai	

Fonte: Elaboração própria

Tabela 186 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotêmica Indústria (Médio Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado Esperado	Categoria de Instrumentos
4	Gerar demanda para difusão de tecnologias de conversão de energia, com foco na eficiência energética, a partir da integração de fontes renováveis.	Difusão de tecnologias e atendimento de metas de inovação.	1. Incentivos fiscais para P&D 14. Financiamento público para projetos com inovação 9. Regulação para a indução da demanda privada para inovação
5	Gerar demanda para difusão de tecnologias de automação e monitoramento de EE inserida em processos produtivos inteligentes.	Difusão de tecnologias e atendimento de metas de inovação.	1. Incentivos fiscais para P&D 14. Financiamento público para projetos com inovação
6	Criar modelos/projetos demonstrativos/projetos-piloto para desenvolvimento de tecnologias e materiais avançados em EE para resfriamento, geração de calor e transporte de massas.	Pesquisas para atender meta tecnológica.	2. Apoio direto a P&D

Fonte: Elaboração própria



Tabela 186 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Indústria (Médio Prazo) (continuação)

N.	Atividades de Fomento/ Indutoras e/ou Instrumentos	Organizações Financiadoras	Sugestões de Atores Envolvidos	Rotas Aplicáveis
4	Deduções fiscais em gastos de P&D	MDIC, MCTIC	MCTIC (governança), MME, MDIC, ABDI, CNI/Senai	3, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17
	Linhas específicas de financiamento, inclusive para startups	BNDES, Finep, FAP	Finep e BNDES (governança), MME, MDIC, MCTIC	
	Regulação com critérios de EE para induzir inovação em plantas industriais	MDIC, Aneel, ABNT, Inmetro, Finep, Procel	Procel (governança), MME, MDIC, MCTIC, Aneel, ABNT, Inmetro	
5	Deduções fiscais em gastos de P&D	MDIC, MCTIC	MCTIC (governança), MME, MDIC	3, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17
	Linhas específicas de financiamento	BNDES, Finep, FAP, linhas internacionais	BNDES e Finep (governança), MME, MDIC, MCTIC	
6	Continuidade de linha conjunta estilo Inova Energia	Aneel, BNDES, Finep, Embrapii, CNI/Senai	Procel (governança), MME, MDIC, MCTIC, CNI/Senai	10, 11, 14, 15, 16, 17

Fonte: Elaboração própria

Tabela 187 - Agenda de Ações de CT&I: Macromatemática Indústria (Longo Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado Esperado	Categoria de Instrumentos
7	Criar modelos/projetos demonstrativos/ projetos-piloto para desenvolvimento de tecnologias e materiais avançados em EE de processos produtivos.	Pesquisas para atender meta tecnológica.	2. Apoio direto a P&D
8	Gerar demanda para difusão de tecnologias de medição, monitoramento e sensoriamento de perdas no processo produtivo.	Difusão de tecnologias e atendimento de metas de inovação.	1. Incentivos fiscais para P&D 14. Financiamento público para projetos com inovação 9. Regulação para a indução da demanda privada para inovação

Fonte: Elaboração própria



Tabela 187 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Indústria (Longo Prazo) (continuação)

N.	Atividades de Fomento/ Indutoras e/ou Instrumentos	Organizações Financiadoras	Sugestões de Atores Envolvidos	Rotas Aplicáveis
7	Continuidade de linha conjunta estilo Inova Energia	Aneel, BNDES, Finep, FAP, linhas internacionais	Procel (governança), MME, MDIC, MCTIC, CNI/Senai	3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17
	Deduções fiscais em gastos de P&D	MDIC, MCTIC	MCTIC (governança), MME, MDIC, CNI/Senai	
8	Linhas específicas de financiamento	BNDES	MCTIC (governança), MME, MDIC	3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17
	Regulação com critérios de EE, qualidade e perdas para induzir inovação em plantas industriais	MDIC, Aneel, ABNT, Inmetro	Procel (governança), MME, MDIC, MCTIC, Inmetro, ABNT	

Fonte: Elaboração própria

A Tabela abaixo apresenta as rotas tecnológicas referenciadas na Tabela anterior.

Tabela 188 - Ordem de Prioridade dos Investimentos em P&D nas Rotas Tecnológicas Abordadas na Macrotemática Indústria

Prioridade	Rota Tecnológica	Temática
1	Indicadores e <i>benchmark</i>	Gestão de energia
2	Padrões, normas e regulamentos	Gestão de energia
3	Sistema de bombeamento	Uso de energia
4	Avaliação de resultado de programas EE na indústria	Gestão de energia
5	Sistema de supervisão e controle de energia	Gestão de energia
6	Sistemas térmicos	Uso de energia
7	Sistema de resfriamento e refrigeração	Uso de energia
8	Integração de fontes energéticas dentro da unidade industrial	Tecnologias de integração
9	Compartilhamento energético em complexos industriais	Tecnologias de integração
10	Sistema de ventilação	Uso de energia
11	Sistema de transporte de massa	Uso de energia
12	Motores elétricos	Uso de energia
13	Gerenciamento pelo lado da demanda	Tecnologias de integração
14	Processos de separação	Uso de energia
15	Processos termo e eletroquímicos	Uso de energia
16	Sistemas de ar comprimido	Uso de energia
17	Uso de resíduos industriais	Uso de energia

Fonte: Elaboração própria

8.4. Saneamento

O objetivo geral da macrotemática é implantar soluções tecnológicas capazes de promover mudança na forma de operar sistemas de saneamento, reduzindo perdas do recurso hídrico e diminuindo o consumo de eletricidade envolvido no abastecimento de água e esgotamento sanitário.



A eficiência energética em sistemas de saneamento é tema estratégico por três fatores. Primeiro, o abastecimento de água concorre com geração hidroelétrica na gestão dos recursos hídricos na bacia, portanto, o desperdício de água tem implicações não só para a garantia do abastecimento de água, mas também para a segurança energética. Segundo, os sistemas de saneamento têm margem de perdas de água muito elevada (36,7% em 2016), o que envolve desperdício de energia elétrica consumida no tratamento e distribuição de recursos hídricos não utilizados. Terceiro, a energia elétrica é um dos principais componentes de custo na prestação de serviços de saneamento, o que torna a eficiência energética essencial para a mitigação de custos.

Os grandes desafios tecnológicos para redução das perdas do recurso hídrico nos sistemas de saneamento são implantação de sistemas inteligentes de abastecimento de água e esgotamento sanitário e inserção de soluções de reuso da água em fins residenciais, industriais e em edificações. A implantação de sistemas inteligentes, orientados por dados, envolve o uso de sensores (monitoramento e gestão em tempo real de parâmetros de normatização, como fluxo, pressão, temperatura, qualidade e uso de energia), medidores de água inteligentes (envio de dados ao prestador dos serviços várias vezes ao dia, não algumas vezes ao ano), algoritmos que transformam dados em informação analíticas (*water analytics*), modelagem avançada, telemetria e automação. O reuso da água envolve tecnologias de tratamento de águas cinzas e pluviais e desenvolvimento de soluções de reuso descentralizadas.

Diante desses desafios e visando à consecução do objetivo geral, estão previstos objetivos específicos de curto, médio e longo prazo, traduzidos nas metas regulatórias, tecnológicas e de inovação apresentadas na Tabela abaixo.

Tabela 189 - Metas Regulatórias, Tecnológicas e de Inovação: Macrotemática Saneamento

Metas	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo Prazo
Regulatórias	1. Criar marco regulatório federal para financiamento de P&D na área de saneamento; 2. Criar normatização para desenvolvimento e inserção de novas tecnologias de <i>water smart grids</i> e reuso da água; 3. Definir metodologia padrão de diagnóstico hidroenergético; 4. Definir padrões técnicos para certificação de eficiência energética em saneamento e seus equipamentos.	1. Definir modelos de análise econômico-financeira para eficiência energética em sistemas de saneamento; 2. Definir modelos e métodos de gestão de ativos para quantificar intermitências no sistema, analisar taxas e evolução das falhas em tubulações e identificar trechos críticos com alto potencial de reparação.	
Tecnológicas	Criar projetos demonstrativos de: a) <i>water informatics</i> (Big Data, IoT); b) <i>water analytics</i> ; c) integração de dados de redes de sensores, técnicas comportamentais e TI para redução do consumo per capita de água dos usuários; d) integração <i>hardware + software</i> para melhorar a eficiência hidroenergética em sistemas de água e esgoto; e) tecnologias de tratamento de águas cinzas e pluviais para reuso em fins residenciais.	Desenvolver projetos demonstrativos de: a) algoritmos baseados em inteligência artificial para operação inteligente de sistemas de água e esgoto; b) <i>design</i> (prototipagem, injeções etc.) de equipamentos mais eficientes para sistemas de água e esgoto; c) <i>software</i> web para provisão de serviços em saneamento.	Desenvolver projetos demonstrativos de: a) soluções descentralizadas de tratamento de efluentes (reuso) para aplicação em fins residenciais e edificações; b) eficiência energética aplicada ao saneamento a partir de redes inteligentes de água e esgoto.
Inovação		1. Fazer inserção-piloto de tecnologias da informação (<i>big data, sensores/IoT, water analytics</i>) para reduzir perdas de água nos sistemas de abastecimento; 2. Difundir no mercado certificação de eficiência energética em saneamento e seus equipamentos.	Fazer inserção-piloto de Tecnologias da Informação (<i>big data, sensores/IoT, water analytics</i>) para melhorar o desempenho operacional em sistemas de esgoto, desde a coleta, ao tratamento e disposição final.

Fonte: Elaboração própria

A estratégia de CT&I que permitirá atingir os objetivos delineados para a macrotemática pode ser sintetizada da seguinte forma: para curto, médio e longo prazo, propõe-se um conjunto de ações que podem ser agrupadas em seis categorias: (a) criar, consolidar e reativar redes colaborativas em soluções de eficiência energética aplicada ao saneamento; (b) criar grupo de trabalho em normatização, padrões técnicos e metodologias de avaliação da eficiência energética nos sistemas de saneamento; (c)



criar projetos demonstrativos para atender as metas tecnológicas propostas; (d) gerar competências internas em recursos humanos e infraestrutura específicos às rotas tecnológicas em saneamento; (e) estimular a produção científica e o compartilhamento do conhecimento gerado; e (f) gerar demanda para elaboração e implantação de soluções de eficiência energética nos sistemas de saneamento.

A mudança no direcionamento das ações que compõem a estratégia de CT&I ocorre com base em tecnologias, projetos demonstrativos ou inovações que se pretende alcançar no curto, médio e longo prazo. Assim, para o curto prazo, as ações de CT&I supracitadas deverão ser empregadas com foco nos seguintes segmentos: (a) aprimoramento de metodologias de medição e verificação para diagnóstico hidroenergético; (b) desenvolvimento de tecnologias da informação e algoritmos inteligentes para coleta e processamento de dados fundamentais à operação inteligente do sistema; e (c) desenvolvimento de tecnologias para reuso da água em fins residenciais.

Para o médio prazo, o foco estará em (a) aprimorar modelos de análise econômico-financeira e gestão de ativos; (b) realizar aplicação-piloto de tecnologias da informação visando à melhora da performance dos sistemas de abastecimento de água; e (c) desenvolver *design* de equipamentos mais eficientes (prototipagem, injeções etc.).

No longo prazo, o foco estará em: (a) desenvolver soluções descentralizadas de reuso da água; (b) desenvolver redes inteligentes; e (c) fazer inserção-piloto de operação inteligente em esgoto.

Tabela 190 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Saneamento (Curto Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado Esperado	Categoria de Instrumentos
1	Criar, consolidar, reativar e/ou adensar redes colaborativas de estudo (ex. LENHS e Prosab) para coordenação das pesquisas e desenvolvimento de tecnologias em eficiência energética aplicada ao saneamento.	Redes de pesquisa, parcerias e grupos de trabalho capazes de coordenar o PD&I, otimizando esforços, buscando sinergias, maximizando resultados e evitando retrabalhos no desenvolvimento de tecnologias de eficiência energética aplicada ao saneamento.	8. Redes de inovação 7. Políticas para apoio à colaboração (U-E ou E-E)
2	Mobilizar grupo de trabalho em arranjos regulatórios e normatização para definir: i) padrões técnicos de certificação de sistemas de saneamento e seus equipamentos; ii) mecanismos de incentivo à eficiência energética aplicada ao saneamento.	Atendimento às metas regulatórias de CP, organizando o ambiente para inovação.	16. Regulação e normatização
3	Gerar competências internas em recursos humanos e infraestrutura de CT&I, com foco em water informatics, water analytics, eficiência hidroenergética e reuso da água.	Criação de competências para PD&I em soluções de eficiência energética aplicadas ao saneamento, visando ao atendimento das metas tecnológicas de CP.	3. Políticas de formação e capacitação 15. Infraestrutura de CT&I
4	Criar projetos demonstrativos nas diversas metas tecnológicas propostas para o CP.	Teste, simulação e avaliação de tecnologias e padrões técnicos para atender às metas tecnológicas de CP.	1. Incentivos fiscais para P&D 2. Apoio direto a P&D interna das firmas 7. Políticas para apoio à colaboração (U-E ou E-E)
5	Estimular a produção científica e o compartilhamento do conhecimento, com foco em water informatics, water analytics, eficiência hidroenergética e reuso da água.	Difusão de informações, conhecimentos e práticas em eficiência energética aplicada ao saneamento.	13. Difusão da informação e conhecimento

Fonte: Elaboração própria



Tabela 190 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Saneamento (Curto Prazo) (continuação)

N.	Atividades de Fomento/ Indutoras e/ou Instrumentos	Organizações Financiadoras	Sugestões de Atores Envolvidos	Rotas Aplicáveis
1	Apoio à estruturação de programas, plataformas, mobilização, consórcios, associações etc.			
	Apoio a eventos nacionais e à participação em eventos internacionais em eficiência energética aplicada ao saneamento.	Procel Sanear, empresas, CNPq, Finep, Embrapii	Procel (governança), MCidades, MCTIC, MME, Finep, universidades, ICT	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18
	Intercâmbios organizacionais e internacionalização da pesquisa.			
	Editais para pesquisa e projetos de inovação em eficiência energética aplicada ao saneamento.			
2	Estruturação de programas nacionais para mobilização e organização de atores direcionados aos temas de regulação e normatização em eficiência energética aplicada ao saneamento.	MCidades, ANA, Aneel, Procel Sanear, Finep (apoiodora), empresas	ANA e Procel (governança), ministérios, Aneel, Finep, associações, ICT, empresas, ABNT, Inmetro, parcerias nacionais ou internacionais	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 11, 14, 16, 17, 18
	Chamadas públicas para modernização de sistemas e equipamentos.	Programa de Eficiência Energética Aneel		
	Linhas de financiamento para modernização de sistemas e equipamentos.	BNDES e demais bancos		
3	Criação de cursos técnicos específicos e de disciplinas de eficiência energética aplicada ao saneamento nos cursos de graduação e pós-graduação em engenharia.	CNI/Senai, CNPq, Capes, FAP, universidades, MEC	MCidades e MEC (governança), universidades, ICT, CNI/Senai	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 13, 14, 16, 17
	Bolsas de pós-graduação, pós-doutorado e doutorado sanduíche.			
	Investimentos em laboratórios e equipamentos.	Finep, FAP, P&D Aneel, BNDES		
4	Deduções fiscais e de impostos de importação.	Orçamento direto da União		
	Programa P&D Aneel.	P&D Aneel	MCidades, MMA e ANA (governança), Procel, universidades, ICT, empresas, associações	2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 13, 14
	Subvenção econômica.	Finep, FAP, CNPq		
	Editais para pesquisa e projetos de inovação em eficiência energética aplicada ao saneamento.	Embrapii, Finep, FAP		
5	Criação/apoio a revistas e periódicos na área de eficiência energética.		MCidades (governança), universidades, ICT, associações, outros ministérios	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 13, 14
	Apoio a eventos nacionais e à participação em eventos internacionais em eficiência energética aplicada ao saneamento.	CNPq, Capes, FAP, universidades, ICT		

Fonte: Elaboração própria

Tabela 191 - Agenda de Ações de CT&I: Macroteática Saneamento (Médio Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado Esperado	Categoria de Instrumentos
6	Gerar competências internas em recursos humanos e infraestrutura de CT&I, com foco em modelos de análise e gestão de ativos, operação inteligente e novos equipamentos.	Criação de competências para PD&I em soluções de eficiência energética aplicadas ao saneamento, visando ao atendimento das metas regulatórias e tecnológicas de MP.	3. Políticas de formação e capacitação 15. Infraestrutura de CT&I
7	Executar estudos em modelos de análise para definir modelos e métodos de: i) avaliação econômico-financeira em eficiência energética aplicada ao saneamento; ii) gestão de ativos em saneamento.	Criação de estudos para subsidiar o atendimento das metas regulatórias de MP, organizando o ambiente para inovação.	2. Apoio direto a P&D interna das firmas 7. Políticas para apoio à colaboração (U-E ou E-E)
8	Criar projetos demonstrativos nas diversas metas tecnológicas propostas para o MP.	Teste, simulação e avaliação de tecnologias e padrões técnicos para atender às metas tecnológicas de MP.	1. Incentivos fiscais para P&D 2. Apoio direto a P&D interna das firmas 7. Políticas para apoio à colaboração (U-E ou E-E)
9	Estimular a produção científica e o compartilhamento do conhecimento gerado, com foco em modelos de análise e gestão de ativos, operação inteligente e novos equipamentos.	Difusão de informações, conhecimentos e práticas em eficiência energética aplicada ao saneamento.	13. Difusão da informação e conhecimento
10	Criar e fortalecer atores capazes de difundir no mercado novas soluções para eficiência energética aplicadas ao saneamento, com foco em tecnologias da informação, operação inteligente e novos equipamentos.	Geração de atores na cadeia produtiva nacional capazes de viabilizar transições tecnológicas e implantar no mercado novas soluções de eficiência energética aplicadas ao saneamento.	4. Políticas para o empreendedorismo tecnológico e apoio a startups 14. Financiamento público para inovação
11	Gerar demanda para: i) implantação de tecnologias da informação (Big Data, sensores/IoT, water analytics) nos sistemas de abastecimento de água; ii) certificação de eficiência energética em sistemas de saneamento e seus equipamentos.	Estímulo à criação de mercado e incentivo à demanda de investimentos em inovação para redução das perdas de água e, consequentemente, do consumo energético dos sistemas, atendendo às metas de inovação de MP.	5. Serviços técnicos e consultorias 9. Demanda privada para inovação 12. Prêmios de indução à inovação 14. Financiamento público para inovação

Fonte: Elaboração própria



Tabela 191 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Saneamento (Médio Prazo) (continuação)

N.	Atividades de fomento / indutoras e/ou Instrumentos	Organizações Financiadoras	Sugestões de atores envolvidos	Rotas Aplicáveis
6	Criação de cursos técnicos específicos e de disciplinas de eficiência energética aplicada ao saneamento nos cursos de graduação e pós-graduação em engenharia.	CNI/Senai, CNPq, Capes, FAP, universidades, MEC	MCidades e MEC (governança), universidades, ICT, CNI/Senai	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10
	Bolsas de pós-graduação, pós-doutorado e doutorado sanduíche.			
	Investimentos em laboratórios e equipamentos.	Finep, FAP, P&D Aneel, BNDES		
7	Programa de P&D Aneel.	P&D Aneel	MCidades, MMA e ANA (governança), Aneel, EPE, Finep, associações, universidades, empresas, ABNT, Inmetro, parcerias nacionais ou internacionais	1, 10
	Subvenção econômica.	Finep, FAP, CNPq		
	Apoio a eventos nacionais e à participação em eventos internacionais em modelos de análise econômico-financeira e gestão de ativos.	Procel Sanear, Finep, CNPq		
	Intercâmbios organizacionais e internacionalização da pesquisa.			
	Editais para pesquisa e projetos em modelos de análise econômico-financeira e gestão de ativos.	Embrapii, Finep, FAP		
8	Deduções fiscais e de impostos de importação.	Orçamento direto da União	MCidades, MMA e ANA (governança), Procel Sanear, universidades, ICT, empresas, associações	2, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 13
	Programa de P&D Aneel.	P&D Aneel		
	Subvenção econômica.	Finep, FAP, CNPq		
	Editais para pesquisa e projetos de inovação em eficiência energética aplicada ao saneamento.	Embrapii, Finep, FAP		
9	Criação/apoio a revistas e periódicos na área de eficiência energética.	CNPq, Capes, FAP, universidades, ICT	MCidades (governança), universidades, ICT, associações, outros ministérios	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 13, 14
	Apoio a eventos nacionais e à participação em eventos internacionais em eficiência energética aplicada ao saneamento.			
10	Chamadas públicas de apoio a incubadoras, aceleradoras e parques/polos tecnológicos.	Finep, FAP, BNDES	MCidades e MDIC (governança), ABDI, CNI, associações	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 13
	Linhas e mecanismos de financiamento para projetos e/ou empresas com tecnologia nacional.			
11	Medidas de consolidação e apoio à certificação tecnológica.	MCidades, outros ministérios, Procel, Inmetro, Finep, BNDES, CNI	MCidades e Procel (governança), outros ministérios, ANA, associações, BNDES	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 13
	Políticas públicas e prêmios indutores de demanda para inovação, engajamento do Procel e Inmetro no processo de desenvolvimento tecnológico.			
	Linhas e mecanismos de financiamento para projetos e/ou empresas com tecnologia nacional.			

Fonte: Elaboração própria

Tabela 192 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Saneamento (Longo Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado Esperado	Categoria de Instrumentos
12	Criar projetos demonstrativos em (i) soluções descentralizadas de reuso da água e (ii) eficiência de sistemas de saneamento a partir de redes inteligentes.	Teste, simulação e avaliação de tecnologias e padrões técnicos para atender às metas tecnológicas de LP.	1. Incentivos fiscais para P&D <hr/> 2. Apoio direto a P&D interna das firmas <hr/> 7. Políticas para apoio à colaboração (U-E ou E-E)
13	Gerar demanda para implantação de tecnologias da informação (Big Data, sensores/IoT, water analytics) nos sistemas de esgotamento sanitário.	Estímulo à criação de mercado e incentivo à demanda de investimentos em inovação para melhorias operacionais nos sistemas de esgotamento sanitário, atendendo à meta de inovação de LP.	5. Serviços técnicos e consultorias <hr/> 9. Demanda privada para inovação <hr/> 12. Prêmios de indução à inovação <hr/> 14. Financiamento público para inovação

Fonte: Elaboração própria



Tabela 192 - Agenda de Ações de CT&I: Macromatemática Saneamento (Longo Prazo) (continuação)

N.	Atividades de Fomento/ Indutoras e/ou Instrumentos	Organizações Financiadoras	Sugestões de Atores Envolvidos	Rotas Aplicáveis
12	Deduções fiscais e de impostos de importação.	Orçamento direto da União		
	Programa de P&D Aneel.	P&D Aneel	MCidades, MMA e ANA (governança), Procel	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 13, 14, 16, 17
	Subvenção econômica.	Finep, FAP, CNPq	Sanear, universidades, ICT, empresas, associações	
	Editais para pesquisa e projetos de inovação em eficiência energética aplicada ao saneamento.	Embrapii, Finep, FAP		
Medidas de consolidação e apoio à adequação a normatizações técnicas e certificações.				
13	Políticas públicas e prêmios indutores de demanda para inovação, engajamento do Procel e Inmetro no processo de desenvolvimento tecnológico.	MCidades, outros ministérios, Procel, Inmetro, Finep, BNDES, CNI	MCidades e Procel (governança), outros ministérios, ANA, associações, BNDES	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 13, 14, 16, 17
	Linhas e mecanismos de financiamento para projetos e/ou empresas com tecnologia nacional.			

Fonte: Elaboração própria

A Tabela abaixo apresenta as rotas tecnológicas referenciadas na Tabela anterior.

Tabela 193 - Ordem de Prioridade dos Investimentos em P&D nas Rotas Tecnológicas Abordadas na Macrotemática Saneamento

Prioridade	Rota Tecnológica	Temática
1	Modelos econômico-financeiros para eficiência energética	Regulação
2	Otimização de sistemas de água e de esgoto	Eficiência operacional
3	Metodologias para projetos eficientes	Eficiência operacional
4	Algoritmos inteligentes pelo lado da demanda	Eficiência pelo lado da demanda
5	Algoritmos inteligentes pelo lado da oferta	Eficiência pelo lado da oferta
6	Equipamentos eficientes para sistemas de água e esgoto (lado da oferta)	Eficiência pelo lado da oferta
7	Medição inteligente (lado da demanda)	Eficiência pelo lado da demanda
8	Equipamentos economizadores pelo lado da demanda	Eficiência pelo lado da demanda
9	Normas sociais	Eficiência pelo lado da demanda
10	Gestão de ativos (modelos, métodos e ferramentas)	Regulação
11	Incentivos, tributos e modelos para reconhecimento dos investimentos em eficiência	Regulação
12	Capacidade de transporte afetada pela qualidade da água	Eficiência pelo lado da oferta
13	Tecnologias de tratamento de água e esgoto pelo lado da oferta	Eficiência pelo lado da oferta
14	Reuso domiciliar	Eficiência pelo lado da demanda
15	Equipamentos para microgeração	Geração de energia
16	Aproveitamento de águas pluviais	Eficiência pelo lado da demanda
17	Reuso industrial	Geração de energia
18	Bioenergia (gases, hidrogênio, biodiesel)	Eficiência pelo lado da demanda

Fonte: Elaboração própria



Capítulo 9



Capítulo 9

Agenda Estratégica de CT&I do Grupo Temático Assuntos Sistêmicos

9.1. Planejamento de CT&I

Objetivo geral: Promover a realização de PD&I em modelos, métodos e ferramentas de planejamento de CT&I de ciclo completo e integrado em áreas de fronteira do conhecimento para o SEB, como suporte à formulação de políticas públicas e estratégias corporativas dos atores comprometidos com a inovação e a sustentabilidade do setor.

Planejamento de CT&I é um campo do conhecimento que está se deslocando da abordagem tradicional para enfoques mais dinâmicos, que incorporam alternativas e opções geradas por combinação de modelos conhecidos e pelo desenvolvimento de novos modelos, explorando-se áreas de fronteira desse campo.

A adoção desses enfoques mais dinâmicos permitirá obter um entendimento mais completo das forças que moldam o futuro e que devem ser levadas em consideração na tomada de decisão relacionada ao planejamento de CT&I do setor elétrico brasileiro. A Aneel, as empresas e demais atores que integram o sistema de inovação do SEB deverão incluir ferramentas qualitativas e quantitativas para monitorar sinais e indicadores das tendências em CT&I e promover a geração de soluções completas nas áreas de interesse estratégico, consoante um direcionamento eficaz dos recursos garantidos por lei para as atividades de PD&I do setor.

Do ponto de vista do arranjo institucional do SEB para implantar o planejamento de CT&I de ciclo completo e integrado, de alto desempenho e na fronteira do conhecimento, torna-se necessária a revisão do marco regulatório do sistema setorial de inovação do SEB, em alinhamento às políticas energética e de CT&I que poderão influenciar favoravelmente o desenvolvimento das rotas dessa macrotemática, considerando-se o aumento da demanda por novos modelos e métodos de prospecção,

seleção e priorização de linhas de PD&I e de monitoramento e avaliação de resultados e impactos de PD&I.

Para atingir o objetivo geral dessa macrotemática, estão previstos objetivos de curto, médio e longo prazo, traduzidos nas seguintes metas regulatórias, tecnológicas e de inovação.

Tabela 194 - Metas Regulatórias, Tecnológicas e de Inovação:
Macrotemática Planejamento de CT&I

Metas	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo Prazo
Regulatória	Realizar a revisão do marco regulatório do CT&I do SEB para a implantação de modelo híbrido de cenarização do sistema setorial de inovação, prospecção tecnológica e priorização de linhas de PD&I, para planejamento do setor.	Implantar novo marco regulatório do CT&I do SEB para a implantação de modelo híbrido de cenarização do sistema setorial de inovação, prospecção tecnológica e priorização de linhas de PD&I, para planejamento do setor, buscando-se balanceamento estratégico dos portfólios de PD&I (coexistência de P&D incremental e radical).	
Tecnológica		Desenvolver modelos de prospecção tecnológica, monitorar e avaliar resultados, impactos e cenarização, baseado em métodos avançados (<i>Big Data</i> , <i>machine learning</i> etc.).	
Inovação	Desenvolver e implantar modelos híbridos de cenarização do sistema setorial de inovação e de priorização de linhas de PD&I.	Incorporar modelos de monitoramento e avaliação de resultados e impactos de PD&I no SEB.	Incorporar modelos de prospecção, priorização e avaliação de resultados e impactos de linhas de PD&I no SEB a partir de técnicas avançadas.

Fonte: Elaboração própria



Para atingir as metas definidas acima, as ações de CT&I referem-se a uma estratégia que buscará atingir os seguintes objetivos:

- I) Fortalecer institucionalmente o sistema setorial de inovação do SEB: Para atender esse objetivo, foram desenvolvidas ações que contemplam metas regulatórias que deverão ocorrer no curto e no médio prazo, visando inserir formalmente no modelo de planejamento energético brasileiro técnicas relacionadas ao planejamento de CT&I. Também devem considerar o desenvolvimento de estudos para identificação do melhor arranjo institucional para tais medidas e a formação de recursos humanos treinados no planejamento de CT&I no âmbito do SEB;
- II) Desenvolver modelos de prospecção tecnológica, cenarização do sistema setorial de inovação do SEB e monitoramento e avaliação de resultados e impactos de PD&I: Os desafios que deverão caracterizar o futuro próximo do SEB demandarão capacidade do setor para planejamento de CT&I, dessa forma, novos métodos de prospecção tecnológica e monitoramento e avaliação de PD&I deverão ser desenvolvidos via projetos de P&D no curto e no médio prazo, visando sua implantação no longo prazo, quando as inovações tecnológicas já terão alterado substancialmente a formatação dos SEB;
- III) Desenvolvimento de competências para o planejamento de CT&I no SEB: Para atender os objetivos traçados para a macrotemática, o SEB deverá desenvolver competências específicas para a consolidação de centros de excelência e redes de pesquisa em planejamento de CT&I especificamente voltados para energia elétrica. Essa etapa prevê ações de CT&I no curto e no médio prazo, visando ao desenvolvimento de competências científicas e industriais no Brasil para o avanço da pesquisa de ponta que possa subsidiar os esforços demandados para o atendimento do objetivo geral da macrotemática.

Tabela 195 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática
 Planejamento de CT&I (Curto Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado Esperado	Categoria de Instrumentos
1	Gerar competências internas em recursos humanos e infraestrutura física e regulatória de CT&I, visando ao estabelecimento de sistemática de formulação, monitoramento e avaliação da agenda estratégica de CT&I do SEB.	Fortalecimento institucional do sistema setorial de inovação do SEB e dos atores que o integram, estabelecendo sistemática de formulação, monitoramento e avaliação da agenda estratégica de CT&I do SEB.	9. Regulação para a indução da demanda privada para inovação <hr/> 3. Políticas de formação e capacitação <hr/> 15. Infraestrutura de CT&I
2	Executar estudos, mapeamentos e inventários para desenvolvimento de metodologias e conceitos para prospecção tecnológica, monitoramento e avaliação de resultados de PD&I no SEB.	Atendimento a metas de curto prazo.	2. Apoio direto a P&D
3	Estabelecer redes colaborativas de estudos para coordenação das pesquisas e desenvolvimentos tecnológicos em torno das temáticas de planejamento de CT&I, com participação de ICT do Brasil e do exterior e empresas do SEB.	Aumento da produção científica e da transferência de conhecimento entre os integrantes de redes de PD&I colaborativo, criadas em torno das temáticas de planejamento de CT&I.	8. Redes de inovação <hr/> 3. Políticas de formação e capacitação

Fonte: Elaboração própria



Tabela 195 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática
Planejamento de CT&I (Curto Prazo) (continuação)

N.	Atividades de Fomento/ Indutoras e/ou Instrumentos	Organizações Financiadoras	Sugestões de Atores Envolvidos	Rotas Aplicáveis
	Estudos propositivos para a revisão do marco regulatório de CT&I do SEB, em alinhamento às políticas energética e de CT&I para desenvolver modelos híbridos de cenarização de sistema setorial de inovação.	Aneel	Aneel, MME, MCTIC/ CNPq, MDIC	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
1	Inclusão no escopo do futuro Programa de Formação de Recursos Humanos (PRH Aneel) de formação, capacitação e pesquisa nas temáticas de planejamento de CT&I, nos moldes do PRH-ANP.	Aneel	Aneel, MME, MCTIC/ CNPq, MDIC, MEC, Sistema S, Finep	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
	Aprimoramento do marco regulatório do setor, integrando planejamento de CT&I, instrumentos e fontes de financiamento, como fundos setoriais do SEB.	Aneel, Finep	Aneel, MME, MCTIC/ CNPq, MDIC	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
2	Desenvolvimento de projetos de PD&I colaborativo entre instituições/empresas do Brasil e de outros países em modelos e métodos para monitoramento e avaliação de PD&I e uso de técnicas de Big Data combinadas com esses modelos e métodos, no âmbito do SEB.	Programa de P&D Aneel, Finep	Aneel, MME, MCTIC/ CNPq, MDIC	1, 2, 3, 7
	Seminários/congressos, intercâmbios organizacionais e internacionais, editais de pesquisas conjuntos.	Capes, CNPq, FAP, Finep, BNDES	MME, Aneel, EPE, MCTIC/ CNPq, MEC/Capes, associações, BNDES	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
3	Editais para bolsas de capacitação institucional (PCI) vinculadas ao desenvolvimento das temáticas de planejamento de CT&I do SEB.	CNPq, Capes, FAP	MCTIC/CNPq, FAP, MEC/Capes	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8

Fonte: Elaboração própria

**Tabela 196 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática
Planejamento de CT&I (Médio Prazo) (continua)**

N.	Ações	Resultado Esperado	Categoria de Instrumentos
4	Gerar competências internas em recursos humanos e infraestrutura física e regulatória de CT&I, visando ao estabelecimento de uma sistemática de formulação, monitoramento e avaliação da agenda estratégica de CT&I do SEB.	Fortalecimento institucional do sistema setorial de inovação do SEB e dos atores que o integram, estabelecendo sistemática de formulação, monitoramento e avaliação da agenda estratégica de CT&I do SEB.	9. Regulação para a indução da demanda privada para inovação <hr/> 9. Regulação para a indução da demanda privada para inovação
5	Estabelecer redes colaborativas de estudos para coordenação das pesquisas e desenvolvimentos tecnológicos em planejamento de CT&I, com participação de ICT do Brasil e do exterior e empresas do SEB.	Criação de observatórios do setor elétrico com competências em planejamento de CT&I, com participação de ICT do Brasil e do exterior e empresas do SEB.	8. Redes de inovação <hr/> 3. Políticas de formação e capacitação <hr/> 7. Políticas para apoio à colaboração (U-E ou E-E)
6	Executar estudos, mapeamentos e inventários para desenvolvimento de metodologias e conceitos para prospecção tecnológica, monitoramento e avaliação de resultados de PD&I no SEB.	Atendimento de meta tecnológica no curto prazo.	2. Apoio direto a P&D

Fonte: Elaboração própria



Tabela 196 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática
Planejamento de CT&I (Médio Prazo) (continuação)

N.	Atividades de Fomento/ Indutoras e/ou Instrumentos	Organizações Financiadoras	Sugestões de Atores Envolvidos	Rotas Aplicáveis
4	Implantação de novo marco regulatório de CT&I do SEB em alinhamento às políticas energética e de CT&I.	Aneel	Aneel, MME, MCTIC/ CNPq, MDIC, EPE	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
	Implantação de mecanismos de prospecção tecnológica, monitoramento e avaliação de resultados e impactos de PD&I.	Aneel	Aneel, MME, MCTIC/ CNPq, MDIC	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
5	Seminários/congressos, intercâmbios organizacionais e internacionais, editais de pesquisas conjuntos.	Capes, CNPq, FAP, Finep, BNDES	MME, Aneel, EPE, MCTIC/CNPq, MEC/ Capes, agentes do setor	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
	Editais para bolsas de capacitação institucional (PCI) vinculadas ao desenvolvimento das temáticas de planejamento de CT&I do SEB.	CNPq, Capes, FAP	MCTIC/CNPq, FAP, MEC/Capes	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
	Apoio a empreendimentos em planejamento de CT&I no âmbito do Programa Nacional de Apoio a Incubadoras e Parques.	Finep, FAP, Senai-ISI	MCTIC/CNPq, FAP, MEC/Capes	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
6	Desenvolvimento de projetos de PD&I colaborativo entre instituições/empresas do Brasil e de outros países em modelos e métodos para monitoramento e avaliação de PD&I e uso de técnicas avançadas.	Programa de P&D Aneel, Finep	Aneel, MME, MCTIC/ CNPq, MDIC	1, 2, 3, 7

Fonte: Elaboração própria

Tabela 197 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática
Planejamento de CT&I (Longo Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado Esperado	Categoria de Instrumentos
7	Estabelecer redes colaborativas de estudos para coordenação das pesquisas e desenvolvimentos tecnológicos em planejamento de CT&I, com participação de ICT do Brasil e do exterior e empresas do SEB.	Criação de observatórios do setor elétrico com competências em planejamento de CT&I, com participação de ICT do Brasil e do exterior e empresas do SEB.	8. Redes de inovação 3. Políticas de formação e capacitação 7. Políticas para apoio à colaboração (U-E ou E-E)
8	Executar estudos, mapeamentos e inventários para desenvolvimento de metodologias e conceitos para prospecção tecnológica, monitoramento e avaliação de resultados de PD&I no SEB.	Atendimento de meta tecnológica no curto prazo.	2. Apoio direto a P&D

Fonte: Elaboração própria



**Tabela 197 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática
Planejamento de CT&I (Longo Prazo) (continuação)**

N.	Atividades de Fomento/ Indutoras e/ou Instrumentos	Organizações Financiadoras	Sugestões de Atores Envolvidos	Rotas Aplicáveis
	Seminários/congressos, intercâmbios organizacionais e internacionais, editais de pesquisas conjuntos.	Capes, CNPq, FAP, Finep, BNDES	MME, Aneel, EPE, MCTIC, MEC, agentes do setor	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
7	Editais para bolsas de capacitação institucional (PCI) vinculadas ao desenvolvimento das temáticas de planejamento de CT&I do SEB.	CNPq, Capes, FAP	MCTIC/CNPq, FAP, MEC/Capes	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
	Apoio a empreendimentos em planejamento de CT&I no âmbito do Programa Nacional de Apoio a Incubadoras e Parques.	Finep, FAP, Senai-ISI	MCTIC/CNPq, FAP, MEC/Capes	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
8	Desenvolvimento de projeto de PD&I colaborativo entre instituições/empresas do Brasil e de outros países em modelos e métodos para monitoramento e avaliação de PD&I e uso de técnicas avançadas.	Programa de P&D Aneel, Finep	Aneel, MME, MCTIC, MDIC	1, 2, 3, 7

Fonte: Elaboração própria

A Tabela abaixo apresenta as rotas tecnológicas referenciadas na Tabela anterior.

Tabela 198 - Ordem de Prioridade dos Investimentos em P&D nas Rotas Tecnológicas Abordadas na Macrotemática Planejamento de CT&I

Prioridade	Rota Tecnológica	Temática
1	Combinação de modelos e métodos conhecidos para seleção e priorização de linhas de PD&I e tecnologias	Modelos para seleção e priorização de linhas de PD&I e tecnologias
2	Novos modelos para seleção e priorização de linhas de PD&I e tecnologias	Modelos para seleção e priorização de linhas de PD&I e tecnologias
3	Métodos híbridos de monitoramento e avaliação de resultados e impactos de PD&I	Metodologias de monitoramento e avaliação de resultados e impactos de PD&I
4	Modelos híbridos, integrando métodos quantitativos e qualitativos e abordagens exploratórias e normativas, para estudos prospectivos do sistema setorial de inovação	Modelos para estudos prospectivos do sistema setorial de inovação
5	Combinação de modelos e métodos conhecidos de prospecção tecnológica	Modelos para estudos de prospecção tecnológica
6	Modelos para estudos prospectivos do sistema setorial de inovação	Modelos para estudos prospectivos do sistema setorial de inovação
7	Novos modelos e métodos de monitoramento e avaliação de resultados e impactos de PD&I	Modelos de monitoramento e avaliação de resultados e impactos de PD&I
8	Modelos para estudos de prospecção tecnológica	Modelos para estudos de prospecção tecnológica

Fonte: Elaboração própria

9.2. Modelos econômicos e de mercado

Objetivo geral: Desenvolver novos modelos capazes de lidar com um ambiente tecnológico e social mais complexo, diverso e inovativo.

Os modelos econômicos e de mercado precisarão se adaptar às inovações internas ao setor de energia, tais como os novos produtos de energia (por exemplo, diferenciação de qualidade de serviços, produtos pré-pagos, níveis diferentes de segurança de abastecimento) e a interação de pequenos agentes no mercado (incluindo os consumidores com energia livre). Também deverão se adaptar à



interação intersetorial, incluindo novos modelos de negócios que unam os setores de telecom e de energia e/ou os de transporte e energia elétrica, entre outros.

No Brasil, a falta de informações e capital humano para a macrotemática representam grande gargalo para a formulação de projetos de PD&I que visem contribuir com os objetivos definidos. Da mesma forma, mudanças necessárias para inclusão de mecanismos de formação de preços e definição de relações interssetoriais (sobretudo com o mercado financeiro) demandarão alterações nos modelos atuais. A diversidade de novas tecnologias em desenvolvimento (como redes inteligentes, geração distribuída, baterias, veículos elétricos e outras) permitirão (e demandarão) inovações nos modelos de negócio no setor de energia. O surgimento de modelos de negócio interagirá tanto com o ambiente institucional do setor (incluindo a regulação) quanto com os processos inovativos da indústria. Essa interação poderá levar a ganhos elevados de bem-estar econômico devido ao alto ganho de produtividade na alocação dos recursos existentes.

Para atender os objetivos dessa macrotemática, estabeleceram-se as seguintes metas de curto, médio e longo prazo.

**Tabela 199 - Metas Regulatórias, Tecnológicas e de Inovação:
Macrotemática Modelos Econômicos e de Mercado**

Metas	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo Prazo
Regulatória	Definir modelos de políticas de incentivo, subsídios e formação de preços no setor elétrico brasileiro.	Incorporar modelo econômicos dinâmicos, considerando processos de tomada de decisão de investimento, inovação e comportamento do consumidor.	
Tecnológica	Pesquisar desenhos de mercado e arquitetura regulatória, considerando interações interssetoriais e entre agentes.	Desenvolver modelos econômicos e de mercado capazes de representar coevolução institucional e tecnológica em ambientes complexos, interações interssetoriais e comportamento das diferentes classes de consumo em face das novas tecnologias.	Desenvolver modelos econômicos e de mercado avançados e dinâmicos, capazes de incorporar dinâmica organizacional, climáticos, ambientais, fundiários, culturais e econômicos.
Inovação		Desenvolver modelo de precificação e definição mais transparente de incentivos e subsídios.	

Fonte: Elaboração própria

Para atingir os objetivos traçados para a macrotemática, uma estratégia de CT&I deverá ser estruturada de modo a, por um lado, desenvolver medidas de formação de capital humano necessárias para o avanço no conhecimento e em pesquisa na área e, por outro lado, desenvolver estudos que subsidiem a incorporação de medidas regulatórias baseadas em modelos mais avançados, com nova precificação no sistema, e outras medidas. Essas ações deverão contar com apoio a projetos de PD&I especificamente para o setor, bem como ações de CT&I que auxiliem a criação de redes para pesquisa e a mudança na regulação pertinente.



Tabela 200 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Modelos Econômicos e de Mercado (Curto Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado Esperado	Categoria de Instrumentos
1	Executar estudos para desenvolvimento de metodologias e conceitos para formação de preços e incentivos no SEB.	Apresentação de propostas de reforma da regulação sobre os temas relacionados à meta regulatória.	5. Serviços técnicos e consultorias
2	Executar estudos para desenvolvimento de metodologias e conceitos sobre modelos econômicos e de mercado.	Geração de informações sobre impactos dos incentivos no sistema e na economia.	2. Apoio direto a P&D
3	Gerar competências internas em recursos humanos e infraestrutura de CT&I em pesquisa em economia da energia e regulação.	Redução da assimetria de informação e conhecimento, compartilhamento e difusão de práticas, experiências e estudos em economia da energia e regulação.	3. Políticas de formação e capacitação 8. Redes de inovação

Fonte: Elaboração própria



Tabela 200 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Modelos Econômicos e de Mercado (Curto Prazo) (continuação)

N.	Atividades de Fomento/ Indutoras e/ou Instrumentos	Organizações Financiadoras	Sugestões de Atores Envolvidos	Rotas Aplicáveis
1	Contratação de estudos para mudança no marco regulatório	Aneel	MME, Aneel, CCEE	1, 2, 3, 7
2	Desenvolvimento de pesquisa sobre modelos econômicos e de mercado, contemplando sistemas de formação de preço e resposta da demanda e do investimento.	Programa de P&D Aneel, Finep	MME, Aneel, CCEE	1, 2, 3, 7
3	Destinação de bolsas a centros de pesquisa em nível de pós-graduação reconhecidos nacional e internacionalmente.	CNPq, Capes, FAP	MME, MEC/Capes, MCTIC/CNPq, Aneel	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11
	Fomento à internacionalização da pesquisa e de trabalhos conjuntos entre diferentes ICT.	Seminários/congressos, intercâmbios organizacionais, editais de pesquisa conjunta.	MME, MEC/Capes, MCTIC/CNPq, Aneel	

Fonte: Elaboração própria

Tabela 201 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Modelos Econômicos e de Mercado (Médio Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado Esperado	Categoria de Instrumentos
4	Executar estudos para desenvolvimento de metodologias e conceitos para formação de preços e incentivos no SEB.	Incorporação de novos arranjos regulatórios e institucionais relacionados a modelos de formação de preços e política de incentivos.	9. Regulação para a indução da demanda privada para inovação
5	Executar estudos para desenvolvimento de metodologias e conceitos sobre modelos econômicos e de mercado.	Geração de pesquisas para atender meta tecnológica.	2. Apoio direto a P&D
6	Gerar competências internas em recursos humanos e infraestrutura de CT&I em pesquisa em economia da energia e regulação.	Redução da assimetria de informação e conhecimento, compartilhamento e difusão de práticas, experiências e estudos em economia da energia e regulação.	3. Políticas de formação e capacitação 8. Redes de inovação

Fonte: Elaboração própria



Tabela 201 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Modelos Econômicos e de Mercado (Médio Prazo) (continuação)

N.	Atividades de Fomento/ Indutoras e/ou Instrumentos	Organizações Financiadoras	Sugestões de Atores Envolvidos	Rotas Aplicáveis
4	Definição de marco regulatório sobre preços e políticas de incentivos no SEB.	Aneel	MME, Aneel, CCEE	1, 2, 3, 7
5	Desenvolvimento de pesquisa sobre modelos econômicos e de mercado, considerando a fronteira do conhecimento nas rotas estabelecidas.	Programa de P&D Aneel, Finep	MME, Aneel, CCEE	8, 9, 10, 11
6	Destinação de bolsas a centros de pesquisa em nível de pós-graduação reconhecidos nacional e internacionalmente.	CNPq, Capes, FAP	MME, MEC/Capes, MCTIC/CNPq, Aneel	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11
	Fomento à internacionalização da pesquisa e de trabalhos conjuntos entre diferentes ICT.	Seminários/congressos, intercâmbios organizacionais, editais de pesquisa conjunta.	MME, MEC/Capes, MCTIC/CNPq, Aneel	

Fonte: Elaboração própria

Tabela 202 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Modelos Econômicos e de Mercado (Longo Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado Esperado	Categoria de Instrumentos
7	Executar estudos para desenvolvimento de metodologias e conceitos sobre modelos econômicos e de mercado.	Geração de pesquisas para atender meta tecnológica.	2. Apoio direto a P&D
8	Gerar competências internas em recursos humanos e infraestrutura de CT&I em pesquisa em economia da energia e regulação.	Redução da assimetria de informação e conhecimento, compartilhamento e difusão de práticas, experiências e estudos em economia da energia e regulação.	3. Políticas de formação e capacitação 8. Redes de inovação

Fonte: Elaboração própria



Tabela 202 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Modelos Econômicos e de Mercado (Longo Prazo) (continuação)

N.	Atividades de Fomento/ Indutoras e/ou Instrumentos	Organizações Financiadoras	Sugestões de Atores Envolvidos	Rotas Aplicáveis
7	Desenvolvimento de pesquisa sobre modelos econômicos e de mercado, considerando a fronteira do conhecimento nas rotas estabelecidas.	Programa de P&D Aneel, Finep	MME, Aneel, CCEE	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11
8	Destinação de bolsas a centros de pesquisa em nível de pós-graduação reconhecidos nacional e internacionalmente.	CNPq, Capes, FAP	MME, MEC/Capes, MCTIC/CNPq, Aneel	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11
	Fomento à internacionalização da pesquisa e de trabalhos conjuntos entre diferentes ICT.	Seminários/congressos, intercâmbios organizacionais, editais de pesquisa conjunta.	MME, MEC/Capes, MCTIC/CNPq, Aneel	

Fonte: Elaboração própria

A Tabela abaixo apresenta as rotas tecnológicas referenciadas na Tabela anterior.

Tabela 203 - Ordem de Prioridade dos Investimentos em P&D nas Rotas Tecnológicas Abordadas na Macrotemática Modelos Econômicos e de Mercado

Prioridade	Rota Tecnológica	Temática
1	Modelos de definição de produtos	Desenho de mercado
2	Modelos de arquitetura	Desenho de mercado
3	Modelos de formação de preços e remuneração (tarifas)	Desenho de mercado
4	Modelos de comportamento	Evolução
5	Modelos de interações intersetoriais	Interação
6	Modelos de interação entre os agentes (negócios)	Desenho de mercado
7	Modelos de desenho de subsídios	Desenho de mercado
8	Modelos de inovação/aprendizagem tecnológica	Evolução
9	Modelos de transição de desenho do mercado	Evolução
10	Modelos de coevolução (incluindo institucional, tecnológica, econômica, ambiental e social)	Interação
11	Modelos de evolução do sistema (incluindo recursos e sustentabilidade)	Evolução

9.3. Demanda por energia elétrica

Objetivo geral: Viabilizar ferramentas e modelos que permitam estabelecer uma visão da evolução futura do mercado de energia elétrica com ênfase na demanda das diversas classes de consumo.

A macrotemática apresenta desafios tecnológicos decorrentes das mudanças por que o sistema elétrico vem passando em todo o mundo. O planejamento dos sistemas tem se voltado cada vez mais para o lado da demanda, haja vista que ela deixará de ser tratada como fator exógeno. Torna-se necessário o desenvolvimento de metodologias apropriadas para a previsão e o planejamento da demanda da energia, considerando novas técnicas que possibilitem maior detalhamento do comportamento da demanda e a obtenção de dados primários sobre usos de energia. Tal detalhamento de dados é a condição necessária para a construção de modelos do tipo *bottom-up* para previsão de demanda de energia.



Nesse sentido, os desafios apresentados para o Brasil apontam para a necessidade de adequar a regulação para os novos desenvolvimentos no setor elétrico brasileiro relativos ao empoderamento da demanda e investir em tecnologias de telecomunicação para possibilitar o desenvolvimento das redes inteligentes, bem como a elaboração de estudos para a extração de informações que permitirão a introdução de novas modalidades de tarifas e, conseqüentemente, alterações na demanda requerida de energia elétrica.

Para sua consecução, estão previstos objetivos de curto, médio e longo prazo, traduzidos nas seguintes metas regulatórias, tecnológicas e de inovação:

Tabela 204 - Metas Regulatórias, Tecnológicas e de Inovação:
Macrotemática Demanda por Energia Elétrica

Metas	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo Prazo
Regulatória	Atualizar e aprimorar base de dados primários de bens e equipamentos da classe residencial (BT), curva de sucateamento de veículos e instalações prediais.		Implantar novo modelo de previsão de demanda para fins de planejamento do setor.
Tecnológica	Definir parâmetros de impacto da gestão de carga e da demanda, de padrões de uso de energia e da variação de carga decorrentes de novas tecnologias de GD e veículos elétricos na demanda de energia.	Gerar novos modelos de previsão de demanda de tipo bottom-up e de projeção probabilística de demanda em escala-piloto, considerando elementos espaciais, balanço energético, curvas de carga para cada classe de consumo, utilizando-se Big Data; Adaptar o modelo de despacho para esses novos modelos.	Gerar novos modelos de previsão de demanda, considerando smart grid, SAE, veículos elétricos, com base em Big Data.
Inovação		Desenvolver ferramenta de seleção e modelos, considerando técnicas de decisão multicritério; Implantar sistema de obtenção de dados primários a partir de medidores eletrônicos em 20% de consumidores BT para subsidiar avanços em pesquisas de Big Data e statistical learning.	

Fonte: Elaboração própria

A estratégia de CT&I que permitirá atingir os objetivos delineados para a macrotemática estruturase em três categorias de ações de CT&I, conforme descrito a seguir:

- IV) Formação e estímulo de competências: Ações para a geração de competências específicas no país em projeção de demanda, sobretudo via estabelecimento de centros de excelência no tema, que perpassam o curto, médio e longo prazo, são destacadas pelos especialistas. Tais ações consideram a identificação e a certificação de centros de excelência no tema da macrotemática e preveem o fornecimento de bolsas de estudos e infraestrutura de pesquisa para os centros com o objetivo de fortalecer o conhecimento e sua difusão em seminários, congressos e publicações;
- V) Pesquisa e desenvolvimento: O desenvolvimento dos novos modelos de previsão de demanda, considerando avanços na fronteira do conhecimento relacionados a modelos estilo *bottom-up* e probabilísticos, demandará ações específicas de P&D que devem contar com a participação de agentes nacionais e internacionais. No longo prazo, espera-se viabilizar a implantação de novo modelo de planejamento, considerando as novas técnicas de projeção de demanda probabilísticas, *bottom-up* e com o uso de *Big Data*;
- VI) Infraestrutura de pesquisa e captação de dados primários: Para subsidiar os estudos e viabilizar o desenvolvimento de novos modelos, técnicas e ferramentas para a projeção de demanda, um conjunto de ações deve ser desenvolvido para a obtenção de dados primários de consumo de energia. Para isso, pesquisas sobre o tema deverão ser feitas, bem como implantação de lotes-piloto para a captação de dados primários baseados em medidores inteligentes, o que deverá ser escalonado ao longo do tempo.



Tabela 205 - Agenda de Ações de CT&I: Macromatemática Demanda por Energia Elétrica (Curto Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado Esperado	Categoria de Instrumentos
1	Executar estudos, mapeamentos e inventários para a atualização e o aprimoramento da pesquisa de posse e uso de equipamentos para classe residencial (PPH) e de custo de déficit.	Estudos de modelos para a previsão de demanda estocástica/probabilística.	5. Serviços técnicos e consultorias
2	Criar modelos para desenvolvimento de projeção de demanda estatística/probabilística, considerando novas tecnologias	Atendimento da meta tecnológica e dos objetivos específicos relativos a novos modelos de previsão de demanda.	2. Apoio direto a P&D 13. Difusão da informação e do conhecimento
3	Estabelecer redes colaborativas de estudos para coordenação de pesquisas e desenvolvimentos tecnológicos em torno das temáticas relacionadas à previsão de demanda no Brasil.	Capacitação de pesquisadores e laboratórios para fomentar a pesquisa relacionada ao objetivo geral.	3. Políticas de formação e capacitação 8. Redes de inovação 15. Infraestrutura de CT&I

Fonte: Elaboração própria



Tabela 205 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Demanda por Energia Elétrica (Curto Prazo) (continuação)

N.	Atividades de Fomento/ Indutoras e/ou Instrumentos	Organizações Financiadoras	Sugestões de atores envolvidos	Rotas Aplicáveis
1	Contratação de pesquisa para atualização do PPH e para sugestão de aprimoramentos da pesquisa de custo de déficit, com implantação de piloto com atualizações.	Programa de P&D da Aneel, Finep, CNPq	MME, Aneel, Procel, associações, EPE, ONS, CNI	1, 2, 3, 5
2	Pesquisa sobre impactos da demanda das novas tecnologias e inserção da temática em modelos de despacho.	Programa de P&D da Aneel, Finep, CNPq	MME, Aneel, EPE, ONS	2, 3, 5
	Technology foresight para difusão da fronteira do conhecimento internacional no tema.	MME, MEC/Capes, MCTIC/CNPq		
3	Destinação de recursos de P&D para bolsas de mestrado, doutorado e pós-doutorado e em infraestrutura em IES de alta reputação.	CNPq, Capes, FAP		
	Seminários/congressos, intercâmbios organizacionais e internacionais, editais de pesquisas.	Capes, CNPq, FAPS, Finep, BNDES	MME, Aneel, EPE, ONS, MCTIC/ CNPq, associações	1, 2, 3, 4, 5
	Priorização de centros de pesquisa que atuem no setor elétrico.	Capes, CNPq, FAP		

Fonte: Elaboração própria

Tabela 206 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotêmica Demanda por Energia Elétrica (Médio Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado Esperado	Categoria de Instrumentos
4	Criar modelos-piloto para desenvolvimento metodológico de obtenção de dados primários.	Infraestrutura para obtenção de dados que subsidiarão objetivos específicos relacionados a modelos tipo bottom-up e probabilísticos com a utilização de Big Data.	1. Incentivos fiscais para P&D 2. Apoio direto a P&D 10. Compras públicas
5	Estabelecer redes colaborativas de estudos para coordenação de pesquisas e desenvolvimentos tecnológicos em torno das temáticas relacionadas à previsão de demanda no Brasil.	Capacitação de pesquisadores e laboratórios para fomentar a pesquisa relacionada ao objetivo geral.	3. Políticas de formação e capacitação 8. Redes de inovação 15. Infraestrutura de CT&I
6	Executar estudos para aprimoramento da metodologia de determinação das curvas de carga típicas.	Identificação de grupos de consumidores e do mercado potencial para a implantação da geração solar distribuída.	2. Apoio direto a P&D
7	Executar estudos para desenvolvimento de nova geração de modelos de projeção de demanda.	Atendimento das metas tecnológica e de inovação, gerando novos modelos e ferramentas de apoio à decisão.	2. Apoio direto a P&D

Fonte: Elaboração própria



Tabela 206 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Demanda por Energia Elétrica (Médio Prazo) (continuação)

N.	Atividades de Fomento/ Indutoras e/ou Instrumentos	Organizações Financiadoras	Sugestões de Atores Envolvidos	Rotas Aplicáveis
4	Instalação de infraestrutura tecnológica para obtenção de dados primários para classe residencial BT.	Lei da Inovação	ONS, Aneel, EPE	1, 2, 3, 4, 5
		Programa de P&D da Aneel, Finep		
5	Destinação de recursos de P&D para bolsas de mestrado, doutorado e pós-doutorado e em infraestrutura em IES de alta reputação. Seminários/congressos, intercâmbios organizacionais e internacionais, editais de pesquisas. Priorização de centros de pesquisa que atuem no setor elétrico.	Encomendas tecnológicas	MME, Aneel, EPE, ONS, MCTIC/ CNPq, associações	1, 2, 3, 4, 5
		CNPq, Capes, FAP		
		Capes, CNPq, FAP, Finep, BNDES		
6	Definição de estudos para a formulação de nova metodologia de determinação de curva de carga por classe de consumo.	Capes, CNPq, FAP	Aneel, EPE, ONS, MME	1, 2, 4
		MME, Aneel, EPE, Finep		
7	Projeto de P&D Estratégico para o desenvolvimento de modelos bottom-up, probabilísticos, considerando Big Data e novas tecnologias inseridos no modelo de despacho.	Programa de P&D da Aneel, Finep	Aneel, MME, EPE, ONS	1, 2, 3, 4, 5

Fonte: Elaboração própria

Tabela 207 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotêmica Demanda por Energia Elétrica (Longo Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado Esperado	Categoria de Instrumentos
8	Estabelecer redes colaborativas de estudos para coordenação de pesquisas e desenvolvimentos tecnológicos em torno das temáticas relacionadas à previsão de demanda no Brasil.	Capacitação de pesquisadores e laboratórios para fomentar a pesquisa relacionada ao objetivo geral.	3. Políticas de formação e capacitação 8. Redes de inovação 15. Infraestrutura de CT&I
9	Gerar competências internas em recursos humanos e infraestrutura de CT&I para a criação de repositório de microdados de consumo de energia.	Consolidação de base de dados para subsidiar uso de modelos de previsão, contemplando Big Data.	15. Infraestrutura de CT&I
10	Executar estudos para desenvolvimento de nova geração de modelos de projeção de demanda e respectiva regulação para inserção no sistema.	Atendimento das metas tecnológica e regulatória, gerando novos modelos e ferramentas de apoio à decisão.	2. Apoio direto a P&D interna das firmas
11	Gerar competências internas em recursos humanos e infraestrutura de CT&I em engenharia para previsão de demanda.	Subsídio à difusão de conhecimentos em projeção de demanda por meio do uso de metodologias estatísticas avançadas.	3. Políticas de formação e capacitação

Fonte: Elaboração própria



Tabela 207 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Demanda por Energia Elétrica (Longo Prazo) (continuação)

N.	Atividades de fomento / indutoras e/ou Instrumentos	Organizações Financiadoras	Sugestões de atores envolvidos	Rotas Aplicáveis
	Destinação de recursos de P&D para bolsas de mestrado, doutorado e pós-doutorado e em infraestrutura em IES de alta reputação.	CNPq, Capes, FAP		
8	Seminários/congressos, intercâmbios organizacionais e internacionais, editais de pesquisas.	Capes, CNPq, FAP, Finep, BNDES	MME, Aneel, EPE, ONS, MCTIC/ CNPq, associações	1, 2, 3, 4, 5
	Priorização de centros de pesquisa que atuem no setor elétrico.	Capes, CNPq, FAP		
9	Definição de protocolo e criação de repositório de dados com base na PPH e dados primários de uso de energia elétrica.	MME, MCTIC/CNPq	MME, MCTIC	1, 2, 3, 4, 5
10	Pesquisa de modelos considerando Big Data e novas tecnologias, inseridos no modelo de despacho e gestão de demanda por subclasse de consumo.	Programa de P&D Aneel, Finep	Aneel, MME, EPE, ONS	1, 2, 3, 4, 5
11	Inclusão de disciplinas de modelagens de séries temporais e métodos quantitativos, além de tópicos em energias renováveis e redes inteligentes.	MEC/Capes, MCTIC/CNPq	MME, MEC/Capes, MCTIC/CNPq	1, 2, 3, 4, 5

Fonte: Elaboração própria

A Tabela abaixo apresenta as rotas tecnológicas referenciadas na Tabela anterior.

Tabela 208 - Ordem de Prioridade dos Investimentos em P&D nas Rotas Tecnológicas Abordadas na Macrotemática Demanda por Energia Elétrica

Prioridade	Rota Tecnológica	Temática
1	Determinantes da demanda	Determinantes e previsão da demanda por energia elétrica
2	Previsão de demanda	Determinantes e previsão da demanda por energia elétrica
3	Técnicas de resposta à demanda	Gerenciamento pelo lado da demanda
4	Geração distribuída	Gerenciamento pelo lado da demanda
5	Gerenciamento da demanda	Gerenciamento pelo lado da demanda

Fonte: Elaboração própria

9.4. Modelos de planejamento da operação

Objetivo geral: Alinhar as ferramentas para uso no planejamento da operação às mudanças tecnológicas, regulatórias, de modelos de negócio e de aspectos comportamentais de agentes de consumo.

Os desafios tecnológicos relacionados à macrotemática podem ser resumidos como: aumento da participação das fontes renováveis e intermitentes no sistema elétrico; mudanças de comportamento dos consumidores com o uso de geração distribuída, veículos elétricos e uso eficiente de energia; valorização do produto “potência” no sistema elétrico; novas restrições ambientais e operacionais sobre as novas usinas hidrelétricas e térmicas; uso múltiplo da água nas bacias hidrográficas; utilização de dispositivos de armazenamento de energia.

Na medida em que se espera a ocorrência de mudanças estruturais na expansão da oferta de geração e de alguns comportamentos de consumo, é necessário haver a evolução contínua de alguns temas e a introdução recorrente de temas novos e correlatos com as tendências identificadas no cenário do SEB. As técnicas de solução atuais adotadas nos modelos de planejamento da operação (Newave e Decomp) já apresentam sinais de necessidade de substituição por técnicas mais atuais, estáveis e eficientes, adotando-se um processo que garanta, a todos os agentes setoriais envolvidos, acessibilidade aos modelos utilizados no setor de energia elétrica. Em futuro breve, as fontes intermitentes aumentarão sua participação no sistema brasileiro, trazendo desafios à sua representação de forma mais adequada e aderente ao que ocorre na prática. Por outro lado, os fenômenos climáticos deverão ter maior



importância na elaboração dos processos de previsão de precipitação, aflúências, luminosidade, temperatura, de modo a se estimarem tanto as disponibilidades energéticas das diversas fontes de produção quanto os requisitos da rede. Mudanças nos hábitos de consumo também poderão afetar de forma significativa a reação da carga ao longo do dia.

Tabela 209 - Metas Regulatórias, Tecnológicas e de Inovação:
Macrotemática Modelos de Planejamento da Operação

Metas	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo Prazo
Regulatória		Definir novos marcos regulatórios para o planejamento da operação, considerando novos modelos de planejamento.	
Tecnológica	Desenvolver modelos de pré-despacho, no curto e no médio prazo, que incorporem incertezas sobre disponibilidade de fontes intermitentes, previsão de carga em base horária de pré-despacho (pela oferta) e impactos de redes inteligentes para os modelos de operação.	Desenvolver parâmetros de impacto de mudanças climáticas na matriz energética brasileira. Desenvolver novos modelos de planejamento da operação que considerem novas fontes intermitentes, redes inteligentes, carros elétricos, SAE, dentre outros fatores.	Desenvolver modelos de pré-despacho, no curto e no médio prazo, que incorporem a inserção maciça de novas tecnologias.
Inovação	Aplicar melhorias ou aperfeiçoamento nos modelos usados no planejamento da operação (Newave e Decomp).	Incorporar novos modelos de planejamento da operação, considerando novas tecnologias e alterações nos modelos de mercados e seus impactos na operação do sistema nos sistemas de planejamento da operação.	

Fonte: Elaboração própria

A estratégia de CT&I para atender os objetivos da macrotemática é baseada em dois blocos de ações, conforme descrito a seguir:

- I) Fortalecer rede de pesquisa em modelos de operação do sistema: As atividades listadas se relacionam à capacitação do SEB para desenvolver pesquisas de ponta sobre os impactos das diversas mudanças pelas quais o SEB está atravessando, seja de novas tecnologias inseridas no sistema, mudanças no comportamento do consumo,

impactos ambientais, bem como novas metodologias e tecnologias para otimização, considerando avanços computacionais;

- II) Desenvolver novos modelos de planejamento da operação: No curto prazo, é preciso aprimorar os atuais modelos de planejamento da operação, considerando incertezas e novos aperfeiçoamentos necessários no sistema. Essas atividades devem contar com a contratação, por parte dos agentes do setor, de processos de construção de novos modelos, bem como pesquisas sobre fronteiras do conhecimento que ainda necessitam ser sistematizadas para a incorporação em modelos computacionais. No médio prazo, espera-se a substituição de todo o modelo de planejamento, considerando as profundas alterações pelas quais passará o setor elétrico, preparando para alterações contínuas de modelos dinâmicos no longo prazo.



Tabela 210 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Modelos de Planejamento da Operação (Curto Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado Esperado	Categoria de Instrumentos
1	Estabelecer redes colaborativas de estudos para coordenação de pesquisas e desenvolvimentos tecnológicos em modelos de operação do sistema.	Fomentar pesquisa para atendimento dos objetivos específicos.	2. Apoio direto a P&D <hr/> 3. Políticas de formação e capacitação <hr/> 13. Difusão da informação e do conhecimento
2	Executar estudos para desenvolvimento de tecnologia e metodologias para o desenvolvimento de modelos de operação de pré-despacho, no curto e no médio prazo, considerando incertezas, novos sistemas intermitentes e comportamento da demanda.	Atualizar sistemas existentes, considerando novas arquiteturas e informações do sistema.	5. Serviços técnicos e consultorias <hr/> 2. Apoio direto a P&D

Fonte: Elaboração própria



Tabela 210 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Modelos de Planejamento da Operação (Curto Prazo) (continuação)

N.	Atividades de Fomento/ Indutoras e/ou Instrumentos	Organizações Financiadoras	Sugestões de Atores Envolvidos	Rotas Aplicáveis
	Criação de projetos de P&D cooperados ou estratégicos para o desenvolvimento de pesquisa básica e aplicada a novos modelos de operação.	Programa de P&D Aneel	Aneel, ONS, MME, EPE, CCEE	
1	Destinação de recursos de P&D para bolsas de mestrado e doutorado em instituições acadêmicas e intercâmbios internacionais com centros de pesquisa.	Bolsas de pós-graduação (CNPq, Capes, FAP)	Aneel, ONS, MME, MCTIC, MEC	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13
	Realização de workshops e seminários no âmbito de projetos de P&D e encontros conjugados com empresas de tecnologia e fabricantes de equipamentos.	Programa de P&D Aneel, CNPq, Capes	Aneel, ONS, MME, EPE, MCTIC/CNPq, MEC/Capes	
	Contratação de pesquisa para atualização e melhoria de modelos de operação hidrotérmicos.	ONS, Art. 20 Lei de Compras Públicas	MME, ONS, Aneel, MCTIC/CNPq	1, 5, 9, 11
2	Criação de projetos de P&D para o desenvolvimento de novos modelos de operação.	Programa de P&D Aneel, Finep	Aneel, ONS, MME, MCTIC/CNPq	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13

Fonte: Elaboração própria

Tabela 211 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Modelos de Planejamento da Operação (Médio Prazo) (continua)

N	Ações	Resultado Esperado	Categoria de Instrumentos
3	Estabelecer redes colaborativas de estudos para coordenação de pesquisas e desenvolvimentos tecnológicos em modelos de operação do sistema.	Fomento à pesquisa para atendimento dos objetivos específicos.	2. Apoio direto a P&D 3. Políticas de formação e capacitação 13. Difusão da informação e do conhecimento
4	Executar estudos para desenvolvimento da tecnologia e metodologias para o desenvolvimento de modelos de operação de pré-despacho, no curto e no médio prazo, considerando novos modelos de negócios em energia.	Atualização de sistemas existentes, considerando novos arranjos de negócio no setor.	5. Serviços técnicos e consultorias

Fonte: Elaboração própria



Tabela 211 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Modelos de Planejamento da Operação (Médio Prazo) (continuação)

N	Atividades de Fomento/ Indutoras e/ou Instrumentos	Organizações Financiadoras	Sugestões de Atores Envolvidos	Rotas Aplicáveis
	Criação de projetos de P&D cooperados ou estratégicos para o desenvolvimento de pesquisa básica e aplicada a novos modelos de operação.	Programa de P&D Aneel	Aneel, ONS, MME, EPE, CCEE	
3	Destinação de recursos de P&D para bolsas de mestrado e doutorado em instituições acadêmicas e intercâmbios internacionais com centros de pesquisa.	Bolsas de pós-graduação (CNPq, Capes, FAP)	Aneel, ONS, MME, MCTIC, MEC	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13
	Realização de workshops e seminários no âmbito de projetos de P&D e encontros conjugados com empresas de tecnologia e fabricantes de equipamentos.	Programa de P&D Aneel, CNPq, Capes	Aneel, ONS, MME, EPE, MCTIC/CNPq, MEC/Capes	
4	Contratação de pesquisa para atualização e melhoria de modelos de operação hidrotérmicos.	ONS, Art. 20 Lei de Compras Públicas	MME, ONS, Aneel, MCTIC/CNPq	1, 5, 9, 11

Fonte: Elaboração própria

Tabela 212 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Modelos de Planejamento da Operação (Longo Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado Esperado	Categoria de Instrumentos
5	Estabelecer redes colaborativas de estudos para coordenação de pesquisas e desenvolvimentos tecnológicos em modelos de operação do sistema.	Fomento à pesquisa para atendimento dos objetivos específicos.	2. Apoio direto a P&D <hr/> 3. Políticas de formação e capacitação <hr/> 13. Difusão da informação e do conhecimento

Fonte: Elaboração própria



Tabela 212 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Modelos de Planejamento da Operação (Longo Prazo) (continuação)

N.	Atividades de Fomento/ Indutoras e/ou Instrumentos	Organizações Financiadoras	Sugestões de Atores Envolvidos	Rotas Aplicáveis
	Criação de projetos de P&D cooperados ou estratégicos para o desenvolvimento de pesquisa básica e aplicada a novos modelos de operação.	Programa de P&D Aneel	Aneel, ONS, MME, EPE, CCEE	
5	Destinação de recursos de P&D para bolsas de mestrado e doutorado em instituições acadêmicas e intercâmbios internacionais com centros de pesquisa.	Bolsas de pós-graduação (CNPq, Capes, FAP)	Aneel, ONS, MME, MCTIC, MEC	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13
	Realização de workshops e seminários no âmbito de projetos de P&D e encontros conjugados com empresas de tecnologia e fabricantes de equipamentos.	Programa de P&D Aneel, CNPq, Capes	Aneel, ONS, MME, EPE, MCTIC/CNPq, MEC/Capes	

Fonte: Elaboração própria

A Tabela abaixo apresenta as rotas tecnológicas referenciadas na Tabela anterior.

Tabela 213 - Ordem de Prioridade dos Investimentos em P&D nas Rotas Tecnológicas Abordadas na Macrotemática Modelos de Planejamento da Operação

Prioridade	Rota Tecnológica	Temática
1	Modelos de previsão (informações básicas para os modelos)	Modelo de pré-despacho (dia seguinte)
2	Estudos elétricos	Modelo de pré-despacho (dia seguinte)
3	Melhoria na representação das incertezas sobre a carga de energia	Modelo de planejamento de curto prazo (semana seguinte)
4	Novas fontes de produção de energia	Modelo de pré-despacho (dia seguinte)
5	Melhoria da representação das incertezas das afluências	Modelo de planejamento de curto prazo (semana seguinte)
6	Estudo de metodologia para representar o sistema hidrelétrico de forma individualizada	Modelo de planejamento de médio prazo (mês seguinte)
7	Consideração das restrições de atendimento da carga de ponta	Modelo de planejamento de curto prazo (semana seguinte)
8	Modelo de pré-despacho	Modelo de pré-despacho (dia seguinte)
9	Evolução da metodologia atual	Modelo de planejamento de médio prazo (mês seguinte)
10	Representação do atendimento da ponta de carga no modelo de planejamento de médio prazo	Modelo de planejamento de médio prazo (mês seguinte)
11	Evolução da metodologia atual	Modelo de planejamento de curto prazo (semana seguinte)
12	Inserção da representação do mercado de gás natural	Modelo de planejamento de curto prazo (semana seguinte)
13	Modelo de pré-despacho baseado nas ofertas dos agentes (oferta de preços)	Modelo de pré-despacho (dia seguinte)

Fonte: Elaboração própria

9.5. Modelos de planejamento da expansão

Objetivo geral: Instrumentalizar o planejamento da expansão da geração e transmissão por meio de conceitos, métodos e modelos, critérios e procedimentos que incorporem as inovações técnicas e



alterações do ambiente regulatório e institucional do setor elétrico, em harmonia com os processos de operação e de comercialização de energia.

Os desafios tecnológicos relacionados à macrotemática buscam o desenvolvimento de modelos mais consistentes com a realidade. Os modelos que simulam a expansão de longo prazo normalmente simplificam o subproblema da operação para ser computacionalmente tratável. Há também tendência de integração com outras cadeias energéticas e com modelos macroeconômicos. Os modelos de expansão de curto e médio prazo representam melhor o subproblema da operação, mas necessitam de algoritmos específicos para tratar um problema de programação inteira-mista. Nos dois casos, é importante considerar a expansão das fontes intermitentes e a evolução das tecnologias de armazenamento de energia e da geração distribuída. Atualmente, os modelos não são flexíveis o suficiente para considerar a possibilidade de uma decisão mais descentralizada, de modo que as distribuidoras e os consumidores (resposta da demanda) tenham maior participação.

Quanto ao processo de planejamento da expansão no Brasil, os planos de expansão, sejam eles de curto, médio ou longo prazo, precisam ser feitos com modelos que sejam transparentes o suficiente para que se entenda como os resultados são obtidos. Nesse sentido, precisam incorporar elementos para que se capte a viabilidade técnica, econômica e socioambiental dos planos de expansão, propriamente dito, e das políticas públicas. Outras oportunidades para o país em PD&I de variáveis importantes a serem consideradas nos modelos de expansão de curto, médio e longo prazo são o custo do déficit de energia e o custo marginal de expansão.

Para atingir o objetivo geral dessa macrotemática, estão previstos objetivos de curto, médio e longo prazo, traduzidos nas seguintes metas regulatórias, tecnológicas e de inovação.

**Tabela 214 - Metas Regulatórias, Tecnológicas e de Inovação:
Macrotemática Modelos de Planejamento da Expansão**

Metas	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo Prazo
Regulatória	Incorporar modelo de planejamento de expansão de curto e médio prazo no planejamento nacional pela EPE.		
Tecnológica	Desenvolver modelos de planejamento integrado de curto e médio prazo, considerando fontes intermitentes e decisões sob incerteza; Atualizar metodologia de cálculo de custo de déficit e de expansão.	Montagem de banco de dados sobre fontes intermitentes no SIN.	
Inovação	Realizar mapeamento completo de todos os recursos energéticos disponíveis no país, bem como potenciais exportadores de recursos energéticos.	Incorporar modelos integrados de expansão com decisão sob incerteza de curto e médio prazo.	Incorporar novos modelos de planejamento da expansão de curto, médio e longo prazo, considerando decisão sob incerteza, fontes intermitentes e novas tecnologias de gestão da demanda.

Fonte: Elaboração própria

Uma estratégia de CT&I para atingir as metas destacadas pelos objetivos específicos da macrotemática pode ser definida de acordo com os passos destacados a seguir:

- I) Consolidação de base de dados para subsidiar modelos de planejamento da expansão: A macrotemática demandará esforços para a consolidação e a criação de base de dados para subsidiar o desenvolvimento e a implantação de modelos integrados de planejamento da expansão. Esse esforço demandará, principalmente, medidas de consolidação de infraestrutura de CT&I no curto e no médio prazo, relacionadas ao mapeamento dos recursos energéticos nacionais e possíveis exportadores para o país, bem como para a criação de séries temporais meteorológicas relacionadas a fontes intermitentes de energia;
- II) Pesquisa e desenvolvimento de algoritmos de otimização e modelos de planejamento: A macrotemática demandará medidas de apoio direto a P&D para o desenvolvimento de algoritmos para a otimização dos sistemas computacionais, bem como para o desenvolvimento de modelos de planejamento da expansão de curto, médio e longo prazo. Essas pesquisas deverão ser baseadas em competências desenvolvidas mediante a consolidação de centros de excelência no Brasil que subsidiarão, por meio de intercâmbios internacionais e entre empresas e demais atores do SEB, a geração de pesquisas avançadas sobre o tema.



Tabela 215 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Modelos de Planejamento da Expansão (Curto Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado Esperado	Categoria de Instrumentos
1	Gerar competências internas em recursos humanos e infraestrutura de CT&I para integrar sistemas de informações para modelos de planejamento da expansão.	Base de dados integrada para subsidiar desenvolvimentos tecnológicos relacionados às metas.	2. Apoio direto a P&D
2	Executar estudos para desenvolvimento de novos modelos integrados com decisão sob incerteza de planejamento da expansão de curto, médio e longo prazo.	Atendimento de metas tecnológicas relacionadas a novos modelos de planejamento da expansão.	2. Apoio direto a P&D 9. Regulação para a inovação 2. Apoio direto a P&D
3	Gerar competências internas em recursos humanos e infraestrutura de CT&I em planejamento da expansão no Brasil.	Fomento à criação de competências em planejamento por meio de intercâmbios e consolidação de projetos de PD&I.	7. Políticas para apoio à colaboração (U-E ou E-E) 3. Políticas de formação e capacitação 3. Políticas de formação e capacitação

Fonte: Elaboração própria



Tabela 215 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Modelos de Planejamento da Expansão (Curto Prazo) (continuação)

N.	Atividades de Fomento/ Indutoras e/ou Instrumentos	Organizações Financiadoras	Sugestões de Atores Envolvidos	Rotas Aplicáveis
1	Criação de base de dados integrada sobre recursos energéticos disponíveis no país e possíveis exportadores, bem como mapeamento de fontes de incertezas.	Programa de P&D Aneel, Finep	Aneel, MME, CCEE, EPE, ONS, ANP, ANA	1, 2, 4, 5
	Projeto de P&D sobre desenvolvimento de novo modelo integrado de expansão de curto, médio e longo prazo.	Programa de P&D Aneel, Finep	Aneel, MME, ONS, EPE	1, 2, 3, 4, 5, 6
2	Revisão do marco regulatório para incorporar modelo de planejamento de expansão de curto e médio prazo pela EPE.	Aneel	Aneel, EPE, ONS, MME	1, 2
	Projeto de P&D para atualização de metodologia de custo de déficit e de expansão do sistema.	Programa de P&D Aneel	Aneel, MME, ONS, EPE	1, 2, 3, 4, 5, 6
3	Maior interação entre operação e planejamento do sistema.	EPE, ONS, empresas do setor, ICT	Aneel, MME, ONS, EPE, CCEE	1, 2, 3, 4, 5, 6
	Fomento a programas de intercâmbio no Brasil e no exterior, nas rotas dessa MT.	CNPq, Capes, FAP, Erasmus (UE)	Aneel, MME, MCTIC/ CNPq, MEC/Capes	1, 2, 3, 4, 5, 6
	Bolsas de mestrado, doutorado e pós-doutorado e em infraestrutura.	CNPq, Capes, FAP	Aneel, MME, MCTIC/ CNPq, MEC/Capes	1, 2, 3, 4, 5, 6

Fonte: Elaboração própria

Tabela 216 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Modelos de Planejamento da Expansão (Médio Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado Esperado	Categoria de Instrumentos
4	Gerar competências internas em recursos humanos e infraestrutura de CT&I para integrar sistemas de informações para modelos de planejamento da expansão.	Base de dados integrada para subsidiar desenvolvimentos tecnológicos relacionados às metas.	2. Apoio direto a P&D
5	Criar modelos para modelagem das fontes intermitentes com a integração de modelos que representem o detalhamento da geração horária com os modelos de planejamento da expansão.	Atendimento às metas etnológica e de inovação.	2. Apoio direto a P&D
6	Gerar competências internas em recursos humanos e infraestrutura de CT&I em planejamento da expansão no Brasil.	Fomento à criação de competências em planejamento por meio de intercâmbios e consolidação de projetos de PD&I.	7. Políticas para apoio à colaboração (U-E ou E-E) 3. Políticas de formação e capacitação 3. Políticas de formação e capacitação

Fonte: Elaboração própria



Tabela 216 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Modelos de Planejamento da Expansão (Médio Prazo) (continuação)

N.	Atividades de Fomento/ Indutoras e/ou Instrumentos	Organizações Financiadoras	Sugestões de Atores Envolvidos	Rotas Aplicáveis
4	Criação de base de dados integrada sobre recursos energéticos disponíveis no país e possíveis exportadores, bem como mapeamento de fontes de incertezas.	Programa de P&D Aneel, Finep	Aneel, MME, CCEE, EPE, ONS, ANP, ANA	1, 2, 4, 5
5	Projeto estratégico de P&D Aneel	Programa de P&D Aneel, Finep	Aneel, MME, ONS, EPE, CCEE	1, 2, 3, 4, 5, 6
	Maior interação entre operação e planejamento do sistema.	EPE, ONS, empresas do setor, ICT	Aneel, MME, ONS, EPE, CCEE	1, 2, 3, 4, 5, 6
6	Fomento a programas de intercâmbio no Brasil e no exterior, nas rotas dessa MT.	CNPq, Capes, FAP, Erasmus (UE)	Aneel, MME, MCTIC/ CNPq, MEC/Capes	1, 2, 3, 4, 5, 6
	Bolsas de mestrado, doutorado e pós-doutorado e em infraestrutura.	CNPq, Capes, FAP	Aneel, MME, MCTIC/ CNPq, MEC/Capes	1, 2, 3, 4, 5, 6

Fonte: Elaboração própria

Tabela 217 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Modelos de Planejamento da Expansão (Longo Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado Esperado	Categoria de Instrumentos
7	Gerar competências internas em recursos humanos e infraestrutura de CT&I para integrar sistemas de informações para modelos de planejamento da expansão.	Revisão, modernização e atualização da base de dados para subsidiar desenvolvimentos tecnológicos relacionados às metas.	2. Apoio direto a P&D
8	Gerar competências internas em recursos humanos e infraestrutura de CT&I em planejamento da expansão no Brasil.	Fomento à criação de competências em planejamento por meio de intercâmbios e consolidação de projetos de PD&I.	7. Políticas para apoio à colaboração (U-E ou E-E) 3. Políticas de formação e capacitação 3. Políticas de formação e capacitação

Fonte: Elaboração própria



Tabela 217 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Modelos de Planejamento da Expansão (Longo Prazo) (continuação)

N.	Atividades de Fomento/ Indutoras e/ou Instrumentos	Organizações Financiadoras	Sugestões de Atores Envolvidos	Rotas Aplicáveis
7	Revisão, atualização e manutenção de sistema de informações e modelos.	Programa de P&D Aneel, Finep	Aneel, MME, CCEE, EPE, ONS, ANP, ANA	1, 2, 4, 5
	Maior interação entre operação e planejamento do sistema.	EPE, ONS, empresas do setor, ICT	Aneel, MME, ONS, EPE, CCEE	1, 2, 3, 4, 5, 6
8	Fomento a programas de intercâmbio no Brasil e no exterior, nas rotas dessa MT.	CNPq, Capes, FAP, Erasmus (UE)	Aneel, MME, MCTIC/ CNPq, MEC/Capes	1, 2, 3, 4, 5, 6
	Bolsas de mestrado, doutorado e pós-doutorado e em infraestrutura.	CNPq, Capes, FAP	Aneel, MME, MCTIC/ CNPq, MEC/Capes	1, 2, 3, 4, 5, 6

Fonte: Elaboração própria

A Tabela abaixo apresenta as rotas tecnológicas referenciadas na Tabela anterior.

Tabela 218 - Ordem de Prioridade dos Investimentos em P&D nas Rotas Tecnológicas Abordadas na Macrotemática Modelos de Planejamento da Expansão

Prioridade	Rota Tecnológica	Temática
1	Representação apurada da operação nos modelos de expansão	Modelos de curto e médio prazo (5 a 15 anos)
2	Desenvolvimento de modelos integrados	Modelos de curto e médio prazo (5 a 15 anos)
3	Desenvolvimentos de modelos de expansão com decisão sob incerteza	Modelos de curto e médio prazo (5 a 15 anos)
4	Representação apurada da operação nos modelos de expansão	Modelos de longo prazo (acima de 20 anos)
5	Desenvolvimento de modelos integrados	Modelos de longo prazo (acima de 20 anos)
6	Desenvolvimento de modelos integrados	Modelos de longo prazo (acima de 20 anos)

Fonte: Elaboração própria

9.6. Modelos institucionais

Objetivo geral: Identificar opções de arquitetura institucional que contemplem as diferentes instâncias de governança federal, estaduais e não governamentais (sem fins lucrativos).

A arquitetura institucional do SEB foi reorganizada para permitir a operação segmentada de sua cadeia produtiva em quatro etapas (geração, transmissão, distribuição e comercialização). Nessa arquitetura, as duas etapas de transporte de energia (transmissão e distribuição) e as concessionárias operam em regime monopolista. As duas pontas da cadeia produtiva (geração e comercialização) operam em regime concorrencial. A concorrência nessas duas pontas é dimensão central para a preservação da competitividade do suprimento elétrico da economia brasileira. Essa arquitetura está sendo contestada tanto por inovações tecnológicas (geração descentralizada, geração intermitente, tecnologias da informação) quanto pela dinâmica sociopolítica (empoderamento dos consumidores, mudanças climáticas, descentralização político-administrativa). As pressões decorrentes desses fatores exigem mudanças na arquitetura institucional existente que necessitam ser introduzidas para que a confiabilidade e a competitividade do suprimento elétrico sejam preservadas.



Dentre essas mudanças, merece destaque a abertura de espaço para a atuação de outras instâncias na governança setorial, tanto de agências do governo federal quanto de governos estaduais. Os instrumentos e os mecanismos adotados para as tarefas de gestão da operação, de planejamento da expansão e de regulação das atividades dos agentes necessitam ser modificados para acomodar a atuação dessas novas instâncias na governança setorial. Mudanças tecnológicas e de mercado também impõem desafios ao arranjo institucional do setor. A gestão econômica do sistema elétrico deixa de ser operada com base em custos passados para ser determinada por expectativas quanto a custos futuros. A tradicional arquitetura verticalizada em que os consumidores tinham papel passivo na gestão setorial foi reconfigurada para permitir os consumidores definirem suas estratégias energéticas com base na oferta concorrencial de energia por geradores independentes das tradicionais concessionárias de energia elétrica. O preço da energia é determinado por ofertas (quantidades e preços) de geradores, consumidores e comercializadores de energia.

Para atender os objetivos identificados para a macrotemática, estabeleceram-se as seguintes metas de curto, médio e longo prazo.

Tabela 219 - Metas Regulatórias, Tecnológicas e de Inovação: Macrotemática Modelos Institucionais

Metas	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo Prazo
Regulatória	Desenvolver mecanismos de articulação institucional entre instâncias de governança do meio ambiente em âmbitos federal, estaduais e municipais com o objetivo de avaliar e mitigar e/ou compensar os impactos socioambientais dos projetos elétricos, ajustando-os à política nacional de energia e meio ambiente.	Desenvolver mecanismos de governança e arranjo institucional para mecanismos de preço e competitividade.	
Tecnológica	Pesquisar medidas de mudanças institucionais para fomentar a competitividade e confiabilidade do SEB, considerando mudanças tecnológicas, ambientais, sociais e de mercado.	Desenvolver sistemas de governança setorial e arranjo institucional, considerando mudanças tecnológicas, de mercado e socioambientais no SEB.	
Inovação			Implantar sistemas de inteligência artificial e governança autônoma, considerando tecnologias já difundidas, mudanças climáticas e novos modelos de negócios.

Fonte: Elaboração própria

A estratégia de CT&I para o setor buscará desenvolver estudos para a proposição de novos modelos institucionais que dialoguem com a necessidade de coordenação entre diferentes atores, sobretudo aos ligados ao meio ambiente e à gestão dos recursos hídricos. Também nesse estágio é necessário definir modelos institucionais capazes de lidar com a regulação, planejamento da expansão e da operação, com base em novos modelos de negócios decorrentes das inovações tecnológicas que afetam profundamente a estrutura do setor. A participação ativa de geração distribuída, redes inteligentes, transmissão de dados e integração de tecnologias e comunicação demandará medidas voltadas para a mudança no modelo institucional, visando à sua descentralização e à maior coordenação de atores envolvidos. Essa etapa deverá contar com o desenvolvimento de projetos de P&D estratégicos pela Aneel, tanto no curto quanto no médio prazo. Também será necessária a criação de arranjos interministeriais para a definição de modelos institucionais de coordenação, abandonando a ideia de hierarquia entre as organizações para uma estratégia de cooperação e atuação conjunta baseada em métodos de decisão sobre incerteza.

Para subsidiar os avanços futuros em modelos institucionais, é necessária a criação de observatórios do setor elétrico, com vistas a fomentar a capacitação em nível de pós-graduação no setor, bem como a difusão de conhecimento e pesquisas na fronteira do conhecimento que servirão aos agentes institucionais para incorporar nas metas regulatórias e tecnológicas a serem desenvolvidas ao longo do tempo.



Tabela 220 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Modelos Institucionais (Curto Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado Esperado	Categoria de Instrumentos
1	Criar modelos e projetos demonstrativos de mecanismos de coordenação entre diferentes agentes institucionais referentes ao meio ambiente.	Proposição de arranjo institucional de coordenação de agentes, atendendo a meta regulatória.	5. Serviços técnicos e consultorias <hr/> 8. Redes de inovação
2	Executar estudos para desenvolvimento de tecnologia, metodologias e conceitos sobre modelos institucionais e arranjos de mercado de energia elétrica.	Desenvolvimento de pesquisas sobre novo arranjo institucional do SEB, visando integrar novas tecnologias e promover competitividade e concorrência.	2. Apoio direto a P&D
3	Gerar competências internas em recursos humanos e infraestrutura de CT&I em ensino e pesquisa em economia da energia e modelos institucionais.	Fortalecimento da geração de competências de pesquisa na macrotemática.	3. Políticas de formação e capacitação <hr/> 8. Redes de inovação <hr/> 15. Infraestrutura de CT&I

Fonte: Elaboração própria



Tabela 220 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Modelos Institucionais (Curto Prazo) (continuação)

N.	Atividades de Fomento/ Indutoras e/ou Instrumentos	Organizações Financiadoras	Sugestões de Atores Envolvidos	Rotas Aplicáveis
1	Contratação de estudos e pareceres jurídicos para arranjo institucional de coordenação entre agentes.	MME/MMA, Finep	MME, MMA, Aneel, ANA, Ibama, EPE, ANP	1, 2, 3
	GT interministerial para renovação do marco regulatório sobre coordenação do meio ambiente e da água.	MME/MMA	MME, MMA, Aneel, ANA, Ibama, EPE, ANP	
2	Projetos de pesquisa visando à proposição de mudanças no arranjo institucional.	Programa de P&D da Aneel	Aneel, EPE	4, 5, 6, 7, 8, 9
3	Bolsas a centros de pesquisa em nível de pós-graduação reconhecidos nacional e internacionalmente.	Bolsas de pós-graduação (CNPq, Capes, FAP)	MME, MEC, MCTIC, EPE	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
	Fomento à internacionalização da pesquisa e de trabalhos conjuntos entre diferentes ICT.	Seminários/congressos, intercâmbios organizacionais, editais de pesquisa conjunta.	MME, MEC, MCTIC, EPE	
	Criação dos observatórios do setor elétrico	Criação de pelo menos um programa de pesquisa de pós-graduação dedicado a estudos do sistema elétrico em cada um dos quatro subsistemas do SIN.	MME, MEC, MCTIC, EPE	

Fonte: Elaboração própria

Tabela 221 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Modelos Institucionais (Médio Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado Esperado	Categoria de Instrumentos
4	Executar estudos para desenvolvimento de tecnologia, metodologias e conceitos sobre modelos institucionais e arranjos de mercado de energia elétrica.	Desenvolvimento de pesquisas sobre novo arranjo institucional do SEB, visando integrar novas tecnologias e promover competitividade e concorrência.	2. Apoio direto a P&D
5	Criar modelos e projetos demonstrativos de mecanismos de coordenação e arranjos institucionais, considerando competitividade e novas tecnologias no SEB.	Proposição de arranjo institucional de coordenação de agentes atendendo a meta regulatória.	5. Serviços técnicos e consultorias 8. Redes de inovação
6	Gerar competências internas em recursos humanos e infraestrutura de CT&I em ensino e pesquisa em economia da energia e modelos institucionais.	Fortalecimento da geração de competências de pesquisa na macrotemática.	3. Políticas de formação e capacitação 8. Redes de inovação

Fonte: Elaboração própria



Tabela 221 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Modelos Institucionais (Médio Prazo) (continuação)

N.	Atividades de fomento / indutoras e/ou Instrumentos	Organizações Financiadoras	Sugestões de atores envolvidos	Rotas Aplicáveis
4	Desenvolvimento de pesquisa sobre modelos institucionais, considerando os impactos das novas tecnologias que estarão entrando no ambiente de comercialização.	Programa de P&D da Aneel, Finep	EPE, Aneel, CCEE	4, 5, 6, 7, 8, 9
5	Contratação de estudos e pareceres jurídicos para arranjo institucional de coordenação entre agentes. GT interministerial para renovação do marco regulatório sobre mudanças no ambiente de comercialização e novas tecnologias.	MME/MMA, Aneel, Finep MME/MMA/MDIC/MCTIC	MME, MMA, Aneel, ANA, Ibama, EPE, ANP MME, MMA, Aneel, ANA, Ibama, EPE, ANP, CCEE	4, 5, 6, 7, 8, 9
6	Bolsas a centros de pesquisa em nível de pós-graduação reconhecidos nacional e internacionalmente. Fomento à internacionalização de pesquisa e trabalhos conjuntos entre diferentes ICT.	Bolsas de pós-graduação (CNPq, Capes, FAP) Seminários/congressos, intercâmbios organizacionais, editais de pesquisa conjunta.	MME, MEC, MCTIC MME, MEC, MCTIC	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9

Fonte: Elaboração própria

Tabela 222 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Modelos Institucionais (Longo Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado Esperado	Categoria de Instrumentos
7	Executar estudos para desenvolvimento de tecnologia, metodologias e conceitos sobre modelos institucionais e arranjos de mercado de energia elétrica.	Desenvolvimento de pesquisas sobre novos modelos institucionais, considerando ferramentas de inteligência artificial para governança autônoma e impactos de tecnologias difundidas e mudanças climáticas.	2. Apoio direto a P&D
8	Gerar competências internas em recursos humanos e infraestrutura de CT&I em ensino e pesquisa em economia da energia e modelos institucionais.	Fortalecimento da geração de competências de pesquisa na macrotemática.	3. Políticas de formação e capacitação 8. Redes de inovação

Fonte: Elaboração própria



Tabela 222 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Modelos Institucionais (Longo Prazo) (continuação)

N.	Atividades de Fomento/ Indutoras e/ou Instrumentos	Organizações Financiadoras	Sugestões de Atores Envolvidos	Rotas Aplicáveis
7	Desenvolvimento de pesquisa estratégica no âmbito da rota tecnológica.	Programa de P&D Aneel, Finep, CNPq, Capes	EPE, Aneel, CCEE	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
8	Bolsas a centros de pesquisa em nível de pós-graduação reconhecidos nacional e internacionalmente.	Bolsas de pós-graduação (CNPq, Capes, FAP)	MME, MEC, MCTIC	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
	Fomento à internacionalização de pesquisa e trabalhos conjuntos entre diferentes ICT.	Seminários/congressos, intercâmbios organizacionais, editais de pesquisa conjunta.	MME, MEC, MCTIC	

Fonte: Elaboração própria

A Tabela abaixo apresenta as rotas tecnológicas referenciadas na Tabela anterior.

Tabela 223 - Ordem de Prioridade dos Investimentos em P&D nas Rotas Tecnológicas Abordadas na Macrotemática Modelos Institucionais

Prioridade	Rota Tecnológica	Temática
1	Operador	Coordenação
2	Regulador	Coordenação
3	Planejador	Coordenação
4	Operador	Confiabilidade
5	Planejador	Confiabilidade
6	Regulador	Concorrência
7	Planejador	Concorrência
8	Regulador	Competitividade
9	Planejador	Competitividade

Fonte: Elaboração própria

9.7. Regulação

Objetivo geral: Identificar modelos de mercado e mudanças regulatórias necessárias para adequar o sistema elétrico às mudanças no cenário setorial e explorar alternativas regulatórias para a gestão dos riscos decorrentes de novos ambientes de negócios.

O principal desafio dessa macrotemática é a identificação de metodologias, mecanismos e instrumentos para a adequação das normas setoriais à ampliação e diversificação da arquitetura institucional setorial com o objetivo de garantir a confiabilidade do suprimento de energia para a economia brasileira em condições competitivas. A regulação setorial deverá sofrer profundo impacto das inovações tecnológicas (geração descentralizada, geração intermitente, tecnologias da informação) e das mudanças no ambiente sociopolítico (empoderamento dos consumidores, mudanças climáticas, descentralização político-administrativa) que estão sugeridas no cenário setorial especificado anteriormente. A regulação setorial deverá ganhar muita complexidade.



A evolução prevista da demanda de energia elétrica deverá solicitar entre 400 GW e 480 GW de capacidade instalada em 2050. Essa expansão será obtida com incrementos significativos de geração distribuída, de geração intermitente e de centrais alimentadas com gás natural. Pelo ângulo do consumo, o mercado regulado (consumidores cativos) deverá abrir espaço crescente para a participação do mercado livre a fim de viabilizar a resposta da demanda a flutuações nas condições de oferta de energia. Nesse ambiente, as redes de transporte terão que oferecer muita flexibilidade operativa (redes inteligentes) para garantir a confiabilidade do suprimento elétrico. A regulação setorial atual, estruturada para explorar as sinergias do SIN com foco no parque gerador hidrelétrico, será profundamente modificada. Será necessário adotar novos paradigmas regulatórios para operar um sistema mais descentralizado, porém capaz de garantir a confiabilidade do sistema, sem comprometer a competitividade do suprimento de energia.

Para atender os objetivos identificados para a macrotemática, estabeleceram-se as seguintes metas de curto, médio e longo prazo.

Tabela 224 - Metas Regulatórias, Tecnológicas e de Inovação: Macrotemática Regulação

Metas	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo Prazo
Regulatória	Definir critérios de compensação de riscos setoriais; Desenvolver medidas e critérios para futura aplicação de regulação em ampliação do mercado livre, formação do preço spot e subsídios tarifários.	Modernizar o marco regulatório sobre inovação, mercados e preços, descentralização da operação e planejamento, integração com a gestão ambiental, energética com outras fontes e internacional.	
Tecnológica	Desenvolver diretrizes e parâmetros sobre usos consuntivos da água, custos afundados, convergência com o sistema de gás natural e precificação de fontes intermitentes de energia.	Desenvolver sistemas de governança setorial e arranjo institucional, considerando mudanças tecnológicas, de mercado e socioambientais no SEB.	Avaliar critérios e parâmetros para a gestão do SEB com carros elétricos.
Inovação	Desenvolver instrumento cooperativo com a ANA para a gestão integrada dos reservatórios hidrelétricos.	Incorporar sistema de gestão do uso de reservatório, respeitando os usos consuntivos prioritários da água; Incorporar mecanismos para financiamento sobre incerteza no sistema.	Definir regulação para gestão de risco em sistemas regionais.

Fonte: Elaboração própria

A regulação do setor elétrico deverá passar por grandes mudanças no horizonte avaliado pelo projeto. Para atingir os objetivos traçados, uma estratégia de ações de CT&I deve ser coordenada, visando

ampliar o escopo de cooperação entre diferentes agentes reguladores, nacionais, estaduais e regionais, bem como considerar maior participação dos consumidores no processo de gestão do sistema elétrico.

A estratégia traçada passa por medidas de pesquisa e regulatórias que visarão incorporar maior complexidade nos mecanismos de regulação, passando pelo aumento do mercado livre, e na criação de mecanismos de determinação de preços *spot* e contratação em ambientes menos regulados sem perder a confiabilidade e segurança no sistema. Essas medidas são de curto e médio prazo e demandarão projetos de P&D específicos para a determinação de parâmetros e critérios. Também será necessário criar grupos de trabalhos intersetoriais para a definição de marcos regulatórios para mitigação de riscos no sistema. Isso é importante, pois, em um momento de transição tecnológica como o vivenciado pelo SEB, diversos riscos são apresentados aos atores, o que pode inibir investimentos necessários.

A coordenação do uso dos recursos hídricos é um tema que tem se apresentado como de grande importância para todo o setor, e a definição de metodologias de cooperação e gestão conjunta dos recursos hídricos e da gestão de reservatórios demandará ações de pesquisa e regulação ao longo do curto e médio prazo.

Por fim, as novas tecnologias deverão impor novas formas de regulação para a gestão regional dos sistemas. As REI e o aumento de fontes intermitentes e da geração distribuída demandarão o desenvolvimento de mecanismos regulatórios específicos de acordo com características e riscos apresentados em cada sistema. Descentralizar a gestão do sistema passará a ser uma demanda que deverá ser enfrentada com pesquisas no médio e no longo prazo, na medida em que as tecnologias forem se difundindo e alterando os modelos de negócios do SEB.



Tabela 225 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotécnica Regulação (Curto Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado Esperado	Categoria de Instrumentos
1	Criar modelos, projetos demonstrativos e projetos-piloto para desenvolvimento de mecanismos regulatórios a fim de fomentar competitividade e ampliação do mercado livre.	Proposição de mecanismos regulatórios para ampliação do mercado livre e precificação de energia elétrica no SEB.	5. Serviços técnicos e consultorias 8. Redes de inovação
2	Criar modelos, projetos demonstrativos e projetos-piloto para desenvolvimento de metodologias de coordenação e confiabilidade da gestão dos recursos hídricos.	Atendimento de meta regulatória.	9. Regulação para a inovação
3	Executar estudos para desenvolvimento das metodologias sobre parâmetros de impactos de custos afundados e convergência com GN.	Desenvolvimento de pesquisas sobre os temas em questão.	2. Apoio direto a P&D

Fonte: Elaboração própria



Tabela 225 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Regulação (Curto Prazo) (continuação)

N.	Atividades de Fomento/ Indutoras e/ou Instrumentos	Organizações Financiadoras	Sugestões de Atores Envolvidos	Rotas Aplicáveis
1	Contratação de estudos e pareceres jurídicos para definição de regulação. GT intersetorial para renovação do marco regulatório, mitigando riscos setoriais e para a reforma do mercado de energia elétrica no Brasil.	MME, Aneel, Finep Aneel	MME, Aneel, CCEE, ONS, EPE MME, Aneel, associações, ICT	3, 6, 7, 8
2	Definição de mecanismos-piloto e demonstrativos de regulação e métodos para a coordenação da gestão de reservatórios.	Aneel/ANA	Aneel, ANA	1, 2, 4, 5
3	Pesquisa para identificar custos não recuperáveis dos agentes do sistema elétrico e para garantir a confiabilidade dos sistemas elétrico e do gás natural.	Programa de P&D Aneel, Programa de P&D ANP, Finep	MME, ONS, Aneel, ANP	1, 2, 4, 5

Fonte: Elaboração própria

Tabela 226 - Agenda de Ações de CT&I: Macroteática Regulação (Médio Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado Esperado	Categoria de Instrumentos
4	Executar estudos para desenvolvimento de metodologias e conceitos para modernização do marco regulatório brasileiro para inovação, mercados e preços e operação do sistema.	Atendimento das metas regulatórias de acordo com a demanda oriunda das transformações do SEB.	2. Apoio direto a P&D
5	Criar modelos e projetos demonstrativos para desenvolvimento de mecanismos de contratação e comercialização de energia elétrica no ambiente livre expandido.	Padronização de contratos de energia.	5. Serviços técnicos e consultorias
6	Executar estudos sobre parâmetros para a gestão descentralizada do transporte de energia.	Desenvolvimento de pesquisas sobre os temas em questão.	2. Apoio direto a P&D

Fonte: Elaboração própria



Tabela 226 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Regulação (Médio Prazo) (continuação)

N.	Atividades de Fomento/ Indutoras e/ou Instrumentos	Organizações Financiadoras	Sugestões de Atores Envolvidos	Rotas Aplicáveis
4	Definição de modelo regulatório com base em pesquisas prévias e consultorias internacionais relacionados a GD, fontes intermitentes, SAE, REI, gestão regional e descentralizada, dentre outras.	Programa de P&D Aneel, Finep	MME, Aneel, ONS, CCEE, EPE	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
5	Contratação de estudos e pareceres jurídicos para a padronização de contratos de energia.	Aneel, Finep, CCEE	Aneel, CCEE, ONS, EPE, associações	3, 6, 8
6	Pesquisa para definir critérios e parâmetros para a difusão em massa das redes inteligentes no país.	Programa de P&D Aneel, Finep	Aneel, CCEE, ONS, EPE, associações	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8

Tabela 227 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotêmica Regulação (Longo Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado Esperado	Categoria de Instrumentos
7	Executar estudos para desenvolvimento de metodologias e conceitos para a ampliação das instâncias regulatórias regionais no SEB.	Desenvolvimento de pesquisas sobre novos instrumentos de regulação para sistemas regionais e sob incertezas de novas fontes e padrões de consumo.	2. Apoio direto a P&D

Fonte: Elaboração própria



Tabela 227 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Regulação (Longo Prazo) (continuação)

N.	Atividades de Fomento/ Indutoras e/ou Instrumentos	Organizações Financiadoras	Sugestões de Atores Envolvidos	Rotas Aplicáveis
7	Fomento à regulação da gestão regional de sistemas elétricos.	Programa de P&D Aneel, Finep	Aneel, CCEE, ONS, EPE, associações	1, 2, 4, 5

A Tabela abaixo apresenta as rotas tecnológicas referenciadas na Tabela anterior.

Tabela 228 - Ordem de Prioridade dos Investimentos em P&D nas Rotas Tecnológicas Abordadas na Macrotemática Regulação

Prioridade	Rota Tecnológica	Temática
1	Coordenação e confiabilidade	Transporte e armazenagem
2	Coordenação e confiabilidade	Mercado atacadista
3	Concorrência e competitividade	Mercado atacadista
4	Coordenação e confiabilidade	Mercado varejista
5	Coordenação e confiabilidade	Inovação
6	Concorrência e competitividade	Mercado varejista
7	Concorrência e competitividade	Transporte e armazenagem
8	Concorrência e competitividade	Inovação

Fonte: Elaboração própria

9.8. Sistemas de informação e estatísticas

Objetivo geral: Especificar e sistematizar a integração de bancos de dados dos múltiplos sistemas de informações no ambiente do sistema elétrico.

O desafio principal para a macrotemática é a integração dos múltiplos sistemas de informações no ambiente do SEB. Esse entendimento, conforme apontado pelos especialistas, deve-se ao fato de a maioria das informações referentes ao setor de energia elétrica já estar disponível por cada instituição separadamente, porém não existe uma base de dados unificada, muito menos padrões de gestão, armazenamento, atualização e acesso. Quanto aos desafios tecnológicos, deu-se ênfase à evolução dos protocolos de segurança, com o uso de sistemas *open source* e a algoritmos relacionados a gestão e extração de informações, considerando *Big Data*.

Os desafios pertinentes à arquitetura do SIN e de todo o SEB referem-se ao arcabouço institucional para a integração das informações existentes no Brasil. A maturidade baixa das rotas constantes na macrotemática e a não existência de um banco unificado têm como consequência discordâncias entre essas instituições sobre uma mesma série de dados, além da dificuldade de acesso do usuário.



Para atingir o objetivo geral dessa macrotemática, estão previstos objetivos de curto, médio e longo prazo, traduzidos nas seguintes metas regulatórias, tecnológicas e de inovação.

Tabela 229 - Metas Regulatórias, Tecnológicas e de Inovação:
Macrotemática Sistemas de Informação e Estatísticas

Metas	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo Prazo
Regulatória		Desenvolver arcabouço institucional para a gestão do Sistema Nacional de Informações e Estatísticas em energia elétrica.	Implantação de arcabouço institucional para a gestão do Sistema de Informações e Estatísticas do SEB
Tecnológica	Desenvolver técnicas e construir versão-piloto dos algoritmos associados à rotina de análise de consistência do banco de dados, bem como dos alertas do sistema, relatórios de saída e cálculo das perdas técnicas.	Desenvolver sistema de base de dados técnicos e não técnicos em escala-piloto para concepção dos algoritmos de funcionamento da base, da arquitetura, grau de segurança para plataformas open source e em nuvem e da rotina de coleta e tratamento dos dados (Big Data).	
Inovação	Definir requisitos para construção de base de dados, considerando a arquitetura do sistema de dados e sua utilização, segurança cibernética e estrutura de processamento e comunicação dos dados, vislumbrando a possibilidade de consideração do uso de armazenamento da base de dados em nuvem.	Desenvolver sistema operacional de base de dados técnicos e não técnicos georreferenciados para o SEB.	Desenvolver metodologia de manutenção e extração de informações do sistema.

Fonte: Elaboração própria

Para atingir as metas descritas acima, propõe-se uma estratégia de CT&I baseada no seguinte conjunto de ações: (i) pesquisa e desenvolvimento para protocolos e padronização de algoritmos; (ii) infraestrutura e sistema de comunicação para informações e estatísticas; e (iii) desenho institucional para consolidação de sistemas de informações no SEB.

- l) Pesquisa e desenvolvimento para protocolos e padronização de algoritmos: A estratégia de CT&I para a macrométrica inicia-se com o desenvolvimento de pesquisas relacionadas a algoritmos e protocolos de segurança para a definição da arquitetura do sistema, teste de consistência, cálculo de perdas e geração de relatórios e informações, considerando os avanços na fronteira do conhecimento em *Big Data*. As pesquisas devem considerar também protocolos de segurança para uso de dados na nuvem com sistemas *open*

source. Essas ações podem considerar os recursos provenientes do programa de P&D da Aneel no modelo de projetos estratégicos;

- II) Infraestrutura e sistema de comunicação para informações e estatísticas: Visando possibilitar o desenvolvimento de uma versão-piloto e operacional no período de médio prazo, torna-se necessário desenvolver ação de consolidação de uma infraestrutura e de um sistema de comunicação para as informações e estatísticas do sistema integrado. Essa ação deve ser coordenada pelo MME, que pode contar com financiamento do BNDES e da Finep para a estruturação dessa infraestrutura;
- III) Desenho institucional para consolidação de sistemas de informações no SEB: Seguindo experiências internacionais, os especialistas considerados nas etapas anteriores desse projeto destacam a importância do desenho institucional adequado para a integração e gestão de todo o sistema de informações e estatísticas. Esse desenho institucional deve ser proposto pelo MME, maior interessado e responsável pelo sistema, mas deve considerar e envolver outros agentes do SEB e agentes relacionados a informações e estatísticas nacionais. Esse processo deve buscar um agente autônomo e independente, que garanta a gestão do sistema com máxima transparência, consistência e publicidade para as informações.



Tabela 230 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Sistemas de Informação e Estatísticas (Curto Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado Esperado	Categoria de Instrumentos
1	Mobilizar grupo de trabalho para a criação de diretrizes para Sistema Nacional de Informações em energia elétrica.	Coordenação de atores e apresentação de resultados para atender metas de inovação e tecnológica.	8. Redes de inovação
2	Executar estudos para desenvolvimento de algoritmos e sistemas de banco de dados no SEB.	Desenvolvimento de metodologias e tecnologias aplicadas às metas de inovação e tecnológica.	2. Apoio direto a P&D

Fonte: Elaboração própria



Tabela 230 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Sistemas de Informação e Estatísticas (Curto Prazo) (continuação)

N.	Atividades de Fomento/ Indutoras e/ou Instrumentos	Organizações Financiadoras	Sugestões de Atores Envolvidos	Rotas Aplicáveis
1	Articulação entre diferentes atores, intercâmbios organizacionais e internacionais.	MME	MME, EPE, Aneel, ANP, CCEE, ONS, IBGE, CNPE, DNPM, EPE, ANA	1, 2, 3, 4
2	P&D para o desenvolvimento de sistema de informações e estatísticas em energia elétrica.	Programas de P&D Aneel, Finep	MME, EPE, Aneel, ANP, CCEE, ONS, IBGE, CNPE, DNPM, EPE, ANA, ICT	1, 2, 3, 4

Fonte: Elaboração própria

Tabela 231 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Sistemas de Informação e Estatísticas (Médio Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado Esperado	Categoria de Instrumentos
3	Mobilizar grupo de trabalho para a criação de diretrizes para Sistema Nacional de Informações em energia elétrica.	Coordenação de atores e apresentação de resultados para atender metas de inovação e tecnológica.	8. Redes de inovação
4	Executar estudos para desenvolvimento de algoritmos e sistemas de banco de dados no SEB.	Desenvolvimento de metodologias e tecnologias aplicadas às metas de inovação e tecnológica.	2. Apoio direto a P&D
5	Gerar competências internas em recursos humanos e infraestrutura de CT&I para implantação das soluções tecnológicas e infraestrutura para Sistema de Informação e Estatísticas em energia elétrica.	Desenvolvimento da infraestrutura necessária para a escala-piloto e operacional do sistema.	15. Infraestrutura de CT&I

Fonte: Elaboração própria



Tabela 231 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Sistemas de Informação e Estatísticas (Médio Prazo) (continuação)

N.	Atividades de Fomento/ Indutoras e/ou Instrumentos	Organizações Financiadoras	Sugestões de Atores Envolvidos	Rotas Aplicáveis
3	Articulação entre diferentes atores, intercâmbios organizacionais e internacionais.	MME	MME, EPE, Aneel, ANP, CCEE, ONS, IBGE, CNPE, DNPM, EPE, ANA	1, 2, 3, 4
4	P&D para o desenvolvimento de sistema de informações e estatísticas em energia elétrica.	Programas de P&D Aneel, Finep	MME, EPE, Aneel, ANP, CCEE, ONS, IBGE, CNPE, DNPM, EPE, ANA, ICT	1, 2, 3, 4
5	Contratação de infraestrutura de processamento e comunicação, com protocolos de segurança, para sistema de informação e estatística.	MME, BNDES/Finep	Aneel, EPE, ANP, Ipea, IBGE, CNPE	2, 4

Fonte: Elaboração própria

Tabela 232 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Sistemas de Informação e Estatísticas (Longo Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado Esperado	Categoria de Instrumentos
6	Mobilizar grupo de trabalho para a gestão do Sistema Nacional de Informações em energia elétrica.	Arcabouço institucional para a gestão do sistema, garantindo a máxima transparência, consistência e publicidade.	9. Regulação para inovação
7	Executar estudos com vistas ao desenvolvimento de padronização e determinação dos critérios e parâmetros utilizados para a atualização e extração de dados.	Plano de sustentabilidade da estrutura de dados e informações.	2. Apoio direto a P&D

Fonte: Elaboração própria



Tabela 232 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Sistemas de Informação e Estatísticas (Longo Prazo) (continuação)

N.	Atividades de Fomento/ Indutoras e/ou Instrumentos	Organizações Financiadoras	Sugestões de Atores Envolvidos	Rotas Aplicáveis
6	Proposição de arranjo institucional para a gestão de sistema de informações e estatística.	MME	MME, EPE, Aneel, ANP, CCEE, ONS, IBGE, CNPE, DNPM, EPE, ANA	2, 3
7	Estudo para a definição de padrão de extração de manutenção e extração de relatórios.	Programas de P&D Aneel, Finep	MME, EPE, Aneel, ANP, CCEE, ONS, IBGE, CNPE, DNPM, EPE, ANA, ICT	1, 2

Fonte: Elaboração própria

A Tabela abaixo apresenta as rotas tecnológicas referenciadas na Tabela anterior.

Tabela 233 - Ordem de Prioridade dos Investimentos em P&D nas Rotas Tecnológicas Abordadas na Macrotemática Sistemas de Informação e Estatísticas

Prioridade	Rota Tecnológica	Temática
1	Metodologias e ferramentas computacionais para coleta de dados	Estruturação de bases de dados
2	Infraestrutura de processamento e comunicação	Gestão de bases de dados
3	Metodologias e padrões de desenvolvimento e gestão de TIC	Gestão de bases de dados
4	Segurança e arquitetura de sistemas	Gestão de bases de dados

Fonte: Elaboração própria

9.9. Análise dos impactos das tecnologias

Objetivo geral: Viabilizar modelos de análise que permitam avaliar adequadamente os impactos positivos e negativos de projetos energéticos sobre o meio ambiente, a sociedade e a economia do país.

Dada a importância do sistema de energia elétrica para toda a sociedade, é necessário que haja um planejamento de sua expansão e operação que, por um lado, possibilite fornecimento de energia, garanta a segurança no abastecimento pelos menores custos e minimize os danos à natureza; e que, por outro lado, gerencie o consumo, para que este seja feito da maneira eficiente. Para isso, é necessário que o planejamento energético seja feito de forma sustentável. Isso exige a elaboração de indicadores que sirvam de ferramentas para auxiliar os tomadores de decisão na avaliação do sistema energético quanto aos seus aspectos sociais, econômicos e ambientais. Esse é o grande desafio tecnológico da macrotemática análise dos impactos da tecnologia.

Quanto aos desafios tecnológicos apresentados pela macrotemática ao SIN, é apontada a necessidade do desenvolvimento de um modelo de análise de impactos da tecnologia que considera a produção e o uso de energia, além da necessidade de uma dinâmica suficiente e flexível para acompanhar o desenvolvimento das novas tecnologias cujas fontes primárias são renováveis e variáveis, como a eólica e a solar. Devem ainda ser consideradas as formas de armazenamento de energia. É importante também adequar os modelos de análise para abarcar a geração distribuída, que vem tomando novas formas manifestadas nas REI.



Para atingir o objetivo geral dessa macrotemática, estão previstos objetivos de curto, médio e longo prazo, traduzidos nas seguintes metas regulatórias, tecnológicas e de inovação.

Tabela 234 - Metas Regulatórias, Tecnológicas e de Inovação:
Macrotemática Análise dos Impactos da Tecnologia

Metas	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo Prazo
Regulatória	Homogeneizar normas e parâmetros de avaliação da qualidade da energia gerada, transmitida e distribuída, considerando especificidades locais e regionais.	Estabelecer parâmetros mínimos de desempenho, com exigências crescentes de desempenho; Aprimorar para coparticipação de diferentes entes na regulação.	Fortalecer institucionalmente o sistema de informações sobre impactos de tecnologias no SIN.
Tecnológica	Desenvolver algoritmos para análise de ciclo de vida e impactos por recurso energético, considerando aspectos econômicos, sociais e ambientais e para a gestão de conflitos no setor elétrico brasileiro.	Realizar estudos de impactos por fonte de geração, redes inteligentes, armazenamento de energia, GD e padrões de consumo.	
Inovação	Mapear recursos energéticos e seus impactos no ambiente e na economia.		

Fonte: Elaboração própria

A estratégia de CT&I para atender os objetivos estipulados para a macrotemática pressupõe quatro grupos de ações referentes aos desafios identificados para as metas. Os grupos de ações são: (i) medidas regulatórias; (ii) pesquisa em algoritmos e modelos; (iii) criação e manutenção de sistema de informações sobre impactos de tecnologias; (iv) criação de competências em avaliação de impactos. De acordo com as prioridades identificadas nas etapas anteriores do projeto, a estratégia pode ser definida como a seguir:

- I) Medidas regulatórias: No curto prazo, é necessário criar esforços interministeriais para a homogeneização de normas e parâmetros para a avaliação de impactos de tecnologias no SIN. Esse processo demandará a criação de um grupo de trabalho interministerial, seminários e o envolvimento dos órgãos técnicos responsáveis pela certificação e teste das diferentes tecnologias. No médio prazo, esses esforços precisarão ser continuados com o objetivo de estabelecer normas e parâmetros a serem regulados para a qualidade da energia por cada fonte, bem como identificar os impactos de novas tecnologias e mudanças nos padrões de consumo e distribuição de energia. No longo prazo, é necessário institucionalizar um sistema de informação para futuros aprimoramentos e manutenção do sistema;

- II) Pesquisa em algoritmos e modelos: Para atender às metas identificadas, no curto prazo, serão necessários esforços em pesquisa e desenvolvimento sobre algoritmos de avaliação de impactos e ciclo de vida de tecnologias. Essas pesquisas subsidiarão a incorporação de novos modelos já em 2020, que serão subsidiados pelos estudos de impactos por fonte realizados no médio prazo;
- III) Criação e manutenção de sistema de informações sobre impactos de tecnologias: Toda a macrotemática demandará a criação e manutenção de um sistema de informações referentes aos parâmetros de impactos das diferentes tecnologias no SIN. Dessa forma, no curto prazo, torna-se necessário fazer mapeamento dos recursos energéticos e seus impactos no ambiente e na economia, bem como possíveis exportadores para o país. No médio prazo, diversos estudos de impacto para cada tipo de tecnologia devem subsidiar a criação de um repositório de dados sobre diferentes impactos que subsidiará a aplicação de novos modelos de avaliação. No longo prazo, torna-se necessária a constante manutenção do sistema;
- IV) Criação de competências em avaliação de impactos: Como em quase todas as macrotemáticas trabalhadas, a criação de competências no país para o desenvolvimento de estudos e a difusão da tecnologia passa a ser fundamental. Esse processo demandará, no curto prazo, a definição de medidas de apoio ao treinamento em cursos de graduação e técnicos para a geração de conhecimento em avaliação de novos tipos e integradas no planejamento energético.



Tabela 235 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Análise dos Impactos da Tecnologia (Curto Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado Esperado	Categoria de Instrumentos
1	Executar mapeamentos e inventários sobre impactos socioambientais e econômicos de tecnologias no SIN.	Subsídio ao desenvolvimento de modelos de avaliação e impactos econômicos, sociais e ambientais.	5. Serviços técnicos e consultorias
2	Criar modelos demonstrativos e piloto para desenvolvimento de medidas regulatórias para homogeneização de normas e parâmetros.	Regulação determinando padrões e parâmetros para avaliação das diferentes tecnologias relacionadas a energia elétrica.	9. Regulação para a inovação 13. Difusão da informação e do conhecimento 2. Apoio direto a P&D 5. Serviços técnicos e consultorias
3	Executar estudos, para desenvolvimento de algoritmos de avaliação de ciclo de vida e impacto de tecnologias.	Desenvolvimento de metas tecnológicas relacionadas a novos modelos de avaliação de impactos de tecnologias.	2. Apoio direto a P&D
4	Gerar competências internas em recursos humanos e infraestrutura de CT&I em avaliação de impactos de tecnologias.	Desenvolvimento de competências para atender os objetivos traçados para a macrometa.	15. Infraestrutura de CT&I

Fonte: Elaboração própria



Tabela 235 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Análise dos Impactos da Tecnologia (Curto Prazo) (continuação)

N.	Atividades de Fomento/ Indutoras e/ou Instrumentos	Organizações Financiadoras	Sugestões de Atores Envolvidos	Rotas Aplicáveis
1	Mapeamento dos recursos energéticos e seus impactos no ambiente e na economia.	Aneel, Finep, CNPq, Capes	Aneel, MME, MMA, ONS, EPE, ICT, MCTIC/ CNPq	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12
2	Mecanismos institucionais para definição de normas e parâmetros de avaliação das diferentes tecnologias.	MME	Inmetro, Aneel, ONS, MMA, ANP, ANA	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12
	Seminários e workshops para difusão do tema.	MME, Aneel	Inmetro, Aneel, ONS, MMA, ANA, ANP	
	Estudos para a definição de normas e parâmetros de avaliação.	Programa de P&D Aneel, Finep	Inmetro, Aneel, ONS, MMA, ONG, associações	
	Envolvimento de rede de laboratórios e certificação para fomentar ação.	Finep	MME, MCTIC, MDIC, Inmetro, Sistema S, ICT	
3	Desenvolvimento de algoritmos para análise de ciclo de vida das tecnologias e dos recursos energéticos para análise multicritério, considerando aspectos econômicos, sociais e ambientais e para a gestão de conflitos no setor elétrico brasileiro.	Programa de P&D Aneel, Finep	Aneel, MME, EPE, ONS	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12
4	Apoio à criação de disciplinas e programas específicos no tema.	Capes, CNPq, FAP, Finep	EPE, MEC, MCTIC, ICT, MDS, MMA	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12

Fonte: Elaboração própria

Tabela 236 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Análise dos Impactos da Tecnologia (Médio Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado Esperado	Categoria de Instrumentos
5	Gerar competências internas em recursos humanos e infraestrutura de CT&I em informações sobre impactos socioambientais e econômicos de tecnologias no SIN.	Subsídio ao desenvolvimento de modelos de avaliação e impactos econômicos, sociais e ambientais.	15. Infraestrutura de CT&I
6	Criar modelos demonstrativos e piloto para desenvolvimento de medidas regulatórias para homogeneização de normas e parâmetros.	Regulação, determinando padrões e parâmetros para avaliação das diferentes tecnologias relacionadas à energia elétrica.	9. Regulação para a inovação 13. Difusão da informação e do conhecimento 2. Apoio direto a P&D 5. Serviços técnicos e consultorias 8. Redes de inovação

Fonte: Elaboração própria



Tabela 236 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Análise dos Impactos da Tecnologia (Médio Prazo) (continuação)

N.	Atividades de Fomento/ Indutoras e/ou Instrumentos	Organizações Financiadoras	Sugestões de Atores Envolvidos	Rotas Aplicáveis
5	Estudos de impacto ambiental, social e econômico por fonte de geração, dos padrões de consumo, GD, SAE e transmissão.	Aneel, Finep	Aneel, MME, MMA, MCTIC, EPE	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12
6	Mecanismos institucionais para definição de normas e parâmetros de avaliação das diferentes tecnologias.	MME	Inmetro, Aneel, ONS, MMA, ANP, ANA	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12
	Seminários e workshops para difusão do tema.	MME, Aneel	Inmetro, Aneel, ONS, MMA, ANA, ANP	
	Estudos para a definição de normas e parâmetros de avaliação.	Programa de P&D Aneel, Finep	Inmetro, Aneel, ONS, MMA, ONG, associações	
	Definição de parâmetros mínimos para qualidade de energia.	Finep	MME, MCTIC, MDIC, Inmetro, Sistema S, ICT	
	Criação de redes de cooperação organizadas regionalmente, segundo condições ambientais e/ ou socioeconômicas, considerando multidisciplinaridades e multi-institucionalidades.	MME	Aneel, MME, MMA	

Fonte: Elaboração própria

Tabela 237 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Análise dos Impactos da Tecnologia (Longo Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado Esperado	Categoria de Instrumentos
7	Gerar competências internas em recursos humanos e infraestrutura de CT&I em informações sobre impactos socioambientais e econômicos de tecnologias no SIN.	Institucionalização de mecanismos de manutenção e atualização de base de dados sobre impactos de tecnologias no SIN.	15. Infraestrutura de CT&I

Fonte: Elaboração própria



Tabela 237 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Análise dos Impactos da Tecnologia (Longo Prazo) (continuação)

N.	Atividades de Fomento/ Indutoras e/ou Instrumentos	Organizações Financiadoras	Sugestões de Atores Envolvidos	Rotas Aplicáveis
7	Manutenção de base de dados e estudos de impacto atualizados por tecnologia no SIN.	Aneel, EPE, Finep	MME, Aneel, MMA, ANA, EPE, ONS	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12

Fonte: Elaboração própria

A Tabela abaixo apresenta as rotas tecnológicas referenciadas na Tabela anterior.

Tabela 238 - Ordem de Prioridade dos Investimentos em P&D nas Rotas Tecnológicas Abordadas na Macrotemática Análise dos Impactos das Tecnologias

Prioridade	Rota Tecnológica	Temática
1	Modelos de avaliação	Modelos de avaliação dos impactos económicos, sociais e ambientais das tecnologias do setor elétrico
2	Padrões de consumo de energia	Impactos do uso e do armazenamento de energia e as tecnologias
3	Redes elétricas inteligentes (<i>smart grid</i>)	Impactos do uso e do armazenamento de energia e as tecnologias
4	Armazenamento de energia	Impactos do uso e do armazenamento de energia e as tecnologias
5	Impactos da hidroeletricidade	Impactos das fontes de geração de energia elétrica sobre as tecnologias
6	Geração distribuída	Impactos do uso e do armazenamento de energia e as tecnologias
7	Energia solar	Impactos das fontes de geração de energia elétrica sobre as tecnologias
8	Energia biomassa	Impactos das fontes de geração de energia elétrica sobre as tecnologias
9	Energia eólica	Impactos das fontes de geração de energia elétrica sobre as tecnologias
10	Cogeração de energia	Impactos do uso e do armazenamento de energia e as tecnologias
11	Impactos do uso petróleo, gás e derivados	Impactos das fontes de geração de energia elétrica sobre as tecnologias
12	Energia nuclear	Impactos das fontes de geração de energia elétrica sobre as tecnologias

Fonte: Elaboração própria

9.10. Modelos de avaliação de políticas públicas

Objetivo geral: Desenvolver modelos quantitativos e qualitativos para estudar, simular e avaliar o efeito de políticas públicas, integrando, além das dimensões económica e energética, as dimensões ambiental, social e de aspectos intersetoriais, a exemplo das políticas industriais, de saneamento, de transporte, dentre outras.



A macrotemática busca o desenvolvimento de modelos com utilização de metodologias prospectivas para estudar/simular o efeito das políticas públicas e dos diversos mecanismos que podem ser utilizados para sua implementação, integrando, além de economia e energia, as dimensões ambiental e social, o que reflete as prioridades da política energética nacional de segurança energética, modicidade tarifária e sustentabilidade. A macrotemática não objetiva desenvolver políticas públicas, mas prover modelagens que ajudem o decisor na formulação dessas políticas por meio de simulações, análises prospectivas e de impactos, montagens de cenários etc.

Esses novos modelos deverão buscar a incorporação de análises de risco das diversas políticas públicas e modelagens de apoio a decisão, fazendo uso de megadados, com impacto direto nos instrumentos de planejamento energético e impacto regulatório, considerando, para o caso brasileiro, a necessidade de universalizar, no mais curto tempo possível e menor impacto nas tarifas, o serviço de energia elétrica e os compromissos formais do governo brasileiro com a comunidade das nações, em particular o Acordo de Paris, no âmbito da Convenção-Quadro das Nações Unidas para a Mudança do Clima. A iminência de uma grande revisão no setor elétrico, com a introdução maciça de novas tecnologias, como a geração distribuída, em particular da fonte solar, o armazenamento de energia, as redes elétricas inteligentes (*smart grids*), os veículos elétricos, os diversos instrumentos de eficiência energética e os novos modelos de negócios que farão crescer rapidamente o mercado livre, também deverá ter seus impactos avaliados.

Para atender os objetivos identificados para a macrotemática, estabeleceram-se as seguintes metas de curto, médio e longo prazo.

**Tabela 239 - Metas Regulatórias, Tecnológicas e de Inovação:
Macrotemática Modelos de Avaliação de Políticas Públicas**

Metas	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo Prazo
Regulatória	Institucionalizar processo de avaliação de impactos de políticas públicas no SEB.		
Tecnológica	Desenvolver metodologias de avaliação de impactos de acordos climáticos no SEB; Desenvolver metodologias de avaliação de impactos de novos arranjos comerciais e modelos de negócios decorrente de inovações tecnológicas no SEB.	Desenvolver metodologias de pesquisa em avaliação de impactos de múltiplas políticas públicas, como industrial, CT&I, transporte, saneamento, dentre outras, no SEB.	Desenvolver modelos econômicos e de mercado avançados e dinâmicos, capazes de incorporar dinâmica organizacional, climáticos, ambientais, fundiários, culturais e econômicos.
Inovação	Incorporar sistema permanente de monitoramento e avaliação de impactos de políticas públicas no SEB.		

Fonte: Elaboração própria

A estratégia de ações de CT&I para atingir os objetivos traçados para a macrotemática pode ser apresentada em três ações distintas, sendo elas:

- I) Desenvolvimento de pesquisas sobre modelos de avaliação de impactos de políticas públicas no SEB: A macrotemática demandará o desenvolvimento de pesquisas para a elaboração de técnicas e métodos para avaliação e monitoramento de impactos de diferentes políticas públicas no SEB. Essas pesquisas iniciam-se no curto prazo e percorrem o médio e o longo prazo com diferentes ênfases. No curto prazo, torna-se necessário realizar pesquisa, na forma de P&D estratégico, que complemente o conhecimento acumulado em outras pesquisas sobre o impacto das políticas climáticas, de novas tecnologias e modelos de negócio no SEB. Essa pesquisa será complementada no médio prazo com estudos sobre metodologias de avaliação integrada de múltiplas políticas sobre o SEB, como as políticas industriais, CT&I, e outras;
- II) Desenvolvimento e incorporação de arranjo institucional para avaliação e monitoramento de impactos de políticas públicas no SEB: O atendimento aos objetivos destacados ao setor demandará a institucionalização de mecanismos de monitoramento e avaliação de impacto de políticas no setor. A exemplo do ocorrido em outros setores do governo brasileiro, essa medida demandará relação interministerial, bem como capacitação interna dos agentes do setor para a realização de estudos independentes de monitoramento



e avaliação que sirvam de subsídio para a tomada de decisão dos formuladores de políticas e estratégias para o setor. Essas ações devem ocorrer no curto prazo para, no médio prazo, ser instituído o arranjo institucional desenvolvido;

- III) Fortalecimento de rede de pesquisa em avaliação de políticas públicas: Como parte das ações de CT&I para o atendimento aos objetivos destacados para a macrotemática, encontram-se ações para o fortalecimento de redes de pesquisa em avaliação de políticas públicas. Essas ações devem ser permanentes e não se encerrar em um prazo específico. Servirão para a geração de competências no país que podem incentivar pesquisa e desenvolvimentos científicos na área, bem como capacitar recursos humanos para atuarem no setor.

Tabela 240 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Modelos de Avaliação de Políticas Públicas (Curto Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado Esperado	Categoria de Instrumentos
1	Criar e fortalecer atores capazes de difundir mecanismos de avaliação de políticas públicas no SEB.	Atendimento da meta regulatória. Criação de mecanismos institucionais de elaboração e divulgação de avaliação de impactos de políticas.	5. Serviços técnicos e consultorias 8. Redes de inovação
2	Gerar competências internas em recursos humanos e infraestrutura de CT&I em ensino e pesquisa em modelos de avaliação de políticas públicas.	Geração de competências de pesquisa na macrotemática.	3. Políticas de formação e capacitação 8. Redes de inovação
3	Executar estudos para desenvolvimento de tecnologia, metodologias e instrumentos para a simulação de impacto de acordos climáticos, novas tecnologias e modelos de negócios no SEB.	Atendimento de metas tecnológicas.	2. Apoio direto a P&D

Fonte: Elaboração própria



Tabela 240 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Modelos de Avaliação de Políticas Públicas (Curto Prazo) (continuação)

N.	Atividades de Fomento/ Indutoras e/ou Instrumentos	Organizações Financiadoras	Sugestões de Atores Envolvidos	Rotas Aplicáveis
1	Contratação de estudos para proposição de arranjo institucional para avaliação de políticas públicas no SEB.	Aneel, MME	MME, Aneel, CCEE, MMA	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
	Criação de GT interministerial para avaliação de políticas no SEB.	Aneel	MME, Aneel, MDIC, MMA, MCTIC, MDS, MP, ANP, ANA	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
2	Bolsas a centros de pesquisa em nível de pós-graduação reconhecidos nacional e internacionalmente.	Bolsas de pós-graduação (CNPq, Capes, FAP)	MME, MEC/Capes, MCTIC/CNPq	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
	Seminários/congressos, intercâmbios organizacionais, editais de pesquisa conjunta.	CNPq, FAP, Finep, Capes	MME, MEC/Capes, MCTIC/CNPq	
3	Projetos de P&D sobre o tema	Programa de P&D Aneel, Finep	Aneel, MME	1, 2, 3, 4

Fonte: Elaboração própria

Tabela 241 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Modelos de Avaliação de Políticas Públicas (Médio Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado Esperado	Categoria de Instrumentos
4	Gerar competências internas em recursos humanos e infraestrutura de CT&I em ensino e pesquisa em modelos de avaliação de políticas públicas.	Geração de competências de pesquisa na macrotemática.	3. Políticas de formação e capacitação 8. Redes de inovação
5	Executar estudos para desenvolvimento de tecnologia, metodologias e instrumentos para a simulação de impacto de acordos climáticos, novas tecnologias e modelos de negócios no SEB.	Atendimento de metas tecnológicas.	2. Apoio direto a P&D
6	Criar modelos e projetos demonstrativos para desenvolvimento de metodologia monitoramento e avaliação de impactos.	Atendimento de metas de inovação. Criação de corpo técnico especializado e permanente na atividade.	2. Apoio direto a P&D
7	Criar modelos e projetos demonstrativos para desenvolvimento de metodologia para monitoramento e avaliação de impactos georreferenciados e integrando outras bases de dados socioeconômicas e ambientais.	Atendimento de metas de inovação. Criação de corpo técnico especializado e permanente na atividade.	2. Apoio direto a P&D

Fonte: Elaboração própria



Tabela 241 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Modelos de Avaliação de Políticas Públicas (Médio Prazo) (continuação)

N.	Atividades de Fomento/ Indutoras e/ou Instrumentos	Organizações Financiadoras	Sugestões de Atores Envolvidos	Rotas Aplicáveis
4	Bolsas a centros de pesquisa em nível de pós-graduação reconhecidos nacional e internacionalmente.	Bolsas de pós-graduação (CNPq, Capes, FAP)	MME, MEC/Capes, MCTIC/CNPq	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
	Seminários/congressos, intercâmbios organizacionais, editais de pesquisa conjunta.	CNPq, FAP, Finep, Capes	MME, MEC/Capes, MCTIC/CNPq	
5	Projetos de P&D sobre o tema	Programa de P&D Aneel, Finep	Aneel, MME	1, 2, 3, 4, 5, 6
6	Desenvolvimento de metodologias para monitoramento e avaliação de impactos.	Programa de P&D Aneel, Finep	Aneel, MME	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
7	Desenvolvimento de metodologias para monitoramento e avaliação de impactos.	Programa de P&D Aneel, Finep	Aneel, MME	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8

Fonte: Elaboração própria

Tabela 242 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Modelos de Avaliação de Políticas Públicas (Longo Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado Esperado	Categoria de Instrumentos
8	Gerar competências internas em recursos humanos e infraestrutura de CT&I em ensino e pesquisa em modelos de avaliação de políticas públicas.	Geração de competências de pesquisa na macrotemática.	3. Políticas de formação e capacitação 8. Redes de inovação
9	Executar estudos para desenvolvimento de metodologias de avaliação de impacto de políticas internacionais para a integração energética e o SEB.	Atendimento de metas tecnológicas.	2. Apoio direto a P&D
10	Criar modelos e projetos demonstrativos para desenvolvimento de metodologia para monitoramento e avaliação de impactos georreferenciados e integrando outras bases de dados socioeconômicas e ambientais.	Atendimento de metas de inovação. Criação de corpo técnico especializado e permanente na atividade.	2. Apoio direto a P&D

Fonte: Elaboração própria



Tabela 242 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Modelos de Avaliação de Políticas Públicas (Longo Prazo) (continuação)

N.	Atividades de Fomento/ Indutoras e/ou Instrumentos	Organizações Financiadoras	Sugestões de Atores Envolvidos	Rotas Aplicáveis
8	Bolsas a centros de pesquisa em nível de pós-graduação reconhecidos nacional e internacionalmente.	Bolsas de pós-graduação (CNPq, Capes, FAP)	MME, MEC/Capes, MCTIC/CNPq	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
9	Seminários/congressos, intercâmbios organizacionais, editais de pesquisa conjunta.	CNPq, FAP, Finep, Capes	MME, MEC/Capes, MCTIC/CNPq	
10	Definição de projetos de pesquisa sobre o tema.	Programa de P&D Aneel	MME, Aneel	7, 8
10	Desenvolvimento de metodologias para monitoramento e avaliação de impactos.	Programa de P&D Aneel, Finep	Aneel, MME	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8

Fonte: Elaboração própria

A Tabela abaixo apresenta as rotas tecnológicas referenciadas na Tabela anterior.

Tabela 243 - Ordem de Prioridade dos Investimentos em P&D nas Rotas Tecnológicas Abordadas na Macrotemática Modelos de Avaliação de Políticas Públicas

Prioridade	Rota Tecnológica	Temática
1	Setor de energia	Políticas públicas voltadas para setores da energia, indústria e economia
2	Ciência, tecnologia e inovação (CT&I)	Políticas públicas voltadas para pesquisas tecnológicas
3	Setor industrial	Políticas públicas voltadas para setores da energia, indústria e economia
4	Aspectos ambientais	Políticas públicas voltadas para aspectos socioambientais
5	Setor de economia	Políticas públicas voltadas para setores da energia, indústria e economia
6	Aspectos sociais	Políticas públicas voltadas para aspectos socioambientais
7	Monitoramento	Políticas internacionais
8	Integração	Políticas internacionais

Fonte: Elaboração própria

9.11. Normalização, regulamentação e avaliação de conformidade

Objetivo geral: Estabelecer diretrizes de controle metrológico, referencial técnico, diretrizes de segurança cibernética e serviços referenciados, considerando as especificidades do Brasil e verificando a necessidade de desenvolver requisitos “genuinamente” nacionais.

A macrotemática estabelece as linhas de ação para a inovação em tecnologia industrial básica (TIB) com vistas ao desenvolvimento do setor elétrico brasileiro. A TIB, conceito firmado na década de 1980, reúne as funções da metrologia, normalização, regulamentação técnica e avaliação da conformidade como a base tecnológica para a competitividade nacional. Pela TIB, é possível contribuir com a qualidade das medidas, com o desenvolvimento do “estado da técnica” de produtos, processos e serviços e com a proposição de programas de avaliação da conformidade que reduzem a assimetria de informação e agregam confiança de que determinados objetos atendem aos padrões ou requisitos técnicos estabelecidos.



A macrotemática deverá enfrentar diversos desafios decorrentes das transformações sofridas no sistema pelo advento de diversas inovações tecnológicas. A política pública a ser definida para o incentivo à geração distribuída e ao consumo inteligente de energia gera novas demandas aos serviços de TIB (metrologia, normalização, regulamentação e avaliação da conformidade). A implementação das REI, especialmente decorrente do fortalecimento previsto da geração distribuída, faz da segurança cibernética um vetor essencial para a segurança energética do país. Dessa forma, é mandatório o desenvolvimento do padrão tecnológico e dos requisitos específicos de segurança da informação em todos os objetos passíveis de normalização. Além disso, o desafio para o reconhecimento tarifário pode e deve se valer da estruturação do referencial técnico para a aprovação dos medidores elétricos inteligentes, conferindo confiabilidade a eles. Da mesma forma, a tendência do uso racional de energia e da preocupação com o meio ambiente traz desafios para a macrotemática, que deverá também se dedicar à formulação de critérios para a sustentabilidade e eficiência energética.

Para atender os objetivos identificados para a macrotemática, estabeleceram-se as seguintes metas de curto, médio e longo prazo.

Tabela 244 - Metas Regulatórias, Tecnológicas e de Inovação: Macrotemática Normalização, Regulamentação e Avaliação de Conformidade

Metas	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo Prazo
Regulatória	Compor e fortalecer o Comitê Brasileiro de Regulamentação (CBR) com modelos de coordenação institucional, vigilância de mercado e validação no SEB; Desenvolver e aplicar medidas de gestão de conformidade e compliance a normas e regulamentações técnicas para as empresas concessionárias do SEB.	Implantar CBR, com métodos de avaliação de conformidade para novas tecnologias no SEB.	Desenvolver novas tecnologias de gestão da conformidade e validação de normas e regulamentos aplicados às empresas do SEB.
Tecnológica	Desenvolver processos e métodos de medição para estabelecer a referência primária ainda não existente para calibração de instrumentos de medição elétrica e de outros aplicados à geração de energia renovável.	Desenvolver métodos de calibração, metrologia e critérios de segurança e sustentabilidade para medidores elétricos, energias renováveis e sistemas de GTD.	Desenvolver métodos e técnicas de metrologia quântica.
Inovação	Implantar infraestrutura laboratorial para componentes dos vários níveis de tensão e corrente aplicados a GTD.	Definir referencial técnico para a avaliação dos medidores elétricos inteligentes, bem como para inserção da segurança cibernética e sustentabilidade na cadeia de fornecimento de energia.	Inserir novos métodos e processos de rastreabilidade de medidas, materiais de referências, promover novos requisitos técnicos e métodos de determinação das conformidades.

Fonte: Elaboração própria

As estratégias de CT&I para o atendimento dos objetivos traçados para a macrotemática se estruturam em torno do fortalecimento institucional do Comitê Brasileiro de Regulação (CBR) e do desenvolvimento de métodos e técnicas de gestão da conformidade por empresas do SEB. Esse é o primeiro e mais prioritário passo para fomentar o desenvolvimento das rotas tecnológicas identificadas.

Com essas medidas, torna-se possível a implantação de novas medidas de metrologia, requisitos técnicos e de segurança para as novas tecnologias que estão sendo implantadas no setor. Esse processo, desenvolvido com base nas instituições já consolidadas no Brasil (Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT e Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia - Inmetro), deverá contar com o fortalecimento da capacidade laboratorial para o desenvolvimento de TIB no país. Isso ainda no curto prazo, uma vez que se espera no médio prazo a efetiva implantação dessas tecnologias no SEB.



No médio e no longo prazo, novos arranjos institucionais deverão ser necessários para a consolidação dos requisitos e sistema de certificação para tecnologias integradas de distribuição, comunicação e transmissão, bem como novas tecnologias de geração. Novamente, espera-se o fortalecimento institucional do sistema já existente, com a dotação orçamentária necessária para a contratação de serviços para a definição de métodos de calibração, requisitos tecnológicos e critérios de segurança para as novas tecnologias que estão surgindo.

Para atender os objetivos identificados para a macrotemática, estabeleceram-se as seguintes metas de curto, médio e longo prazo.

Tabela 245 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Normalização, Regulamentação e Avaliação de Conformidade (Curto Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado Esperado	Categoria de Instrumentos
1	Mobilizar grupo de trabalho para definição de padrões técnicos, normatizações, regulações de requisitos para equipamentos, processos e serviços.	Estabelecimento de critérios para requisitos de novas tecnologias a serem implantadas no SEB.	8. Redes de inovação
2	Mobilizar grupo de trabalho para definição de padrões técnicos, normatizações, regulações e regulamentação para estruturação de medidas regulatórias para fomentar coordenação e gestão da conformidade.	Atendimento da meta regulatória.	9. Regulação para inovação 8. Redes de inovação
3	Executar estudos para desenvolvimento de métodos de medição para referência a medição elétrica e geração renovável. Gerar competências internas em recursos humanos e infraestrutura de CT&I em pesquisa e metrologia para atender objetivos.	Atendimento da meta tecnológica e promoção de inovação. Pesquisas e avanços em TIB.	2. Apoio direto a P&D 15. Infraestrutura de CT&I

Fonte: Elaboração própria



Tabela 245 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Normalização, Regulamentação e Avaliação de Conformidade (Curto Prazo) (continuação)

N.	Atividades de Fomento/ Indutoras e/ou Instrumentos	Organizações Financiadoras	Sugestões de Atores Envolvidos	Rotas Aplicáveis
1	Definição de critérios técnicos para equipamentos, sobretudo de energias renováveis e redes elétricas.	ABNT, Inmetro, Aneel	Aneel, MDIC, MME, Inmetro, ABNT	3, 4
2	Proposição de regulação para gestão da conformidade para empresas concessionárias do SEB.	Aneel, MDIC, MME, Finep	ABNT, Inmetro, Aneel, ONS	1, 4
	Fortalecimento do CBR com participação de atores do SEB.	ABNT, Inmetro, Aneel, associações	Aneel, MDIC, MME	
3	Contratação de serviços de metrologia para definição de critérios de referência.	MDIC, MME	ABNT, Inmetro, Aneel, ONS, MME, MDIC	2, 3, 4
	Estruturação de infraestrutura laboratorial.	Aneel, MME, MDIC, Finep, BNDES	ABNT, Inmetro, Aneel, ONS, MME, MDIC	2, 3, 4

Fonte: Elaboração própria

Tabela 246 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Normalização, Regulamentação e Avaliação de Conformidade (Médio Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado Esperado	Categoria de Instrumentos
4	Executar estudos para desenvolvimento de métodos de medição para referência a medição elétrica e geração renovável.	Atendimento da meta tecnológica e promoção de inovação.	5. Serviços técnicos e consultorias
5	Gerar competências internas em recursos humanos e infraestrutura de CT&I em pesquisa e metrologia para atender objetivos.	Pesquisas e avanços em TIB.	15. Infraestrutura de CT&I
6	Gerar competências internas em recursos humanos e infraestrutura de CT&I em metrologia quântica e de aplicação de materiais.	Fomento a avanços na ciência para dar suporte à inovação.	3. Políticas de formação e capacitação 15. Infraestrutura de CT&I
7	Mobilizar grupo de trabalho para definição de padrões técnicos, normatizações, regulações e regulamentações para certificação de REI e energias renováveis.	Atendimento das metas de inovação e regulatória. Capacitação da indústria nacional para atender o SEB.	9. Regulação para inovação

Fonte: Elaboração própria



Tabela 246 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Normalização, Regulamentação e Avaliação de Conformidade (Médio Prazo) (continuação)

N.	Atividades de Fomento/ Indutoras e/ou Instrumentos	Organizações Financiadoras	Sugestões de Atores Envolvidos	Rotas Aplicáveis
4	Contratação de serviços de metrologia para definição de critérios de referência.	ABNT, Inmetro, Aneel, Finep	ABNT, Inmetro, Aneel, ONS, MME, MDIC	2, 3, 4
5	Estruturação de infraestrutura laboratorial.	Aneel, MME, MDIC, Finep, BNDES	ABNT, Inmetro, Aneel, ONS, MME, MDIC	2, 3, 4
6	Bolsas de todos os níveis e capacitação em pesquisa básica no tema.	CNPq, Capes, FAP	MDIC, Inmetro, MEC, MCTIC, MME, ICT	1, 2, 3, 4
6	Programa de apoio a estruturação a vários níveis para CT&I (universitário, escolas técnicas)	CNPq, Capes, FAP, Finep	MDIC, Inmetro, MEC, MCTIC, MME, ICT	
7	Definição e implantação de critérios técnicos.	MME, MDIC, Aneel, ONS, Finep	Inmetro, ABNT, Aneel	3, 4

Fonte: Elaboração própria

Tabela 247 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Normalização, Regulamentação e Avaliação de Conformidade (Longo Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado Esperado	Categoria de Instrumentos
8	Gerar competências internas em recursos humanos e infraestrutura de CT&I em metrologia quântica e de aplicação de materiais.	Fomento a avanços na ciência para dar suporte à inovação.	3. Políticas de formação e capacitação 15. Infraestrutura de CT&I
9	Modernizar a regulação para certificação.	Atendimento da meta regulatória. Capacitação de empresas do SEB para a busca de qualidade e inovação.	5. Serviços técnicos e consultorias

Fonte: Elaboração própria



Tabela 247 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Normalização, Regulamentação e Avaliação de Conformidade (Longo Prazo) (continuação)

N.	Atividades de Fomento/ Indutoras e/ou Instrumentos	Organizações Financiadoras	Sugestões de Atores Envolvidos	Rotas Aplicáveis
8	Bolsas de todos os níveis e capacitação em pesquisa básica no tema.	CNPq, Capes, FAP	MDIC, Inmetro, MEC, MCTIC, MME, ICT	1, 2, 3, 4
9	Programa de apoio à estruturação a vários níveis para CT&I (universitário, escolas técnicas)	CNPq, Capes, FAP, Finep	MDIC, Inmetro, MEC, MCTIC, MME, ICT	
	Proposição de novas metodologias de regulação para gestão da conformidade para empresas concessionárias da SEB.	MME, MDIC, ABNT	Inmetro, ABNT, Aneel	2, 3, 4

Fonte: Elaboração própria

A Tabela abaixo apresenta as rotas tecnológicas referenciadas na Tabela anterior.

Tabela 248 - Ordem de Prioridade dos Investimentos em P&D nas Rotas Tecnológicas Abordadas na Macrotemática Normalização, Regulamentação e Avaliação de Conformidade

Prioridade	Rota Tecnológica	Temática
1	Coordenação institucional e apoio à atividade regulatória	Governança e vigilância de mercado
2	Confiabilidade metrológica do setor elétrico	Metrologia
3	Referencial técnico para equipamentos, sistemas, processos e serviços	Normalização e regulamentação técnica
4	Conformidade dos equipamentos, processos e serviços às normas e regulamentos técnicos	Avaliação da conformidade

Fonte: Elaboração própria

9.12. Capacitação de recursos humanos

Objetivo geral: Prover mão de obra especializada, capacitada e treinada para dar suporte na área de serviços, engenharia, pesquisa, desenvolvimento de novos produtos e tecnologias para o setor.

Devido a sua multidisciplinaridade, à quantidade de conceitos associados e às várias particularidades do setor elétrico, a produção de recursos humanos se torna um assunto complexo, que demanda, desde uma completa investigação a respeito dos tipos de perfis profissionais necessários para o setor, observando habilidades e requisitos básicos da mão de obra, até uma série de adaptações em currículos já existentes nas áreas de engenharia e tecnologia, novas metodologias de ensino e aprendizagem, além de várias tecnologias e ferramentas de apoio ao processo de formação, treinamento e capacitação.

Esse fato ganha ainda mais destaque no setor quando considerada a grande convergência tecnológica pelo qual passam os sistemas elétricos em todo o mundo. Sistemas digitais de computação têm se tornado cada vez mais comuns, permeando todo o sistema. Os avanços nas tecnologias de comunicação, com novos meios de transmissão de dados, codificações e protocolos, possibilitaram novos tipos de conectividade, com ou sem fio, com características de banda e velocidades cada vez maiores, com cada vez maior alcance e menor custo. Hoje, os profissionais que atuam no setor estão inseridos em um ambiente bastante diferente do passado. Esse ambiente requer conceitos multidisciplinares para o trabalho cotidiano, com tópicos de outras áreas da ciência além da eletricidade, como física, química, materiais, obras civis, estruturas e artefatos mecânicos, entre outros.



Uma agenda de ações de CT&I para a macrotemática, bem estabelecida e aceita pelas empresas integrantes do SEB deve ampliar o leque de oportunidades e investimentos nesse setor. Caso contrário, os investimentos serão priorizados apenas para projetos pequenos que, apesar de propiciar retorno rápido, têm menor valor agregado, baixo fator de impacto no setor, além de menor possibilidade de inovação. Deve-se, portanto, apresentar uma perspectiva clara, que favoreça o desenvolvimento constante de projetos de todos os portes, com impactos de curto, médio e longo prazo, permitindo alcançar os objetivos gerais e específicos comentados. Para atingir o objetivo geral dessa macrotemática, estão previstos objetivos de curto, médio e longo prazo, traduzidos nas seguintes metas regulatórias, tecnológicas e de inovação.

**Tabela 249 - Metas Regulatórias, Tecnológicas e de Inovação:
Macrotemática Capacitação de Recursos Humanos**

Metas	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo Prazo
Regulatória	Aplicar estudos de demanda e perfil de competências para RH no SEB.	Desenvolver ações de promoção de criação de novos currículos para técnicos, alunos de graduação e pós-graduação, baseado nas novas demandas do SEB.	Desenvolver ações de promoção de criação de novos currículos para técnicos, alunos de graduação e pós-graduação, baseado nas novas demandas do SEB.
Tecnológica	Desenvolver pesquisa em ferramentas analíticas para a gestão do conhecimento no SEB, considerando novas tecnologias, como Big Data, data mining etc.	Desenvolver técnicas e metodologias avançadas de ensino, treinamento e avaliação, incluindo recursos avançados de imersão, telepresença, realidade virtual e/ou aumentada, jogos sérios, ensino peer-to-peer (aula sem professor), entre outros.	Desenvolver técnicas e metodologias avançadas de ensino, treinamento e avaliação, incluindo recursos avançados de imersão, telepresença, realidade virtual e/ou aumentada, jogos sérios, ensino peer-to-peer (aula sem professor), entre outros.
Inovação	Desenvolver cursos de formação a distância para difusão e capacitação de atores no SEB.		

Fonte: Elaboração própria

As ações de CT&I relacionadas na macrotemática para atingir objetivos descritos em etapas anteriores do projeto devem ser estruturadas em uma estratégia composta por três passos: (i) mapeamento e prospecção de competências necessárias ao SEB; (ii) fortalecimento do sistema de ensino, pesquisa e extensão associado ao SEB; (iii) desenvolvimento de novas metodologias, técnicas e tecnologias de aprendizado, simulação e experimentação, conforme descrito a seguir:

- I) Mapeamento e prospecção de competências necessárias ao SEB: As ações de CT&I relacionadas a esse processo devem ser iniciadas logo no curto prazo com um mapeamento de requisitos e habilidades demandados pelo SEB para o cumprimento de sua operação e expansão. Esse processo deve continuar no médio prazo com a divulgação sistemática de informações sobre as demandas de RH para o setor, considerando as novas tecnologias que serão inseridas;
- II) Fortalecimento do sistema de ensino, pesquisa e extensão associado ao SEB: O desenvolvimento e o fortalecimento de centros técnicos devem ser iniciados no curto prazo para atender as demandas imediatas para capacitação e certificação de recursos humanos. Esses centros devem evoluir, no médio prazo, para centros de excelência, contando com projetos de pesquisa conjunta em formação e capacitação para o SEB, consolidando as competências nacionais no desenvolvimento de tecnologias de simulação, realidade virtual e/ou aumentada, jogos, ensino a distância, e outros. No longo prazo, esses centros devem se tornar referências internacionais, articulados com pesquisa e ensino em empresas e universidades em todo o mundo;
- III) Desenvolvimento de novas metodologias, técnicas e tecnologias de aprendizado, simulação e experimentação: De acordo com os documentos gerados em outras etapas desse projeto, o Brasil tem competências em sua indústria para o desenvolvimento de tecnologias para formação e capacitação no SEB. Esse processo deve se iniciar no curto prazo com o desenvolvimento de cursos a distância de acordo com as demandas de capacitação do sistema. No médio e no longo prazo, pesquisas devem ser incentivadas para fomentar a criação de novas metodologias, técnicas e tecnologias nacionais para atender a demanda do SEB, aproveitando as capacidades industriais estabelecidas e a grande demanda representada pelo SEB.



Tabela 250 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Capacitação de Recursos Humanos (Curto Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado Esperado	Categoria de Instrumentos
1	Executar estudos para mapeamento de requisito e habilidades profissionais demandados pelo SEB.	Contribuição com metas tecnológicas e regulatórias.	2. Apoio direto a P&D <hr/> 15. Infraestrutura de CT&I
2	Criar modelos, projetos demonstrativos e projetos-piloto para desenvolvimento de metodologia de cursos de EAD para capacitação de profissionais em áreas estratégicas para o SEB.	Contribuição com metas de inovação.	3. Políticas de formação e capacitação <hr/> 4. Políticas para o empreendedorismo tecnológico e apoio a startups
3	Executar estudos para desenvolvimento de métodos de ensino, simulação e experimentação.	Contribuição com Pesquisas tecnológicas no tema.	2. Apoio direto a P&D
4	Gerar competências internas em recursos humanos e infraestrutura de CT&I para fortalecer sistema de ensino, pesquisa e extensão relacionado ao SEB.	Desenvolvimento de competências nacionais para atender às demandas de RH do SEB.	3. Políticas de formação e capacitação <hr/> 15. Infraestrutura de CT&I <hr/> 8. Redes de inovação

Fonte: Elaboração própria



Tabela 250 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Capacitação de Recursos Humanos (Curto Prazo) (continuação)

N.	Atividades de Fomento/ Indutoras e/ou Instrumentos	Organizações Financiadoras	Sugestões de Atores Envolvidos	Rotas Aplicáveis
1	Pesquisa sobre metodologias e ferramentas para identificar e mapear habilidades desejadas, problemas e preocupações típicas associadas a cada atividade profissional, as regiões do país em que tais postos são mais ou menos necessários, além das barreiras econômicas, culturais e sociais para esse ensino.	Programa de P&Aneel, CNPq, Capes, Finep	Aneel, MME, MCTIC/CNPq, MEC/ Capes, Inep, MTE	1
	Consolidação de banco de dados de conhecimento e experiências associadas às atividades do SEB e do seu profissional.	Finep	Aneel, MME, MCTIC/CNPq, MEC/Capes	
2	Desenvolvimento de metodologia de EAD com parceiros do sistema de ensino técnico brasileiro.	Senai, Capes, CNPq	MME, Aneel, MEC, MDIC	2
	Fomento a startups brasileiros para o desenvolvimento de métodos de ensino a distância para o SEB.	Sebrae, Senai, CNI, Finep	Aneel, MME, MCTIC, MDIC, CNI, Sebrae	
3	Desenvolvimento de projetos de P&D em novas tecnologias de ensino, simulação e experimentação.	Programa de P&D Aneel, CNPq, Capes, Finep, BNDES, FAP	Aneel, MME, MCTIC/CNPq, MEC/Capes, CNI	2, 3
4	Promoção da capacitação continuada de RH.	CNPq, Capes, FAP, Sistema S	Aneel, MME, MCTIC/CNPq, MEC/Capes, CNI	1, 2, 3
	Criação de centros técnicos para o SEB.	CNI/Senai, Aneel, Finep	Aneel, MME, MCTIC/CNPq, MEC/Capes, CNI	
	Lançamento de projetos em rede, com financiamento de seminários e workshops conjuntos.	CNI/Senai, Aneel, Finep	Aneel, MME, MCTIC/CNPq, MEC/Capes, CNI	

Fonte: Elaboração própria

Tabela 251 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Capacitação de Recursos Humanos (Médio Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado Esperado	Instrumentos
5	Executar estudos para desenvolvimento de métodos de ensino, simulação e experimentação.	Contribuição a pesquisas tecnológicas no tema.	2. Apoio direto a P&D <hr/> 7. Políticas para apoio à colaboração (U-E ou E-E)
6	Gerar competências internas em recursos humanos e infraestrutura de CT&I para fortalecer sistema de ensino, pesquisa e extensão relacionado ao SEB.	Desenvolvimento de competências nacionais para atender demandas de RH do SEB.	3. Políticas de formação e capacitação <hr/> 15. Infraestrutura de CT&I <hr/> 8. Redes de inovação <hr/> 3. Políticas de formação e capacitação
7	Executar estudos para mapeamento de requisito e habilidades profissionais demandados pelo SEB.	Difusão das demandas de requisitos profissionais do SEB.	13. Difusão da informação e do conhecimento

Fonte: Elaboração própria



Tabela 251 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Capacitação de Recursos Humanos (Médio Prazo) (continuação)

N.	Atividades de Fomento/ Indutoras	Sugestões de Instrumentos de Financiamento	Sugestões de Atores Envolvidos	Rotas Aplicáveis
5	Desenvolvimento de pesquisas em metodologias avançadas de ensino, treinamento e avaliação, telepresença, realidade virtual e/ou aumentada, jogos sérios, ensino peer-to-peer (aula sem professor), entre outros.	Programa de P&D Aneel, CNPq, Capes, Finep, BNDES, FAP	Aneel, MME, MCTIC/ CNPq, MEC/Capes, CNI, Embrapii	2, 3
	Criação de editais conjuntos Embrapii para desenvolvimento de ambientes virtuais de ensino e capacitação para o SEB.	Embrapii, Aneel, Finep, BNDES		
	Promoção da capacitação continuada de RH.	CNPq, Capes, FAP, Sistema S		
6	Criação de centros técnicos para o SEB. Lançamento de projetos em rede, com financiamento de seminários e workshops conjuntos.	CNI/Senai, Aneel, Finep CNI/Senai, Aneel, Finep	Aneel, MME, MCTIC/ CNPq, MEC/Capes, CNI	1, 2, 3
7	Sugestão de alteração curricular em cursos técnicos e de universidades para atender o SEB. Desenvolvimento de mecanismos de difusão das demandas esperadas em competências e capacitações para o SEB.	CNI/Senai, Aneel, MEC Aneel	Aneel, associações, Sistema S, ICT	1

Fonte: Elaboração própria

Tabela 252 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Capacitação de Recursos Humanos (Longo Prazo) (continua)

N.	Ações	Resultado Esperado	Instrumentos
8	Executar estudos para desenvolvimento de métodos de ensino, simulação e experimentação.	Contribuição a pesquisas tecnológicas no tema.	2. Apoio direto a P&D 7. Políticas para apoio à colaboração (U-E ou E-E)
9	Gerar competências internas em recursos humanos e infraestrutura de CT&I para fortalecer sistema de ensino, pesquisa e extensão relacionado ao SEB.	Desenvolvimento de competências nacionais para atender às demandas de RH do SEB.	15. Infraestrutura de CT&I 8. Redes de inovação

Fonte: Elaboração própria



Tabela 252 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Capacitação de Recursos Humanos (Longo Prazo) (continuação)

N.	Atividades de Fomento/ Indutoras	Sugestões de Instrumentos de Financiamento	Sugestões Quanto ao Órgão Executor	Rotas Aplicáveis
8	Desenvolvimento de pesquisas em metodologias avançadas de ensino, treinamento e avaliação, telepresença, realidade virtual e/ou aumentada, jogos sérios, ensino peer-to-peer (aula sem professor), entre outros.	Programa de P&D Aneel, CNPq, Capes, Finep, BNDES, FAP	Aneel, MME, MCTIC/ CNPq, MEC/Capes, CNI, Embrapii	2, 3
	Criação de editais conjuntos Embrapii para desenvolvimento de ambientes virtuais de ensino e capacitação para o SEB.	Embrapii, Aneel, Finep, BNDES		
9	Fortalecimento e internacionalização de centros técnicos para o SEB. Criação de redes integradas de cooperação para desenvolvimento de projetos e intercâmbio de experiências na área de educação para o SEB.	CNI/Senai, Aneel, SEB CNI/Senai, Aneel, MEC	Aneel, CNI, MDIC, MEC Aneel, MME, MCTIC, MEC	1, 2, 3

Fonte: Elaboração própria

A Tabela abaixo apresenta as rotas tecnológicas referenciadas na Tabela anterior.

Tabela 253 - Ordem de Prioridade dos Investimentos em P&D nas Rotas Tecnológicas Abordadas na Macrotemática Capacitação de Recursos Humanos

Prioridade	Rota Tecnológica	Temática
1	Identificação dos requisitos e habilidades profissionais	Perfil do profissional para trabalhar no setor elétrico
2	Metodologias de treinamento, ensino e experimentação	Metodologias e tecnologias aplicadas à capacitação de recursos humanos
3	Tecnologias de simulação, emulação, treinamento e experimentação	Metodologias e tecnologias aplicadas à capacitação de recursos humanos

Fonte: Elaboração própria



Referências



Referências bibliográficas

AGENCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. **Programa de pesquisa e desenvolvimento tecnológico do setor de energia elétrica**. Disponível em: < <http://www.aneel.gov.br/programa-de-p-d>>.

ALMEIDA, A. T. **Processo de Decisão nas Organizações: Construindo Modelos de Decisão Multicritério**. São Paulo: Editora Atlas, 2013.

BARRON, F. H.; BARRETT, B.E. Decision quality using ranked attribute weights, **Management Science**, vol.42, p.1515-1523. 1996.

BRANS, J.P ; VINCKE, P. (1985) A preference ranking organization method, **Management Science**, vol. 31, no. 6, p. 647–656, 1985.

BRASIL. Presidência da República, Casa Civil, Subchefia para assuntos jurídicos. **Lei nº 9.991 de julho de 2000**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9991.htm>.

_____. _____. **Lei nº 10.973 de 02 de dezembro de 2004**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/lei/l10973.htm>.

_____. _____. **Lei nº 11.196 de 21 de novembro de 2005**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/lei/l11196.htm>

_____. _____. **Lei nº 11.540 de 12 de novembro de 2007**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11540.htm>.

BORRÁS, S.; EDQUIST, C. The Choice of innovation policy instruments. **Technological Forecasting & Social Change**, v. 80, p. 1513-1522, 2013. Disponível em: < http://econpapers.repec.org/article/teetefoso/v_3a80_3ay_3a2013_3ai_3a8_3ap_3a1513-1522.htm>.

CARVALHO, J.; GOLDEMBERG, J. **Economia e política da energia**. Rio de Janeiro: Ed. José Olympio, 1980.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS - CGEE. **Sugestões de aprimoramento ao modelo de fomento à PD&I do Setor Elétrico Brasileiro**. CAVALCANTI, C. Brasília: 2015. Disponível em: < <http://www.cgge.org.br/atividades/redirect/9236>>

_____. **Eficiência Energética: recomendações de ações de CT&I em segmentos da indústria selecionados - Edificações eficientes**. CAVALCANTI, C. (Coord.). Brasília: 2013. Disponível em: < <http://www.cgge.org.br/atividades/redirect/8624>>

_____. **Análises e percepções para o desenvolvimento de uma política de CT&I no fomento da**

energia eólica no Brasil. CAVALCANTI, C. (Coord.). Brasília: 2012. Disponível em: < <http://www.cgEE.org.br/atividades/redirect/7860>>.

_____. **Foresight International Seminar - from theory to practice.** FILHO, L.F; NEHME, C.C. Brasília: 2011. Disponível em: < <http://www.cgEE.org.br/atividades/redirect/7378>>.

DRUMMOND, M. **Relatório de atividades do Centro de Pesquisas de Energia Elétrica.** Rio de Janeiro: CEPEL, 2001.

EDLER, J.; FAGERBERG, J. Innovation Policy: what, why, and how. **Oxford Review of Economic Policy**, v. 33, n. 1, p. 2-23, 2017. Disponível em: < <https://academic.oup.com/oxrep/article/33/1/2/2972712/Innovation-policy-what-why-and-how>

FLANAGAN, K.; UYARRA, E.; LARANJA, M. Reconceptualising the 'policy mix' for innovation. **Research Policy**, v. 40, p. 702-713, 2011. Disponível em: < http://econpapers.repec.org/article/eeerespol/v_3a40_3ay_3a2011_3ai_3a5_3ap_3a702-713.htm

FINANCIADORA DE PRODUTOS E PROJETOS - FINEP. **Inova Energia.** Disponível em: <http://www.finep.gov.br/apoio-e-financiamento-externa/programas-e-linhas/programas-inova/inova-energia>

GOETGHEBEUR, M. M.; WAGNER, M.; KHOURY, H.; LEVITT, R. J.; ERICKSON, L. J.; RINDRESS, D. Bridging health technology assessment (HTA) and efficient health care decision making with multicriteria decision analysis (MCDA) applying the EVIDEM framework to medicines appraisal. **Medical decision making**, vol. 32, n. 2, p. 376-388, 2012.

HAMMOND, J. S.; KEENEY, R. L.; RAIFFA, H. **Smart choices: A practical guide to making better decisions.** Boston: Harvard Business Review Press, 1999.

JAMASB, T.; POLLITT, M. Liberalisation and R&D in network industries: The case of the electricity industry. **Research Policy**, n. 37, p. 995-1008, 2008. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048733308000851>>.

KEMP, R. Technology and the transition to environmental sustainability : The problem of technological regime shifts. **Futures**, n. 26, ls. 10, p. 1023-1046, 1994. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/222462705_Technology_and_the_transition_to_environmental_sustainability_The_problem_of_technological_regime_shifts>.

MAZZUCATO, M.; SEMIENIUK, G. Public financing of innovation: new questions. **Oxford Review of Economic Policy**, v. 33, n. 1, p. 24-48, 2017. Disponível em: < https://www.researchgate.net/publication/313509465_Public_financing_of_innovation_New_questions>.



MEMÓRIA DA ELETRICIDADE. **Panorama do setor de energia elétrica no Brasil**. Rio de Janeiro: Centro da Memória da Eletricidade no Brasil, 1988.

MORAIS, D. C.; DE ALMEIDA, A. T.; ALENCAR, L. H.; CLEMENTE, T. R. N.; CAVALCANTI, C. Z. B. PROMETHEE-ROC model for assessing the readiness of technology for generating energy. **Mathematical Problems in Engineering**, vol. 2015, 2015. Disponível em: < https://www.researchgate.net/publication/276834067_PROMETHEE-ROC_model_for_assessing_the_readiness_of_technology_for_generating_energy>.

MUNIER, N. **A strategy for using multicriteria analysis in decision-making: a guide for simple and complex environmental projects**. New York: Springer Science & Business Media, 2011.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT - OECD. **Energy technology perspectives: scenarios & strategies to 2050**. Paris: 2010. Disponível em: < <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/scenario.pdf>>.

RAVEN, R.; JOLIVET, E.; MOURIK, R. M.; FEENSTRA, Y. ESTEEM: Managing societal acceptance in new energy projects: A toolbox method for project managers. **Technological forecasting & social change**, v. 76, n. 7, p. 963977, 2009. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0040162509000250>>.

ROY, B. **Multicriteria Methodology for Decision Aiding**. New York: Springer Science & Business Media, 1996.

STOKES, D.E. **O quadrante de Pasteur: A ciência básica e a inovação tecnológica**. Campinas: Ed. Unicamp, 2005.

THOKALA, P.; DUENAS, A. Multiple criteria decision analysis for health technology assessment. **Value in Health**, vol. 15, n. 8, p. 1172-1181, 2012.

WILLIAMS, R.H. Addressing challenges to sustainable development with innovative energy technologies in a competitive electric industry. **Energy for sustainable development**, n.2, v. 5, 2001. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.458.1493&rep=rep1&type=pdf>>.



Listas



Lista de Figuras

Figura 1 - Estrutura do Mapa do Conhecimento	48
Figura 2 - Resumo das informações levantadas nas diferentes etapas do projeto.	49
Figura 3 - Organizações e Instrumentos de CT&I de acordo com o grau de maturidade tecnológica e atividades da cadeia de inovação	61
Figura 4 - Procedimento para resolução de um problema de decisão.	64

Lista de Tabelas

Tabela 1 -	Taxonomia de instrumentos de CT&I (continua)	40
Tabela 1 -	Taxonomia de instrumentos de CT&I (continuação)	41
Tabela 2 -	Categorias de instrumentos e possíveis aplicações no SEB	45
Tabela 3 -	Organização da metodologia para a construção de Agenda de CT&I para o Setor (continua)	54
Tabela 3 -	Organização da metodologia para a construção de Agenda de CT&I para o Setor (continuação)	55
Tabela 4 -	Resultados referentes à colocação de cada uma das diretrizes	65
Tabela 5 -	Lista de objetivos e critério validada para o processo decisório	67
Tabela 6 -	Ordem de preferência dos critérios	68
Tabela 7 -	Ordem de preferência dos critérios utilizados no modelo de decisão multicritério	70
Tabela 8 -	Critérios do modelo de decisão multicritério	100
Tabela 9 -	Priorização das macrotemáticas do GT Geração de Energia Elétrica e Armazenamento de Energia	102
Tabela 10 -	Priorização das macrotemáticas do GT Transmissão de Energia Elétrica	103
Tabela 11 -	Priorização das macrotemáticas do GT Distribuição de Energia Elétrica	104
Tabela 12 -	Priorização das macrotemáticas do GT Eficiência Energética	105
Tabela 13 -	Priorização das macrotemáticas do GT Assuntos Sistêmicos	106
Tabela 14 -	Metas regulatórias, tecnológicas e de inovação: Macrotemática Energia Eólica	110
Tabela 15 -	Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Energia Eólica (Curto Prazo) (continua)	112
Tabela 15 -	Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Energia Eólica (Curto Prazo) (continuação)	113
Tabela 16 -	Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Energia Eólica (Médio Prazo) (continua)	114
Tabela 16 -	Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Energia Eólica (Médio Prazo) (continuação)	115
Tabela 17 -	Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Energia Eólica (Longo Prazo) (continua)	116
Tabela 17 -	Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Energia Eólica (Longo Prazo) (continuação)	117
Tabela 18 -	Ordem de prioridade dos investimentos em P&D nas rotas tecnológicas abordadas na macrotemática Energia Eólica	118
Tabela 19 -	Metas regulatórias, tecnológicas e de inovação: Macrotemática de Energia Solar Fotovoltaica	119
Tabela 20 -	Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Energia Solar Fotovoltaica (Curto Prazo) (continua)	122
Tabela 20 -	Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Energia Solar Fotovoltaica (Curto Prazo) (continuação)	123
Tabela 21 -	Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Energia Solar Fotovoltaica (Médio Prazo)	124
Tabela 21 -	Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Energia Solar Fotovoltaica (Médio Prazo)	125



Tabela 22 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Energia Solar Fotovoltaica (Longo Prazo) (continua)	126
Tabela 22 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Energia Solar Fotovoltaica (Longo Prazo) (continuação)	127
Tabela 23 - Ordem de prioridade dos investimentos em P&D nas rotas tecnológicas abordadas na macrotemática Energia Solar Fotovoltaica	128
Tabela 24 - Metas regulatórias, tecnológicas e de inovação: Macrotemática Energia Solar Heliotérmica	129
Tabela 25 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Energia Solar Heliotérmica (Curto Prazo) (continua)	130
Tabela 25 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Energia Solar Heliotérmica (Curto Prazo) (continuação)	131
Tabela 26 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Energia Solar Heliotérmica (Médio Prazo) (continua)	132
Tabela 26 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Energia Solar Heliotérmica (Médio Prazo) (continuação)	133
Tabela 27 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Energia Solar Heliotérmica (Longo Prazo) (continua)	134
Tabela 27 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Energia Solar Heliotérmica (Longo Prazo) (continuação)	135
Tabela 28 - Ordem de prioridade dos investimentos em P&D nas rotas tecnológicas abordadas na macrotemática Energia Solar Heliotérmica	136
Tabela 29 - Metas regulatórias, tecnológicas e de inovação: Macrotemática Energia dos Oceanos	137
Tabela 30 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Energia dos Oceanos (Curto Prazo) (continua)	140
Tabela 30 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Energia dos Oceanos (Curto Prazo) (continuação)	141
Tabela 31 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Energia dos Oceanos (Médio Prazo) (continua)	142
Tabela 31 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Energia dos Oceanos (Médio Prazo) (continuação)	143
Tabela 32 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Energia dos Oceanos (Longo Prazo) (continua)	144
Tabela 32 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Energia dos Oceanos (Longo Prazo) (continuação)	145
Tabela 33 - Ordem de prioridade dos investimentos em P&D nas rotas tecnológicas abordadas na macrotemática Energia dos Oceanos	146
Tabela 34 - Metas regulatórias, tecnológicas e de inovação: Macrotemática Termoelectricidade Renovável e Não Renovável	147

Tabela 35 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Termoeletricidade Renovável e Não Renovável (Curto Prazo) (continua)	150
Tabela 35 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Termoeletricidade Renovável e Não Renovável (Curto Prazo) (continuação)	151
Tabela 36 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Termoeletricidade Renovável e Não Renovável (Médio Prazo) (continua)	152
Tabela 36 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Termoeletricidade Renovável e Não Renovável (Médio Prazo) (continuação)	153
Tabela 37 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Termoeletricidade Renovável e Não Renovável (Longo Prazo) (continua)	154
Tabela 37 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Termoeletricidade Renovável e Não Renovável (Longo Prazo) (continuação)	155
Tabela 38 - Ordem de prioridade dos investimentos em P&D nas rotas tecnológicas abordadas na macrotemática Termoeletricidade Renovável e Não Renovável	156
Tabela 39 - Metas regulatórias, tecnológicas e de inovação: Macrotemática Hidrogênio e Célula a Combustível	157
Tabela 40 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Hidrogênio e Célula a Combustível (Curto Prazo) (continua)	160
Tabela 40 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Hidrogênio e Célula a Combustível (Curto Prazo) (continuação) (continuação)	161
Tabela 41 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Hidrogênio e Célula a Combustível (Médio Prazo) (continua)	162
Tabela 41 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Hidrogênio e Célula a Combustível (Médio Prazo) (continuação) (continuação)	163
Tabela 42 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Hidrogênio e Célula a Combustível (Longo Prazo) (continua)	164
Tabela 42 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Hidrogênio e Célula a Combustível (Longo Prazo) (continuação) (continuação)	165
Tabela 43 - Ordem de prioridade dos investimentos em P&D nas rotas tecnológicas abordadas na macrotemática Hidrogênio e Célula a Combustível	166
Tabela 44 - Metas regulatórias, tecnológicas e de inovação: Macrotemática Geração Hidroelétrica	168
Tabela 45 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Geração Hidroelétrica (Curto Prazo) (Continua)	170
Tabela 45 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Geração Hidroelétrica (Curto Prazo) (Continuação) (continuação)	171
Tabela 46 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Geração Hidroelétrica (Médio Prazo) (continua)	172
Tabela 46 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Geração Hidroelétrica (Médio Prazo) (Continuação) (continuação)	173



Tabela 47 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Geração Hidroelétrica (Longo Prazo) (continua)	174
Tabela 47 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Geração Hidroelétrica (Longo Prazo) (continuação)	175
Tabela 48 - Ordem de prioridade dos investimentos em P&D nas rotas tecnológicas abordadas na macrotemática Geração Hidroelétrica	176
Tabela 49 - Metas regulatórias, tecnológicas e de inovação: Macrotemática Energia Nuclear	177
Tabela 50 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Energia Nuclear (Curto Prazo) (continua)	180
Tabela 50 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Energia Nuclear (Curto Prazo) (continuação)	181
Tabela 51 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Energia Nuclear (Médio Prazo) (continua)	182
Tabela 51 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Energia Nuclear (Médio Prazo) (continuação)	183
Tabela 52 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Energia Nuclear (Longo Prazo) (continua)	184
Tabela 52 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Energia Nuclear (Longo Prazo) (continuação)	185
Tabela 53 - Ordem de prioridade dos investimentos em P&D nas rotas tecnológicas abordadas na macrotemática Energia Nuclear (continua)	186
Tabela 54 - Metas regulatórias, tecnológicas e de inovação: Macrotemática Armazenamento de Energia (continuação)	187
Tabela 55 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Armazenamento de Energia (Curto Prazo) (continua)	190
Tabela 55 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Armazenamento de Energia (Curto Prazo) (continuação)	191
Tabela 56 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Armazenamento de Energia (Médio Prazo) (continua)	192
Tabela 56 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Armazenamento de Energia (Médio Prazo) (continuação)	193
Tabela 57 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Armazenamento de Energia (Longo Prazo) (continua)	194
Tabela 57 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Armazenamento de Energia (Longo Prazo) (continuação)	195
Tabela 58 - Ordem de prioridade dos investimentos em P&D nas rotas tecnológicas abordadas na macrotemática Armazenamento de Energia	196
Tabela 59 - Metas regulatórias, tecnológicas e de inovação: Macrotemática Soluções Apropriadas de Geração de Eletricidade em Regiões Remotas	197
Tabela 60 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Soluções Apropriadas de Geração de Eletricidade em Regiões Remotas (Curto Prazo) (continua)	200
Tabela 60 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Soluções Apropriadas de Geração de Eletricidade em Regiões Remotas (Curto Prazo) (continuação)	201
Tabela 61 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Soluções Apropriadas de Geração de Eletricidade em Regiões Remotas (Médio Prazo) (continua)	202

Tabela 61 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Soluções Apropriadas de Geração de Eletricidade em Regiões Remotas (Médio Prazo) (continuação)	203
Tabela 62 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Soluções Apropriadas de Geração de Eletricidade em Regiões Remotas (Longo Prazo) (continua)	204
Tabela 62 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Soluções Apropriadas de Geração de Eletricidade em Regiões Remotas (Longo Prazo) (continuação)	205
Tabela 63 - Ordem de prioridade dos investimentos em P&D nas rotas tecnológicas abordadas na macrotemática Soluções Apropriadas de Geração de Eletricidade em Regiões Remotas	206
Tabela 64 - Metas regulatórias, tecnológicas e de inovação: Macrotemática Sistemas de Transmissão em Corrente Alternada (CA)	210
Tabela 65 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Sistemas de Transmissão em Corrente Alternada (CA) (Curto Prazo) (continua)	212
Tabela 65 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Sistemas de Transmissão em Corrente Alternada (CA) (Curto Prazo) (continuação)	213
Tabela 66 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Sistemas de Transmissão em Corrente Alternada (CA) (Médio Prazo) (continua)	214
Tabela 66 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Sistemas de Transmissão em Corrente Alternada (CA) (Médio Prazo) (continuação)	215
Tabela 67 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Sistemas de Transmissão em Corrente Alternada (CA) (Longo Prazo) (continua)	216
Tabela 67 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Sistemas de Transmissão em Corrente Alternada (CA) (Longo Prazo) (continuação)	217
Tabela 68 - Ordem de prioridade dos investimentos em P&D nas rotas tecnológicas abordadas na macrotemática Sistemas de Transmissão em Corrente Alternada (CA)	218
Tabela 69 - Metas regulatórias, tecnológicas e de inovação: Macrotemática Sistemas de Transmissão em Corrente Contínua (CC)	219
Tabela 70 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Sistemas de Transmissão em Corrente Contínua(CC) (Curto Prazo) (continua)	222
Tabela 70 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Sistemas de Transmissão em Corrente Contínua(CC) (Curto Prazo) (continuação)	223
Tabela 71 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Sistemas de Transmissão em Corrente Contínua (CC) (Médio Prazo) (continua)	224
Tabela 71 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Sistemas de Transmissão em Corrente Contínua (CC) (Médio Prazo) (continuação)	225
Tabela 72 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Sistemas de Transmissão em Corrente Contínua (CC) (Longo Prazo) (continua)	226
Tabela 72 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Sistemas de Transmissão em Corrente Contínua (CC) (Longo Prazo) (continuação)	227
Tabela 73 - Ordem de prioridade dos investimentos em P&D nas rotas tecnológicas abordadas na macrotemática Sistemas de Transmissão em Corrente Contínua (CC)	228



Tabela 74 - Metas regulatórias, tecnológicas e de inovação: Macrotemática Sistemas de Transmissão por Cabos Isolados	229
Tabela 75 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Sistemas de Transmissão por Cabos Isolados (Curto Prazo) (continua)	232
Tabela 75 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Sistemas de Transmissão por Cabos Isolados (Curto Prazo) (continuação)	233
Tabela 76 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Sistemas de Transmissão por Cabos Isolados (Médio Prazo) (continua)	234
Tabela 76 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Sistemas de Transmissão por Cabos Isolados (Médio Prazo) (continuação)	235
Tabela 77 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Sistemas de Transmissão por Cabos Isolados (Longo Prazo) (continua)	236
Tabela 77 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Sistemas de Transmissão por Cabos Isolados (Longo Prazo) (continuação)	237
Tabela 78 - Ordem de prioridade dos investimentos em P&D nas rotas tecnológicas abordadas na macrotemática Sistemas de Transmissão por Cabos Isolados	238
Tabela 79 - Metas regulatórias, tecnológicas e de inovação: Macrotemática Sistemas Flexíveis de Transmissão em Corrente Alternada (Facts) (continuação)	239
Tabela 80 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Sistemas Flexíveis de Transmissão em Corrente Alternada (Facts) (Curto Prazo) (continua)	240
Tabela 80 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Sistemas Flexíveis de Transmissão em Corrente Alternada (Facts) (Curto Prazo) (continuação)	241
Tabela 81 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Sistemas Flexíveis de Transmissão em Corrente Alternada (Facts) (Médio Prazo) (continua)	242
Tabela 81 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Sistemas Flexíveis de Transmissão em Corrente Alternada (Facts) (Médio Prazo) (continuação)	243
Tabela 82 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Sistemas Flexíveis de Transmissão em Corrente Alternada (Facts) (Longo Prazo) (continua)	244
Tabela 82 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Sistemas Flexíveis de Transmissão em Corrente Alternada (Facts) (Longo Prazo) (continuação)	245
Tabela 83 - Ordem de prioridade dos investimentos em P&D nas rotas tecnológicas abordadas na macrotemática Sistemas Flexíveis de Transmissão em Corrente Alternada (Facts)	246
Tabela 84 - Metas regulatórias, tecnológicas e de inovação: Macrotemática Supercondutores	248
Tabela 85 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Supercondutores (Curto Prazo) (continua)	250
Tabela 85 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Supercondutores (Curto Prazo) (continuação)	251
Tabela 86 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Supercondutores (Médio Prazo) (continua)	252
Tabela 86 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Supercondutores (Médio Prazo) (continuação)	253

Tabela 87 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Supercondutores (Longo Prazo) (continua)	254
Tabela 87 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Supercondutores (Longo Prazo) (continuação)	255
Tabela 88 - Ordem de prioridade dos investimentos em P&D nas rotas tecnológicas abordadas na macrotemática Supercondutores	256
Tabela 89 - Metas regulatórias, tecnológicas e de inovação: Macrotemática Estruturas, Condutores e Isoladores	257
Tabela 90 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Estruturas, Condutores e Isoladores (Curto Prazo) (continua)	260
Tabela 90 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Estruturas, Condutores e Isoladores (Curto Prazo) (continuação)	261
Tabela 91 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Estruturas, Condutores e Isoladores (Médio Prazo) (continua)	262
Tabela 92 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Estruturas, Condutores e Isoladores (Longo Prazo) (continua)	262
Tabela 91 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Estruturas, Condutores e Isoladores (Médio Prazo)	263
Tabela 92 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Estruturas, Condutores e Isoladores (Longo Prazo)	263
Tabela 93 - Ordem de prioridade dos investimentos em P&D nas rotas tecnológicas abordadas na macrotemática Estruturas, Condutores e Isoladores	264
Tabela 94 - Metas regulatórias, tecnológicas e de inovação: Macrotemática Equipamentos de Alta Tensão e Subestações	266
Tabela 95 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Equipamentos de Alta Tensão e Subestações (Curto Prazo) (continua)	268
Tabela 95 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Equipamentos de Alta Tensão e Subestações (Curto Prazo) (continuação)	269
Tabela 96 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Equipamentos de Alta Tensão e Subestações (Médio Prazo) (continua)	270
Tabela 97 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Equipamentos de Alta Tensão e Subestações (Longo Prazo) (continua)	270
Tabela 96 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Equipamentos de Alta Tensão e Subestações (Médio Prazo) (continuação)	271
Tabela 97 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Equipamentos de Alta Tensão e Subestações (Longo Prazo) (continuação)	271
Tabela 98 - Ordem de prioridade dos investimentos em P&D nas rotas tecnológicas abordadas na macrotemática Equipamentos de Alta Tensão e Subestações	272
Tabela 99 - Metas regulatórias, tecnológicas e de inovação: Macrotemática Operação e Manutenção dos Sistemas de Transmissão	274



Tabela 100 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Operação e Manutenção dos Sistemas de Transmissão (Curto Prazo) (continua)	276
Tabela 100 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Operação e Manutenção dos Sistemas de Transmissão (Curto Prazo) (continuação)	277
Tabela 101 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Operação e Manutenção dos Sistemas de Transmissão (Médio Prazo) (continua)	278
Tabela 102 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Operação e Manutenção dos Sistemas de Transmissão (Longo Prazo) (continua)	278
Tabela 101 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Operação e Manutenção dos Sistemas de Transmissão (Médio Prazo) (continuação)	279
Tabela 102 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Operação e Manutenção dos Sistemas de Transmissão (Longo Prazo) (continuação)	279
Tabela 103 - Ordem de prioridade dos investimentos em P&D nas rotas tecnológicas abordadas na macrotemática Operação e Manutenção dos Sistemas de Transmissão	280
Tabela 104 - Metas regulatórias, tecnológicas e de inovação: Macrotemática Proteção, Automação e Controle do Sistema de Transmissão	281
Tabela 105 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Proteção, Automação e Controle do Sistema de Transmissão (Curto Prazo) (continua)	284
Tabela 105 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Proteção, Automação e Controle do Sistema de Transmissão (Curto Prazo) (continuação)	285
Tabela 106 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Proteção, Automação e Controle do Sistema de Transmissão (Médio Prazo) (continua)	286
Tabela 107 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Proteção, Automação e Controle do Sistema de Transmissão (Longo Prazo) (continua)	286
Tabela 106 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Proteção, Automação e Controle do Sistema de Transmissão (Médio Prazo) (continuação)	287
Tabela 107 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Proteção, Automação e Controle do Sistema de Transmissão (Longo Prazo) (continuação)	287
Tabela 108 - Ordem de prioridade dos investimentos em P&D nas rotas tecnológicas abordadas na macrotemática Proteção, Automação e Controle do Sistema de Transmissão	288
Tabela 109 - Metas regulatórias, tecnológicas e de inovação: Macrotemática Redes Elétricas Inteligentes no SIN	290
Tabela 110 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Redes Elétricas Inteligentes no SIN (Curto Prazo) (continua)	292
Tabela 110 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Redes Elétricas Inteligentes no SIN (Curto Prazo) (continuação)	293
Tabela 111 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Redes Elétricas Inteligentes no SIN (Médio Prazo) (continua)	294
Tabela 111 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Redes Elétricas Inteligentes no SIN (Médio Prazo) (continuação)	295

Tabela 112 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Redes Elétricas Inteligentes no SIN (Longo Prazo) (continua)	296
Tabela 112 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Redes Elétricas Inteligentes no SIN (Longo Prazo) (continuação)	297
Tabela 113 - Ordem de prioridade dos investimentos em P&D nas rotas tecnológicas abordadas na macrotemática Redes Elétricas Inteligentes no SIN	298
Tabela 114 - Metas Regulatórias, Tecnológicas e de Inovação: Macrotemática Medição Avançada	301
Tabela 115 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Medição Avançada (Curto Prazo) (continua)	304
Tabela 115 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Medição Avançada (Curto Prazo) (continuação)	305
Tabela 116 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Medição Avançada (Médio Prazo) (continua)	306
Tabela 116 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Medição Avançada (Médio Prazo) (continuação)	307
Tabela 117 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Medição Avançada (Longo Prazo) (continua)	308
Tabela 117 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Medição Avançada (Longo Prazo) (continuação)	309
Tabela 118 - Ordem de Prioridade dos Investimentos em P&D nas Rotas Tecnológicas Abordadas na Macrotemática Medição Avançada	310
Tabela 119 - Metas Regulatórias, Tecnológicas e de Inovação: Macrotemática Automação da rede	311
Tabela 120 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Automação da rede (Curto Prazo) (continua)	312
Tabela 120 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Automação da rede (Curto Prazo) (continuação)	313
Tabela 121 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Automação da rede (Médio Prazo) (continua)	314
Tabela 121 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Automação da rede (Médio Prazo) (continuação)	315
Tabela 122 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Automação da rede (Longo Prazo) (continua)	316
Tabela 122 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Automação da rede (Longo Prazo) (continuação)	317
Tabela 123 - Ordem de Prioridade dos Investimentos em P&D nas Rotas Tecnológicas Abordadas na Macrotemática Automação da Rede	318
Tabela 124 - Metas Regulatórias, Tecnológicas e de Inovação: Macrotemática Compartilhamento de Serviços no Contexto das <i>Smart Cities</i>	319
Tabela 125 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Compartilhamento de Serviços no Contexto das <i>Smart Cities</i> (Curto Prazo) (continua)	320



Tabela 125 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Compartilhamento de Serviços no Contexto das <i>Smart Cities</i> (Curto Prazo) (continuação)	321
Tabela 126 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Compartilhamento de Serviços no Contexto das <i>Smart Cities</i> (Médio Prazo) (continua)	322
Tabela 126 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Compartilhamento de Serviços no Contexto das <i>Smart Cities</i> (Médio Prazo) (continuação)	323
Tabela 127 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Compartilhamento de Serviços no Contexto das <i>Smart Cities</i> (Longo Prazo) (continua)	324
Tabela 127 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Compartilhamento de Serviços no Contexto das <i>Smart Cities</i> (Longo Prazo) (continuação)	325
Tabela 128 - Ordem de Prioridade dos Investimentos em P&D nas Rotas Tecnológicas Abordadas na Macrotemática Compartilhamento de Serviços no Contexto das <i>Smart Cities</i>	326
Tabela 129 - Metas Regulatórias, Tecnológicas e de Inovação: Macrotemática Segurança Cibernética	327
Tabela 130 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Segurança Cibernética (Curto Prazo) (continua)	328
Tabela 130 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Segurança Cibernética (Curto Prazo) (continuação)	329
Tabela 131 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Segurança Cibernética (Médio Prazo) (continua)	330
Tabela 131 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Segurança Cibernética (Médio Prazo) (continuação)	331
Tabela 132 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Segurança Cibernética (Longo Prazo) (continua)	332
Tabela 132 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Segurança Cibernética (Longo Prazo) (continuação)	333
Tabela 133 - Ordem de Prioridade dos Investimentos em P&D nas Rotas Tecnológicas Abordadas na Macrotemática Segurança Cibernética	334
Tabela 134 - Metas Regulatórias, Tecnológicas e de Inovação: Macrotemática Tecnologia da Informação e Comunicação	335
Tabela 135 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Tecnologia da Informação e Comunicação (Curto Prazo) (continua)	336
Tabela 135 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Tecnologia da Informação e Comunicação (Curto Prazo) (continuação)	337
Tabela 136 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Tecnologia da Informação e Comunicação (Médio Prazo) (continua)	338
Tabela 136 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Tecnologia da Informação e Comunicação (Médio Prazo) (continuação)	339
Tabela 137 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Tecnologia da Informação e Comunicação (Longo Prazo) (continua)	340

Tabela 137 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Tecnologia da Informação e Comunicação (Longo Prazo) (continuação)	341
Tabela 138 - Ordem de Prioridade dos Investimentos em P&D nas Rotas Tecnológicas Abordadas na Macrotemática Tecnologia da Informação e Comunicação	342
Tabela 139 - Metas Regulatórias, Tecnológicas e de Inovação: Macrotemática Operação e Manutenção (continuação)	343
Tabela 140 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Operação e Manutenção (Curto Prazo) (continua)	344
Tabela 140 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Operação e Manutenção (Curto Prazo) (continuação)	345
Tabela 141 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Operação e Manutenção (Médio Prazo) (continua)	346
Tabela 141 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Operação e Manutenção (Médio Prazo) (continuação)	347
Tabela 142 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Operação e Manutenção (Longo Prazo) (continua)	348
Tabela 142 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Operação e Manutenção (Longo Prazo) (continuação)	349
Tabela 143 - Ordem de Prioridade dos Investimentos em P&D nas Rotas Tecnológicas Abordadas na Macrotemática Operação e Manutenção	350
Tabela 144 - Metas Regulatórias, Tecnológicas e de Inovação: Macrotemática Subestações e Equipamentos	351
Tabela 145 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Subestações e Equipamentos (Curto Prazo) (continua)	354
Tabela 145 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Subestações e Equipamentos (Curto Prazo) (continuação)	355
Tabela 146 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Subestações e Equipamentos (Médio Prazo) (continua)	356
Tabela 146 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Subestações e Equipamentos (Médio Prazo) (continuação)	357
Tabela 147 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Subestações e Equipamentos (Longo Prazo) (continua)	358
Tabela 147 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Subestações e Equipamentos (Longo Prazo) (continuação)	359
Tabela 148 - Ordem de Prioridade dos Investimentos em P&D nas Rotas Tecnológicas Abordadas na Macrotemática Subestações e Equipamentos	360
Tabela 149 - Metas Regulatórias, Tecnológicas e de Inovação: Macrotemática Infraestrutura de Proteção, Automação e Controle da Distribuição	361
Tabela 150 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Infraestrutura de Proteção, Automação e Controle da Distribuição (Curto Prazo) (continua)	364



Tabela 150 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Infraestrutura de Proteção, Automação e Controle da Distribuição (Curto Prazo) (continuação)	365
Tabela 151 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Infraestrutura de Proteção, Automação e Controle da Distribuição (Médio Prazo) (continua)	366
Tabela 151 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Infraestrutura de Proteção, Automação e Controle da Distribuição (Médio Prazo) (continuação)	367
Tabela 152 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Infraestrutura de Proteção, Automação e Controle da Distribuição (Longo Prazo) (continua)	368
Tabela 152 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Infraestrutura de Proteção, Automação e Controle da Distribuição (Longo Prazo) (continuação)	369
Tabela 153 - Ordem de Prioridade dos Investimentos em P&D nas Rotas Tecnológicas Abordadas na Macrotemática Infraestrutura de Proteção, Automação e Controle da Distribuição	370
Tabela 154 - Metas Regulatórias, Tecnológicas e de Inovação: Macrotemática Mobilidade Elétrica	371
Tabela 155 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Mobilidade Elétrica (Curto Prazo) (continua)	372
Tabela 155 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Mobilidade Elétrica (Curto Prazo) (continuação)	373
Tabela 156 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Mobilidade Elétrica (Médio Prazo) (continua)	374
Tabela 156 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Mobilidade Elétrica (Médio Prazo) (continuação)	375
Tabela 157 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Mobilidade Elétrica (Longo Prazo) (continua)	376
Tabela 157 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Mobilidade Elétrica (Longo Prazo) (continuação)	377
Tabela 158 - Ordem de Prioridade dos Investimentos em P&D nas Rotas Tecnológicas Abordadas na Macrotemática Mobilidade Elétrica	378
Tabela 159 - Metas Regulatórias, Tecnológicas e de Inovação: Macrotemática Geração Distribuída e Microrredes	379
Tabela 160 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Geração Distribuída e Microrredes (Curto Prazo) (continua)	380
Tabela 160 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Geração Distribuída e Microrredes (Curto Prazo) (continuação)	381
Tabela 161 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Geração Distribuída e Microrredes (Médio Prazo) (continua)	382
Tabela 161 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Geração Distribuída e Microrredes (Médio Prazo) (continuação)	383
Tabela 162 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Geração Distribuída e Microrredes (Longo Prazo) (continua)	384

Tabela 162 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Geração Distribuída e Microrredes (Longo Prazo) (continuação)	385
Tabela 163 - Ordem de Prioridade dos Investimentos em P&D nas Rotas Tecnológicas Abordadas na Macrotemática Geração Distribuída e Microrredes	386
Tabela 164 - Metas Regulatórias, Tecnológicas e de Inovação: Macrotemática Redes de Distribuição Aéreas e Subterrâneas (continuação)	387
Tabela 165 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Redes de Distribuição Aéreas e Subterrâneas (Curto Prazo) (continua)	388
Tabela 165 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Redes de Distribuição Aéreas e Subterrâneas (Curto Prazo) (continuação)	389
Tabela 166 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Redes de Distribuição Aéreas e Subterrâneas (Médio Prazo) (continua)	390
Tabela 166 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Redes de Distribuição Aéreas e Subterrâneas (Médio Prazo) (continuação)	391
Tabela 167 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Redes de Distribuição Aéreas e Subterrâneas (Longo Prazo) (continua)	392
Tabela 167 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Redes de Distribuição Aéreas e Subterrâneas (Longo Prazo) (continuação)	393
Tabela 168 - Ordem de Prioridade dos Investimentos em P&D nas Rotas Tecnológicas Abordadas na Macrotemática Redes de Distribuição Aéreas e Subterrâneas	394
Tabela 169 - Metas Regulatórias, Tecnológicas e de Inovação: Macrotemática Qualidade da Energia Elétrica	395
Tabela 170 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Qualidade da Energia Elétrica (Curto Prazo) (continua)	398
Tabela 170 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Qualidade da Energia Elétrica (Curto Prazo) (continuação)	399
Tabela 171 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Qualidade da Energia Elétrica (Médio Prazo) (continua)	400
Tabela 171 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Qualidade da Energia Elétrica (Médio Prazo) (continuação)	401
Tabela 172 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Qualidade da Energia Elétrica (Longo Prazo) (continua)	402
Tabela 172 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Qualidade da Energia Elétrica (Longo Prazo) (continuação)	403
Tabela 173 - Ordem de Prioridade dos Investimentos em P&D nas Rotas Tecnológicas Abordadas na Macrotemática Qualidade da Energia Elétrica	404
Tabela 174 - Metas Regulatórias, Tecnológicas e de Inovação: Macrotemática Sistemas de Iluminação Eficientes	408
Tabela 175 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Sistemas de Iluminação Eficientes (Curto Prazo) (continua)	410



Tabela 175 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Sistemas de Iluminação Eficientes (Curto Prazo) (continuação)	411
Tabela 176 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Sistemas de Iluminação Eficientes (Médio Prazo) (continua)	412
Tabela 176 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Sistemas de Iluminação Eficientes (Médio Prazo) (continuação)	413
Tabela 177 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Sistemas de Iluminação Eficientes (Longo Prazo) (continua)	414
Tabela 177 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Sistemas de Iluminação Eficientes (Longo Prazo) (continuação)	415
Tabela 178 - Ordem de Prioridade dos Investimentos em P&D nas Rotas Tecnológicas Abordadas na Macrotemática Sistemas de Iluminação Eficientes	416
Tabela 179 - Metas Regulatórias, Tecnológicas e de Inovação: Macrotemática Edificações Eficientes	418
Tabela 180 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Edificações Eficientes (Curto Prazo) (continua)	422
Tabela 180 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Edificações Eficientes (Curto Prazo) (continuação)	423
Tabela 181 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Edificações Eficientes (Médio Prazo) (continua)	424
Tabela 181 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Edificações Eficientes (Médio Prazo)	425
Tabela 182 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Edificações Eficientes (Longo Prazo) (continua)	426
Tabela 182 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Edificações Eficientes (Longo Prazo)	427
Tabela 183 - Ordem de Prioridade dos Investimentos em P&D nas Rotas Tecnológicas Abordadas na Macrotemática Edificações Eficientes	428
Tabela 184 - Metas Regulatórias, Tecnológicas e de Inovação: Macrotemática Indústria	430
Tabela 185 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Indústria (Curto Prazo) (continua)	432
Tabela 185 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Indústria (Curto Prazo) (continuação)	433
Tabela 186 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Indústria (Médio Prazo) (continua)	434
Tabela 186 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Indústria (Médio Prazo) (continuação)	435
Tabela 187 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Indústria (Longo Prazo) (continua)	436
Tabela 187 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Indústria (Longo Prazo) (continuação)	437
Tabela 188 - Ordem de Prioridade dos Investimentos em P&D nas Rotas Tecnológicas Abordadas na Macrotemática Indústria	438
Tabela 189 - Metas Regulatórias, Tecnológicas e de Inovação: Macrotemática Saneamento	440
Tabela 190 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Saneamento (Curto Prazo) (continua)	442
Tabela 190 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Saneamento (Curto Prazo) (continuação)	443
Tabela 191 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Saneamento (Médio Prazo) (continua)	444

Tabela 191 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Saneamento (Médio Prazo) (continuação)	445
Tabela 192 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Saneamento (Longo Prazo) (continua)	446
Tabela 192 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Saneamento (Longo Prazo) (continuação)	447
Tabela 193 - Ordem de Prioridade dos Investimentos em P&D nas Rotas Tecnológicas Abordadas na Macrotemática Saneamento	448
Tabela 194 - Metas Regulatórias, Tecnológicas e de Inovação: Macrotemática Planejamento de CT&I	452
Tabela 195 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Planejamento de CT&I (Curto Prazo) (continua)	454
Tabela 195 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Planejamento de CT&I (Curto Prazo) (continuação)	455
Tabela 196 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Planejamento de CT&I (Médio Prazo) (continua)	456
Tabela 196 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Planejamento de CT&I (Médio Prazo) (continuação)	457
Tabela 197 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Planejamento de CT&I (Longo Prazo) (continua)	458
Tabela 197 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Planejamento de CT&I (Longo Prazo) (continuação)	459
Tabela 198 - Ordem de Prioridade dos Investimentos em P&D nas Rotas Tecnológicas Abordadas na Macrotemática Planejamento de CT&I	460
Tabela 199 - Metas Regulatórias, Tecnológicas e de Inovação: Macrotemática Modelos Econômicos e de Mercado	461
Tabela 200 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Modelos Econômicos e de Mercado (Curto Prazo) (continua)	464
Tabela 200 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Modelos Econômicos e de Mercado (Curto Prazo) (continuação)	465
Tabela 201 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Modelos Econômicos e de Mercado (Médio Prazo) (continua)	466
Tabela 201 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Modelos Econômicos e de Mercado (Médio Prazo) (continuação)	467
Tabela 202 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Modelos Econômicos e de Mercado (Longo Prazo) (continua)	468
Tabela 202 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Modelos Econômicos e de Mercado (Longo Prazo) (continuação)	469
Tabela 203 - Ordem de Prioridade dos Investimentos em P&D nas Rotas Tecnológicas Abordadas na Macrotemática Modelos Econômicos e de Mercado	470
Tabela 204 - Metas Regulatórias, Tecnológicas e de Inovação: Macrotemática Demanda por Energia Elétrica	471
Tabela 205 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Demanda por Energia Elétrica (Curto Prazo) (continua)	474



Tabela 205 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Demanda por Energia Elétrica (Curto Prazo) (continuação)	475
Tabela 206 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Demanda por Energia Elétrica (Médio Prazo) (continua)	476
Tabela 206 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Demanda por Energia Elétrica (Médio Prazo) (continuação)	477
Tabela 207 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Demanda por Energia Elétrica (Longo Prazo) (continua)	478
Tabela 207 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Demanda por Energia Elétrica (Longo Prazo) (continuação)	479
Tabela 208 - Ordem de Prioridade dos Investimentos em P&D nas Rotas Tecnológicas Abordadas na Macrotemática Demanda por Energia Elétrica	480
Tabela 209 - Metas Regulatórias, Tecnológicas e de Inovação: Macrotemática Modelos de Planejamento da Operação	481
Tabela 210 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Modelos de Planejamento da Operação (Curto Prazo) (continua)	484
Tabela 210 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Modelos de Planejamento da Operação (Curto Prazo) (continuação)	485
Tabela 211 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Modelos de Planejamento da Operação (Médio Prazo) (continua)	486
Tabela 211 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Modelos de Planejamento da Operação (Médio Prazo) (continuação)	487
Tabela 212 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Modelos de Planejamento da Operação (Longo Prazo) (continua)	488
Tabela 212 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Modelos de Planejamento da Operação (Longo Prazo) (continuação)	489
Tabela 213 - Ordem de Prioridade dos Investimentos em P&D nas Rotas Tecnológicas Abordadas na Macrotemática Modelos de Planejamento da Operação	490
Tabela 214 - Metas Regulatórias, Tecnológicas e de Inovação: Macrotemática Modelos de Planejamento da Expansão	492
Tabela 215 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Modelos de Planejamento da Expansão (Curto Prazo) (continua)	494
Tabela 215 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Modelos de Planejamento da Expansão (Curto Prazo) (continuação)	495
Tabela 216 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Modelos de Planejamento da Expansão (Médio Prazo) (continua)	496
Tabela 216 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Modelos de Planejamento da Expansão (Médio Prazo) (continuação)	497
Tabela 217 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Modelos de Planejamento da Expansão (Longo Prazo) (continua)	498

Tabela 217 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Modelos de Planejamento da Expansão (Longo Prazo) (continuação)	499
Tabela 218 - Ordem de Prioridade dos Investimentos em P&D nas Rotas Tecnológicas Abordadas na Macrotemática Modelos de Planejamento da Expansão	500
Tabela 219 - Metas Regulatórias, Tecnológicas e de Inovação: Macrotemática Modelos Institucionais	501
Tabela 220 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Modelos Institucionais (Curto Prazo) (continua)	504
Tabela 220 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Modelos Institucionais (Curto Prazo) (continuação)	505
Tabela 221 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Modelos Institucionais (Médio Prazo) (continua)	506
Tabela 221 - Agenda de ações de CT&I: Macrotemática Modelos Institucionais (Médio Prazo) (continuação)	507
Tabela 222 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Modelos Institucionais (Longo Prazo) (continua)	508
Tabela 222 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Modelos Institucionais (Longo Prazo) (continuação)	509
Tabela 223 - Ordem de Prioridade dos Investimentos em P&D nas Rotas Tecnológicas Abordadas na Macrotemática Modelos Institucionais	510
Tabela 224 - Metas Regulatórias, Tecnológicas e de Inovação: Macrotemática Regulação	511
Tabela 225 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Regulação (Curto Prazo) (continua)	514
Tabela 225 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Regulação (Curto Prazo) (continuação)	515
Tabela 226 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Regulação (Médio Prazo) (continua)	516
Tabela 226 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Regulação (Médio Prazo) (continuação)	517
Tabela 227 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Regulação (Longo Prazo) (continua)	518
Tabela 227 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Regulação (Longo Prazo) (continuação)	519
Tabela 228 - Ordem de Prioridade dos Investimentos em P&D nas Rotas Tecnológicas Abordadas na Macrotemática Regulação	520
Tabela 229 - Metas Regulatórias, Tecnológicas e de Inovação: Macrotemática Sistemas de Informação e Estatísticas	521
Tabela 230 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Sistemas de Informação e Estatísticas (Curto Prazo) (continua)	524
Tabela 230 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Sistemas de Informação e Estatísticas (Curto Prazo) (continuação)	525
Tabela 231 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Sistemas de Informação e Estatísticas (Médio Prazo) (continua)	526
Tabela 231 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Sistemas de Informação e Estatísticas (Médio Prazo) (continuação)	527



Tabela 232 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Sistemas de Informação e Estatísticas (Longo Prazo) (continua)	528
Tabela 232 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Sistemas de Informação e Estatísticas (Longo Prazo) (continuação)	529
Tabela 233 - Ordem de Prioridade dos Investimentos em P&D nas Rotas Tecnológicas Abordadas na Macrotemática Sistemas de Informação e Estatísticas	530
Tabela 234 - Metas Regulatórias, Tecnológicas e de Inovação: Macrotemática Análise dos Impactos da Tecnologia	531
Tabela 235 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Análise dos Impactos da Tecnologia (Curto Prazo) (continua)	534
Tabela 235 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Análise dos Impactos da Tecnologia (Curto Prazo) (continuação)	535
Tabela 236 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Análise dos Impactos da Tecnologia (Médio Prazo) (continua)	536
Tabela 236 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Análise dos Impactos da Tecnologia (Médio Prazo) (continuação)	537
Tabela 237 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Análise dos Impactos da Tecnologia (Longo Prazo) (continua)	538
Tabela 237 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Análise dos Impactos da Tecnologia (Longo Prazo) (continuação)	539
Tabela 238 - Ordem de Prioridade dos Investimentos em P&D nas Rotas Tecnológicas Abordadas na Macrotemática Análise dos Impactos das Tecnologias	540
Tabela 239 - Metas Regulatórias, Tecnológicas e de Inovação: Macrotemática Modelos de Avaliação de Políticas Públicas	542
Tabela 240 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Modelos de Avaliação de Políticas Públicas (Curto Prazo) (continua)	544
Tabela 240 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Modelos de Avaliação de Políticas Públicas (Curto Prazo) (continuação)	545
Tabela 241 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Modelos de Avaliação de Políticas Públicas (Médio Prazo) (continua)	546
Tabela 241 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Modelos de Avaliação de Políticas Públicas (Médio Prazo) (continuação)	547
Tabela 242 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Modelos de Avaliação de Políticas Públicas (Longo Prazo) (continua)	548
Tabela 242 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Modelos de Avaliação de Políticas Públicas (Longo Prazo) (continuação)	549
Tabela 243 - Ordem de Prioridade dos Investimentos em P&D nas Rotas Tecnológicas Abordadas na Macrotemática Modelos de Avaliação de Políticas Públicas	550
Tabela 244 - Metas Regulatórias, Tecnológicas e de Inovação: Macrotemática Normalização, Regulamentação e Avaliação de Conformidade	552

Tabela 245 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Normalização, Regulamentação e Avaliação de Conformidade (Curto Prazo) (continua)	554
Tabela 245 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Normalização, Regulamentação e Avaliação de Conformidade (Curto Prazo) (continuação)	555
Tabela 246 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Normalização, Regulamentação e Avaliação de Conformidade (Médio Prazo) (continua)	556
Tabela 246 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Normalização, Regulamentação e Avaliação de Conformidade (Médio Prazo) (continuação)	557
Tabela 247 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Normalização, Regulamentação e Avaliação de Conformidade (Longo Prazo) (continua)	558
Tabela 247 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Normalização, Regulamentação e Avaliação de Conformidade (Longo Prazo) (continuação)	559
Tabela 248 - Ordem de Prioridade dos Investimentos em P&D nas Rotas Tecnológicas Abordadas na Macrotemática Normalização, Regulamentação e Avaliação de Conformidade	560
Tabela 249 - Metas Regulatórias, Tecnológicas e de Inovação: Macrotemática Capacitação de Recursos Humanos	561
Tabela 250 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Capacitação de Recursos Humanos (Curto Prazo) (continua)	564
Tabela 250 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Capacitação de Recursos Humanos (Curto Prazo) (continuação)	565
Tabela 251 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Capacitação de Recursos Humanos (Médio Prazo) (continua)	566
Tabela 251 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Capacitação de Recursos Humanos (Médio Prazo) (continuação)	567
Tabela 252 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Capacitação de Recursos Humanos (Longo Prazo) (continua)	568
Tabela 252 - Agenda de Ações de CT&I: Macrotemática Capacitação de Recursos Humanos (Longo Prazo) (continuação)	569
Tabela 253 - Ordem de Prioridade dos Investimentos em P&D nas Rotas Tecnológicas Abordadas na Macrotemática Capacitação de Recursos Humanos	570



Lista de siglas e abreviaturas

ABDI | Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial
ABILUX | Associação Brasileira da Indústria de Iluminação
ABINEE | Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica
ABNT | Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRADEE | Associação Brasileira de Distribuição de Energia Elétrica
AMI | Infraestrutura avançada de medição da distribuição
ANA | Agência Nacional de Águas
ANATEL | Agência Nacional de Telecomunicações
Aneel | Agência Nacional de Energia Elétrica
ANFAVEA | Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores
BID | Banco Interamericano de Desenvolvimento
BIPV | Building Integrated Photovoltaics
BMS | Battery Management System
BNDES | Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
BoS | Balance-of-System
CA | Corrente Alternada
CaC | Célula a Combustível
Caes | Compressed Air Energy Storage
Capes | Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CBR | Comitê Brasileiro de Regulação
CC | Corrente Contínua
CCEE | Câmara de Comercialização de Energia Elétrica
CE B5 | Comitê de Estudo B5
Cepel | Centro de Pesquisas de Energia Elétrica
CGEE | Centro de Gestão e Estudos Estratégicos
CGH | Central Geradora Hidroelétrica
CHC | Central Hidrocinética
Cigré-Brasil | Comitê Nacional Brasileiro de Produção e Transmissão de Energia Elétrica
CNAEA | Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto
Cnen | Comissão Nacional de Energia Nuclear
CNI | Confederação Nacional da Indústria
CNPE | Conselho Nacional de Política Energética
CNPq | Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CSC | Current Source Converter
CSP | Concentrated Solar Power
CT&I | Ciência, Tecnologia e Informação
DNPM | Departamento Nacional de Produção Mineral
E-E | Colaboração Empresa
Embrapii | Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial

EPE | Empresa de Pesquisa Energética
Facts | Sistemas Flexíveis de Transmissão em Corrente Alternada
FAN | Field area network
FAP | Fundações de Amparo à Pesquisa
Fapemig | Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais
Fapesp | Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo
FCN | Fábrica de Combustíveis Nuclear
Finep | Financiadora de Estudos e Projetos
FNDC | Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
FV | Fotovoltaico
GD | Geração Distribuída
GT | Grupo de trabalho
IA | Inteligência artificial
IBGE | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICT | Instituição Científica, Tecnológica e de Inovação
ICTs | Instituições de Ciência e Tecnologia
IEC | International Electrotechnical Commission
IEDs | Intelligent Electronic Devices
IEEE-Brasil | Institute of Electrical and Electronic Engineers
INB | Indústrias Nucleares do Brasil
INEE | Instituto Nacional de Eficiência Energética
INEP | Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
Inmetro | Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
IoT | Internet das coisas
Laes | Liquid Air Energy Storage
LED | Light emitter diode
M2M | Machine-to-machine
MCIDADES | Ministério das Cidades
MCPSE | Manual de Controle Patrimonial do Setor Elétrico
MCTI | Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações
MCTIC | Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações
MDIC | Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços
MDS | Ministério do Desenvolvimento Social
MEC | Ministério da Educação
MMA | Ministério do Meio Ambiente
MME | Ministério de Minas e Energia
MP | Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão
MR | Microrredes
MTE | Ministério do Trabalho e Emprego
O&M | Operação & Manutenção
OAB | Ordem dos Advogados do Brasil
OLED | Organic light-emitting diode



ONS | Operador Nacional do Sistema Elétrico
OPEX | Perational expenditure
P&D | Pesquisa, Desenvolvimento
PAC | Proteção, Automação e Controle
PCH | Pequenas Centrais Hidroelétricas
PD&I | Pesquisa, desenvolvimento e inovação
PEM | Membrana de Troca protônica (Células a Combustível)
PMU | Phasor Measurement Unit
PROCEL | Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
RDP | Registrador Digital de Perturbações
REI | Redes elétricas inteligentes
RH | Recursos humanos
RNP | Rede Nacional de Ensino e Pesquisa
RSUs | Resíduos Sólidos Urbanos
SAEs | Sistemas de Armazenamento de Energia
SCS | Sistemas Conectados ao SIN
SDAT |
SDBT |
SDMT |
SEB | Sistema Elétrico Brasileiro
Sebrae | Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SENAI | Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
SEP | Sistema Elétrico de Potência
SEs | Subestações
SESC | Serviço Social do Comércio
SH | Subestações Híbridas
SIA | Subestações Isoladas a Ar
SiC | carboneto de silício
SIG | Subestações Isoladas a Gás
SIN | Sistema Interligado Nacional
SMES | Superconducting Magnetic Energy Storage
SSSC | Static Synchronous Series Compensator
Statcom | Static Synchronous Compensator
TC | Transformadores de corrente
TCSC | Thyristor Controlled Series Compensator
TI | Tecnologia da informação
TIB | Tecnologia industrial básica
TIC | Tecnologias da informação e comunicação
TICS | Tecnologias de Informação e Comunicação
TP | Transformadores de potência
UAT | Ultra-alta Tensão
U-E | Colaboração Universidade

UHE | Usinas Hidroelétricas

UHR | Usinas Hidroelétricas Reversíveis

UPFC | Unified Power Flow Controller

UPLC | Universal Active Power Line Conditioner

V2G | Vehicle-to-grid

VE | Veículo elétrico

VPP | Virtual power plants

VSC | Voltage Sourced Converters

Wampacs | Wide Area Monitoring, Protection, Automation and Control Schemes

ZEB | Zero energy balance



Acesse www.cgge.org.br/energia



Centro de Gestão e Estudos Estratégicos
Ciência, Tecnologia e Inovação

MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA,
INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES

