

E-book de Avaliação Estratégica dos INCTs

2026

Centro de Gestão e Estudos Estratégicos

Organização social supervisionada pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) Instituição interveniente: Ministério da Educação (MEC)

Diretor-presidente

Anderson Stevens Leonidas Gomes (a partir de 02/03/2026)

Fernando Cosme Rizzo Assunção (até 1º/03/2026)

Diretores

Anderson Stevens Leonidas Gomes (até 1º/03/2026)

Caetano Christophe Rosado Penna

Diretor administrativo financeiro

Geraldo Nunes Sobrinho

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

Presidente

Olival Freire Jr.

Diretora de Cooperação Institucional, Internacional e Inovação

Dalila Andrade Oliveira

Equipe técnica CNPq

Alexandre Rodrigues de Oliveira

Murilo Rodrigues de Arruda

E-book de Avaliação Estratégica dos INCTs. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2026.

156 p.IL

1. INCT. 2. Avaliação Estratégica. 3. CT&I. 4. Redes Científicas. 5. Impacto. Título. II. CGEE.

Centro de Gestão e Estudos Estratégicos - CGEE
SCS Quadra 9 – Torre C – 4º andar – salas 401 a 405
Edifício Parque Cidade Corporate
70308-200 - Brasília, DF
Telefone: (61) 3424.9600
<http://www.cgee.org.br>

Este documento é parte integrante das atividades desenvolvidas no âmbito do 2º Contrato de Gestão CGEE – 10º Termo Aditivo. Projeto: Avaliação Estratégica dos Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia (INCT). 1.10.01.05.04.04 de 24/03 de 2025 até 31/06 de 2026.

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

E-book de Avaliação Estratégica dos INCTs

Supervisão

Fernando Cosme Rizzo Assunção (até 1º/03/2026)

Anderson Stevens Leonidas Gomes (a partir de 02/03/2026)

Equipe técnica do CGEE

Kilma Gonçalves Cezar (líder do projeto)

Adriana Badaró de Carvalho

Amanda Krüger Silva

Anna Júlia Jorge Carvalho

Elisa Nunes de Freitas (estagiária)

Fábio Augusto Melo Assunção

Gabriel Vinicius França Figueiredo

Lília Rodrigues Fernandes

Marcelo Augusto de Paiva dos Santos

Maria Izabel Araújo de Melo Neta

Matheus Figueiredo Pimenta

Thiago Rodrigues Costa Silva

Consultoria CGEE

Francilene Procópio Garcia

Michel Angelo Constantino de Oliveira

Naiara Andrade Camelo

TDS Company

Apresentação (CNPq)

Os Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia (INCT) se constituem em potentes redes de pesquisa que ocupam o mais alto nível de excelência na ciência brasileira. O Programa Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia foi criado em 2008 como uma iniciativa do CNPq e do Ministério de Ciência, Tecnologia (MCT) para agregar, de forma articulada, os grupos de excelência em áreas de fronteira da ciência e em áreas estratégicas para o desenvolvimento sustentável do País.

Desde a sua criação os INCT têm cumprido papel estratégico no desenvolvimento científico nacional em todas as áreas do conhecimento. São redes cooperativas nacionais de pesquisa que ampliam a escala, a continuidade e a visibilidade internacional da ciência brasileira, tendo como missão produzir ciência de fronteira, formar recursos humanos qualificados, transferir tecnologia e apoiar políticas públicas. Ao longo desses quase 20 anos de existência o Programa INCT tem promovido o avanço da competência nacional nas mais variadas áreas de conhecimento, contribuído na formação de jovens pesquisadores, apoiando a instalação e o funcionamento de laboratórios em instituições de ensino e pesquisa e em empresas, proporcionando mais adequada distribuição nacional da pesquisa científico-tecnológica, e a qualificação do País em áreas prioritárias para o seu desenvolvimento regional e nacional.

O Programa INCT é regulamentado pela Portaria MCTI nº 8.591, de 10 de outubro de 2024, que dispõe no seu Art. 2º que os Institutos Nacionais se caracterizam como estruturas de pesquisa que desenvolvem articuladamente propostas em rede, de caráter inter e transdisciplinar, e com objetivos e metas claramente definidos e mensuráveis, com foco na resolução de problemas nacionais.

Essa disposição deixa clara a exigência de que os INCT sejam avaliados tanto no que se refere aos objetivos e metas contratados quando de seu financiamento, quanto aos resultados esperados na resolução de problemas nacionais. Portanto, a avaliação dos INCT vai além daquela realizada em qualquer projeto de pesquisa que recebe financiamento público, ela deve também contemplar uma análise mais ampla da potencialidade daquela rede, dos possíveis efeitos que teve sobre as vertentes

descritas na referida Portaria: pesquisa; formação de recursos humanos; internacionalização; transferência de conhecimento para a sociedade, o setor empresarial ou para o governo.

O Programa INCT é inteiramente executado pelo CNPq, mesmo quando seu financiamento envolve parceiros. Nesse sentido, a responsabilidade por realizar a avaliação dos projetos financiados também cabe ao CNPq. Para o caso específico dos 104 Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia, financiados pelo Edital MCT/CNPq/FNDCT nº 71/2010 e pela Chamada Pública MCTI/CNPq/CAPES/FAPs nº 16/2014, o CNPq contou com a parceria do Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), que possui reconhecida capacidade instalada na avaliação de programas e políticas públicas. O objetivo dessa avaliação é permitir maior conhecimento sobre o funcionamento dessas redes de pesquisa que constituem os INCT, nas diferentes áreas de domínio e de atuação, buscando compreender o alcance das ações realizadas, o desenvolvimento científico alcançado e o impacto dos resultados obtidos. Essa avaliação também procurou conhecer as potencialidades e limites dessas estruturas que constituem os INCT, as dificuldades encontradas pelas equipes e ao mesmo tempo explorar sugestões de melhoramento. Nesse sentido, a avaliação realizada representou “um exercício qualitativo, interpretativo e multidimensional, orientado à aprendizagem institucional, à transparência e ao aperfeiçoamento contínuo das políticas públicas de CT&I”.

A avaliação se constituiu em um processo complexo, bastante abrangente, que levou em consideração outras dimensões além das tradicionais formas de mensuração da produção científica. Importante ressaltar que a metodologia utilizada permitiu conhecer aspectos do funcionamento e interação dessas redes e suas equipes antes não revelados. Lançou luzes sobre dimensões pouco visíveis que abrangem questões institucionais e regionais, permitindo um olhar mais aprofundado sobre a ampla diversidade temática, cobrindo as sete grandes áreas do conhecimento contempladas pelo Programa: Ciências Exatas e da Terra, Engenharias, Ciências Agrárias, Ciências da Saúde, Ciências Biológicas, Ciências Humanas, Sociais Aplicadas, Ecologia e Meio Ambiente.

Estamos certos de que essa avaliação não só cumpriu com excelência o objetivo proposto, permitindo um conhecimento sólido sobre os 104 INCT que cumpriram o seu ciclo em 2024, retratando suas dinâmicas, padrões, potencialidades e limites, como também aporta importantes contribuições para o aprimoramento do Programa INCT.

Apresentação (CGEE)

O acompanhamento e a avaliação das políticas públicas de ciência, tecnologia e inovação constituem dimensões essenciais para o fortalecimento do Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (SNCTI) e para a qualificação das decisões estratégicas do Estado brasileiro. Nesse campo, o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) tem exercido, historicamente, papel central na condução dos processos de acompanhamento e avaliação dos instrumentos federais de fomento à pesquisa, em especial do Programa Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia (INCT), desde sua criação, em 2008.

Ao longo de mais de uma década e meia de implementação do Programa INCT, o CNPq realizou sucessivos esforços avaliativos voltados ao monitoramento da execução dos projetos, à análise do cumprimento de metas e à verificação de produtos científicos e tecnológicos, em consonância com os modelos avaliativos predominantes à época e com suas atribuições institucionais enquanto agência executora da política. Esses processos foram fundamentais para assegurar a regularidade da gestão do Programa e para produzir informações relevantes sobre seu desempenho científico e tecnológico.

Contudo, a consolidação das redes científicas apoiadas, a ampliação da escala e da complexidade do Programa e a crescente diversidade de impactos gerados pelos INCTs passaram a demandar abordagens avaliativas mais abrangentes, capazes de ultrapassar a lógica da aferição de resultados pontuais. Tornou-se necessário considerar os efeitos sistêmicos, a inserção territorial, a capacidade de indução institucional e a contribuição para agendas estratégicas nacionais de ciência, tecnologia e inovação.

Esse processo de amadurecimento da reflexão avaliativa ganhou centralidade no contexto da 5ª Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (5ª CNCTI), que reafirmou o papel dos INCTs como instrumentos estratégicos para a implementação da Estratégia Nacional de CT&I 2024–2034. As deliberações da Conferência destacaram a importância de assegurar previsibilidade e estabilidade do financiamento, aprimorar os mecanismos de governança e fortalecer processos

avaliativos capazes de capturar, de forma integrada, os impactos científicos, tecnológicos, sociais, institucionais e territoriais das políticas de fomento.

É nesse contexto que o CNPq instou o Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) a apoiá-lo na realização de uma Avaliação Estratégica dos INCTs, com o objetivo de ampliar o escopo analítico dos processos avaliativos até então realizados. A avaliação apresentada neste e-book foi concebida como um processo avaliativo de natureza qualitativa e multidimensional, voltado à aprendizagem institucional, à transparência e ao aperfeiçoamento contínuo das políticas públicas de CT&I. O trabalho integrou múltiplas fontes de evidência, incluindo formulários de avaliação enviados aos coordenadores dos institutos, relatórios técnicos encaminhados ao CNPq e uma base de aproximadamente 14 mil currículos da Plataforma Lattes, articulando dados quantitativos e análise qualitativa, sem recorrer a mecanismos de ranqueamento.

O exercício avaliativo abrangeu 104 Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia, vinculados ao Edital MCT/CNPq/FNDCT nº 71/2010 e à Chamada Pública MCTI/CNPq/CAPES/FAPs nº 16/2014, configurando um dos mais amplos e metodologicamente abrangentes processos avaliativos já realizados sobre redes científicas no país. Mais do que aferir desempenhos individuais, a avaliação buscou compreender trajetórias, identificar convergências sistêmicas, explicitar desafios estruturais e subsidiar decisões estratégicas para o futuro do Programa.

Ao apresentar os resultados desse processo, o CGEE, em estreita articulação com o CNPq, reafirma seu compromisso com o fortalecimento de políticas públicas baseadas em evidências, orientadas por visão de longo prazo e pelo interesse público. Este e-book se propõe, assim, não apenas como registro avaliativo, mas como instrumento estratégico de reflexão e orientação, contribuindo para a consolidação do Programa INCT como política de Estado e para o contínuo aprimoramento do SNCTI frente aos desafios contemporâneos e futuros do país.

1. Resumo Executivo

1.1. Introdução

O Programa INCT é apresentado como instrumento central de política pública para organizar redes cooperativas nacionais de pesquisa em agendas de fronteira e de relevância estratégica, integrando produção de conhecimento, formação avançada, internacionalização, difusão, inovação e interfaces com políticas públicas.

Desde sua criação, o Programa consolidou arranjos em rede capazes de ampliar escala e continuidade da pesquisa, promover cooperação interinstitucional e sustentar capacidades científicas e tecnológicas em múltiplos campos, com efeitos que ultrapassam a produção acadêmica e alcançam dimensões formativas, institucionais, sociais e territoriais no Brasil.

O documento de Avaliação dos INCTs adota como eixo interpretativo a ideia de que os institutos operam, na prática, como infraestrutura científica de Estado: acumulam competências, práticas colaborativas e ativos materiais e informacionais cujo valor depende de continuidade, governança e previsibilidade.

Essa leitura orienta a avaliação estratégica conduzida pelo CNPq, em articulação com o MCTI, e dialoga com a normativa recente que caracteriza os institutos como estruturas em rede, inter e transdisciplinares, com objetivos e metas definidos e mensuráveis orientados à resolução de problemas nacionais.

A avaliação, portanto, é posicionada como exercício de aprendizagem institucional e apoio à tomada de decisão, voltado a compreender trajetórias, capacidades e desafios estruturais, sem reduzir o Programa a métricas isoladas ou a comparações classificatórias.

1.2. Metodologia do processo de avaliação

A metodologia parte de dois pressupostos complementares: a avaliação deve ser estratégica (orientada a decisões e aprendizagem institucional) e precisa tratar os INCTs como redes científicas complexas (arranjos dinâmicos, interdependentes e de longo prazo).

Nesse enquadramento, o foco desloca-se do desempenho individual para o desempenho sistêmico das redes: sua capacidade de coordenar agendas, integrar equipes e instituições, sustentar infraestruturas, formar recursos humanos e produzir efeitos em ciência, tecnologia, políticas públicas e sociedade.

O processo integrou múltiplas fontes para capturar essa complexidade. Foram utilizados formulários de Avaliação Estratégica preenchidos pelos institutos, relatórios técnicos e administrativos encaminhados em plataforma institucional e uma base ampla de currículos, mobilizada para análises de produção, formação, perfis e relações de colaboração.

O desenho do formulário buscou reduzir inconsistências e esforços operacionais, concentrando o relato dos coordenadores em interpretações de trajetória, resultados e desafios. As evidências quantitativas foram tratadas como suporte contextual e não como base para ranqueamento.

A operacionalização foi estruturada em etapas ao longo de 2025, combinando organização de bases, mapeamento de redes com apoio de ferramentas digitais e curadoria analítica. Um comitê de avaliação reuniu especialistas distribuídos em sete grandes áreas, que analisaram resumos executivos por área, discutiram interpretações, apontaram ajustes e contribuíram para validação crítica do conjunto.

A Avaliação dos INCTs reconhece limites decorrentes de mobilidade de equipes e defasagens de bases, bem como heterogeneidade de registros entre institutos, destacando estratégias de mitigação por validação cruzada, curadoria sistemática e ancoragem interpretativa. O uso de inteligência artificial é delimitado ao suporte à organização, tratamento e visualização de grandes massas de dados, preservando a interpretação e a síntese como responsabilidade humana qualificada.

1.3. Panorama geral dos INCTs

O panorama geral caracteriza os 104 institutos avaliados como expressão abrangente da capacidade científica e tecnológica constituída por investimento público continuado. O conjunto cobre sete grandes áreas e evidencia diversidade de agendas, métodos, produtos e formas de interação com o Estado, o setor produtivo e a sociedade.

Do ponto de vista institucional, os INCTs se ancoram majoritariamente em universidades e institutos públicos, mas ampliam capilaridade por redes que conectam múltiplas instituições associadas, nacionais e internacionais, conferindo escala e densidade a agendas complexas.

A distribuição territorial reflete assimetrias históricas, com concentração relativa nas regiões mais estruturadas, mas registra também fortalecimento de capacidades em outras regiões, associado à lógica de rede e à interiorização de atividades científicas.

A Avaliação dos INCTs destaca resultados elevados e heterogêneos em produção científica, produtos tecnológicos e bens públicos de conhecimento (como bases de dados, plataformas e sistemas), além de contribuição consistente para formação avançada.

Infraestruturas científicas e tecnológicas — laboratórios, plataformas, coleções e sistemas informacionais — aparecem como ativos estruturantes, frequentemente compartilhados e vinculados a serviços, monitoramentos e aplicações. A inserção internacional é descrita como dimensão constitutiva, com cooperação, mobilidade e participação em redes globais que qualificam a produção e ampliam alcance das agendas.

1.4. Síntese dos achados por área temática

Em Ciências Exatas e da Terra, os institutos são caracterizados pela combinação de ciência de fronteira, complexidade tecnológica e participação em agendas estratégicas, com resultados que incluem produção científica robusta,

desenvolvimento de métodos e instrumentação, formação e operação de infraestruturas críticas.

A área apresenta elevada inserção internacional e capacidade de sustentar plataformas e redes de monitoramento, modelagem e experimentação. O principal risco transversal é a vulnerabilidade dessas capacidades à descontinuidade de financiamento, especialmente onde a manutenção de infraestrutura exige previsibilidade e governança compatíveis com custos e escala.

Em Engenharias, Energias e Tecnologias da Informação, a avaliação ressalta redes orientadas à aplicação e à interação com setores produtivos e reguladores, com resultados relevantes em publicações, propriedade intelectual, protótipos, plataformas digitais e infraestrutura laboratorial de grande porte.

A formação avançada é destacada como componente central do desempenho, associada a ambientes de pesquisa e desenvolvimento conectados a problemas concretos. O documento identifica como desafio estruturante a fragmentação de governança em redes extensas e a instabilidade institucional, que afetam a continuidade de parcerias, contratos e integração das infraestruturas.

Em Ciências Agrárias e Agronegócios, os INCTs são apresentados como estratégicos para cadeias produtivas, sustentabilidade e políticas públicas, com produção científica expressiva e resultados aplicados que incluem tecnologias, métodos, softwares e patentes, além de evidências de contribuição para transição ambiental e uso de bioinsumos.

A atuação territorial é descrita como ampla, apoiada em redes de ensaios e validações em campo e em ações de difusão e capacitação. Persistem desafios ligados a assimetrias regionais, limitações de previsibilidade de recursos e complexidade de gestão em redes articuladas a cadeias produtivas e agendas regulatórias.

Em Ciências da Saúde, os institutos se distinguem pela integração entre pesquisa, inovação e apoio direto a políticas e serviços, com atuação em temas críticos e produção de evidências para vigilância, avaliação e resposta a problemas sanitários. A rede é descrita como extensa e interinstitucional, articulando pesquisa, plataformas

e serviços que sustentam entregas ao Sistema Único de Saúde e interações com Fiocruz e Anvisa.

O documento ressalta, como fragilidade, a dependência de ciclos descontínuos de fomento, que tensiona a sustentabilidade de infraestruturas e a capacidade de responder com estabilidade a emergências e demandas permanentes.

Em Ciências Biológicas, a avaliação descreve um conjunto amplo e heterogêneo, com forte protagonismo em ciência básica e aplicada, inovação e infraestrutura, além de produção científica muito elevada. A área reúne esforços em plataformas ômicas, biobancos, laboratórios multiusuários e instalações especializadas, e registra resultados em propriedade intelectual, softwares e soluções tecnológicas em saúde e ambiente, bem como iniciativas que operam como plataformas nacionais.

O diferencial é a convergência entre robustez científica, infraestrutura e potencial inovador; o desafio central é assegurar a sustentabilidade e governança desses ativos diante de volatilidade de financiamento e exigências de manutenção.

Em Ciências Humanas, Sociais Aplicadas e Educação, os institutos são apresentados como infraestruturas de inteligência pública, articulando produção acadêmica, formação e geração de bases de dados, observatórios e plataformas digitais com alto valor para políticas públicas, governança urbana, território, democracia e temas socioambientais.

O impacto é frequentemente expresso em bens informacionais e evidências para decisão pública, com forte capilaridade territorial e institucional. A Avaliação dos INCTs aponta como risco a subvalorização dessas contribuições no sistema de fomento e a fragilidade do financiamento contínuo de plataformas e bases públicas, essenciais para entregas de longo prazo.

Em Ecologia e Meio Ambiente, a atuação é descrita como altamente estratégica para sustentabilidade, soberania científica e governança territorial, com foco em monitoramento ambiental, mudanças climáticas e aplicações que combinam ciência, tecnologia e componentes institucionais.

A avaliação registra resultados tecnológicos e formativos e enfatiza a centralidade dessa capacidade para agendas ambientais críticas, indicando, como pano de fundo, a necessidade de estabilidade para sustentar redes, expedições, monitoramentos e plataformas associadas.

1.5. O que o mapeamento das redes científicas revela sobre o Programa INCT

O mapeamento de redes é mobilizado como lente para tornar visíveis dinâmicas de cooperação, centralidade institucional e capilaridade que não aparecem de forma suficiente em métricas tradicionais.

A análise reforça que redes científicas complexas devem ser avaliadas também pela qualidade e pela estabilidade das relações que sustentam produção, formação, infraestrutura e translação de conhecimento. Nesse sentido, o capítulo opera como elo entre evidências por área e a interpretação sistêmica do Programa.

Um achado transversal é a convivência entre alta produtividade e baixa densidade colaborativa em coautoria, com presença recorrente de núcleos muito produtivos e periferias com conectividade limitada, configurando “ilhas” de excelência e mosaicos de redes especializadas.

Em diferentes áreas, a análise registra percentuais elevados de pesquisadores com grau zero de conexão nos períodos examinados, sugerindo que parte relevante do desempenho científico ocorre sem integração efetiva na estrutura de rede, o que tensiona a função do Programa de induzir cooperação sistemática e transdisciplinar.

O capítulo também evidencia que assimetrias territoriais e institucionais persistem, ainda que a lógica de rede tenha ampliado participação e fortalecido capacidades fora dos pólos tradicionais. A descontinuidade de financiamento aparece como fator com efeitos negativos sobre densidade e vitalidade das redes, reduzindo mobilidade, interação e capacidade de sustentar cooperação ao longo do tempo.

Por fim, o documento sustenta que, apesar da aderência temática dos INCTs a agendas estratégicas, o aproveitamento do potencial dessas redes pelo Estado

permanece fragmentado, dependente de iniciativas individuais e limitado pela ausência de canais permanentes de articulação e governança.

1.6. Contribuições dos coordenadores

As contribuições dos coordenadores convergem na defesa de previsibilidade e continuidade como condições para preservar capacidades acumuladas e para evitar perda de eficiência do investimento público.

Os INCTs são descritos como estruturas cuja efetividade depende de longa duração, coordenação e estabilidade, sobretudo quando operam infraestruturas científicas, plataformas digitais e redes extensas de formação e cooperação. A leitura dominante é que o Programa já opera como política de Estado e deve ser tratado como tal na sua institucionalidade.

Os coordenadores destacam o descompasso entre a complexidade das redes e os instrumentos administrativos e regulatórios disponíveis, com sobrecarga recaindo sobre coordenações científicas, dificuldades de gestão financeira e entraves burocráticos que deslocam esforço para atividades-meio.

Também apontam fragmentação e baixa coordenação entre agências e instrumentos de fomento, com impactos sobre planejamento e integração de recursos, mencionando desafios de articulação com Capes e Finep e com fundações estaduais.

A articulação com políticas públicas é reconhecida como potencial elevado, mas insuficientemente institucionalizada: muitas interações ocorrem por iniciativa individual e não por canais permanentes, reduzindo escala e estabilidade dos efeitos.

No campo da avaliação, os coordenadores defendem critérios sensíveis à diversidade temática, funções e estágios de maturidade, com reconhecimento de impactos institucionais, sociais e territoriais que não se traduzem apenas em produtos acadêmicos. Também solicitam comunicação mais profissional e estratégica, capaz de traduzir impactos e ampliar a legitimidade pública do Programa.

1.7. Contribuições dos avaliadores

Os avaliadores reconhecem positivamente a abordagem qualitativa, interpretativa e multidimensional, entendida como mais aderente à complexidade do Programa do que modelos centrados em métricas isoladas.

Ao mesmo tempo, apontam limites associados à padronização e atualização de dados e à heterogeneidade de registros, destacando a importância de curadoria e transparência interpretativa para preservar robustez do conjunto.

Há recomendação de fortalecer modelos contínuos e formativos de avaliação, reduzindo a concentração de análises apenas ao final de ciclos e ampliando capacidade de orientar ajustes ao longo do tempo.

Os avaliadores também reforçam a necessidade de transformar produtos avaliativos em instrumentos de comunicação estratégica e inteligência pública, bem como a elaboração de indicadores específicos para os institutos, capazes de ampliar a compreensão de resultados e apoiar decisões em política pública de CT&I.

1.8. Convergências sistêmicas reveladas pela atuação dos INCTs avaliados

A avaliação identifica convergências sistêmicas que atravessam áreas e territórios. A primeira é a centralidade da continuidade institucional: redes maduras produzem impactos quando dispõem de previsibilidade para sustentar equipes, fluxos formativos, cooperação e manutenção de infraestrutura. Interrupções e incertezas têm efeitos sistêmicos, enfraquecendo a coesão das redes e comprometendo a capacidade de resposta a demandas estratégicas.

A segunda convergência é a governança como gargalo estrutural. A maturidade científica não elimina fragilidades de coordenação em redes extensas, e a ausência de modelos adequados compromete compartilhamento de infraestrutura, definição de prioridades coletivas e integração interinstitucional.

Infraestruturas científicas e informacionais aparecem como ativos estratégicos transversais cujo valor depende de manutenção, uso compartilhado e governança, sob risco de obsolescência e subutilização.

O documento também converge na leitura de que o Estado utiliza o potencial dos INCTs aquém do possível: a incorporação do conhecimento nas rotinas de formulação, implementação e avaliação de políticas públicas permanece fragmentada.

Em paralelo, reconhece-se o potencial de redução de desigualdades regionais e de fortalecimento de capacidades em territórios menos centrais, desde que acompanhado de políticas explícitas de redução de assimetrias.

Por fim, comunicação e legitimidade social são tratadas como dimensões estruturais: sem tradução estratégica dos impactos, o Programa perde capacidade de mobilizar apoio público e político proporcional ao valor gerado.

1.9. Recomendações estruturantes orientadas pelas capacidades dos INCTs

As recomendações estruturantes se ancoram em capacidades já instaladas e visam alinhar desenho institucional, financiamento, governança, avaliação e articulação intersetorial.

O documento recomenda reconhecer formalmente os INCTs como infraestrutura estratégica de inteligência científica em rede, compatível com sua função sistêmica, criando instrumentos de previsibilidade e estabilidade que superem a lógica de intermitência sem descaracterizar a natureza pública e cooperativa do Programa.

A institucionalização de avaliação contínua, formativa e sistêmica é recomendada como eixo de gestão estratégica, combinando abordagens qualitativas, análises de redes e evidências quantitativas, com curadoria humana e transparência interpretativa.

O objetivo é orientar ajustes ao longo do ciclo, fortalecer monitoramento e apoiar decisões sobre renovação e aperfeiçoamento do Programa, evitando ampliação indevida de burocracia.

O documento recomenda criar mecanismos permanentes de articulação entre institutos e ministérios setoriais, para institucionalizar o uso do conhecimento científico em políticas públicas e ampliar o retorno social do investimento.

Em paralelo, propõe fortalecer a sustentabilidade financeira e diversificação de fontes, integrando melhor fundos e instrumentos, reforçando cooperação federativa e ampliando sinergia com agendas internacionais, sempre conectadas às prioridades nacionais.

Também são recomendados aprimoramentos de instrumentos de gestão e apoio administrativo, para compatibilizar exigências operacionais com a escala das redes e reduzir sobrecarga do coordenador científico. A valorização da formação e a sustentabilidade de trajetórias científicas e técnicas aparecem como condição para continuidade do sistema, demandando articulações que ampliem absorção e retenção de competências.

Por fim, o documento recomenda fortalecer comunicação estratégica e governança de dados e de práticas digitais, incluindo interoperabilidade, ciência aberta responsável e uso ético de ferramentas computacionais, de modo a ampliar transparência, cooperação e valor público do conhecimento produzido.

1.10. Considerações finais

As considerações finais reafirmam que a avaliação estratégica dos 104 INCTs evidencia nível elevado de maturidade científica e institucional, com redes capazes de sustentar agendas de fronteira, formar recursos humanos, operar infraestruturas e contribuir para políticas públicas em áreas críticas.

Os principais desafios identificados são estruturais e se concentram em institucionalidade, governança, previsibilidade de financiamento e articulação do conhecimento produzido com rotinas decisórias do Estado.

O documento posiciona o Programa diante de uma decisão estratégica: consolidar os INCTs como política de Estado de longo prazo, preservando e ampliando capacidades já acumuladas, ou aceitar o risco de fragmentação de redes maduras e desperdício de investimento público, com perda de resiliência científica e tecnológica.

As recomendações apresentadas são formuladas como caminhos para fortalecer continuidade, integração sistêmica e legitimidade pública, assegurando que o potencial do Programa seja efetivamente convertido em capacidades estratégicas para o desenvolvimento nacional.

Sumário

Apresentação (CNPq)	3
Apresentação (CGEE)	6
1. Resumo Executivo	8
2. Introdução	22
2.1. O Programa INCT como política de Estado	22
2.2. Objetivos e escopo do processo avaliativo	23
2.3. Princípios orientadores da síntese final	24
3. Metodologia do Processo de Avaliação	25
3.1. Pressupostos conceituais da avaliação	25
3.2. Fontes de evidências consideradas	26
3.3. Estratégia de integração das evidências	27
3.4. Limites e potencialidades do processo avaliativo	28
3.5. Escuta avaliativa e contribuições dos avaliadores	30
4. Panorama Geral dos INCTs	34
4.1. Distribuição temática, institucional e territorial	34
4.2. Perfil da produção científica, tecnológica e formativa	35
4.3. Infraestruturas científicas e capacidades estratégicas	35
4.4. Inserção internacional e cooperação científica	36
5. Síntese dos Achados por Área Temática	38
5.1. Ciências Exatas e da Terra	38
5.2. Engenharias, Energias e Tecnologias da Informação	42
5.3. Ciências Agrárias e Agronegócios	46
5.4. Ciências da Saúde	50
5.5. Ciências Biológicas	54
5.6. Ciências Humanas, Sociais Aplicadas e Educação	58
5.7. Ecologia e Meio Ambiente	62
6. O que o mapeamento das Redes Científicas Revela sobre o Programa INCT	65
6.1. O mapeamento de redes como lente estratégica da avaliação	66
6.2. Análise estratégica das redes científicas dos INCTs	67

6.2.1. ANÁLISE DAS REDES E SÍNTESE ESTRATÉGICA - INCTs – Ciências Exatas e da Terra.....	68
6.2.2. ANÁLISE DAS REDES E SÍNTESE ESTRATÉGICA - INCTs – Engenharias, Energias e Tecnologias da Informação.....	75
6.2.3. ANÁLISE DAS REDES E SÍNTESE ESTRATÉGICA - INCTs – Ciências Agrárias e Agronegócios.....	83
6.2.4. ANÁLISE DAS REDES E SÍNTESE ESTRATÉGICA - INCTs – Saúde.....	92
6.2.5. ANÁLISE DAS REDES E SÍNTESE ESTRATÉGICA - INCTs – Ciências Biológicas.....	100
6.2.6. ANÁLISE DAS REDES E SÍNTESE ESTRATÉGICA - INCTs – Ciências Humanas, Sociais Aplicadas e Educação.....	108
6.2.7. ANÁLISE DAS REDES E SÍNTESE ESTRATÉGICA - INCTs – Ecologia e Meio Ambiente	116
6.3. Padrões de densidade, centralidade e cooperação entre áreas.....	123
6.4. Redes científicas como expressão da maturidade e da desigualdade estrutural.....	124
6.5. Efeitos da descontinuidade de fomento sobre as redes científicas.....	125
6.6. Redes, políticas públicas e uso estratégico do conhecimento.....	126
6.7. Implicações estratégicas do mapeamento de redes para o futuro do Programa INCT.....	126
6.8. Implicações do mapeamento de redes	127
7. Contribuições dos Coordenadores	128
7.1. Continuidade institucional e previsibilidade de financiamento	129
7.2. Governança, coordenação e gestão de redes científicas complexas	129
7.3. Articulação com políticas públicas e uso estratégico do conhecimento...	130
7.4. Financiamento e escala das redes	131
7.5. Gestão administrativa, burocracia e capacidade operacional.....	131
7.6. Comunicação científica e visibilidade institucional.....	132
7.7. Avaliação, reconhecimento institucional e diferenciação por estágios de maturidade.....	132
7.8. Contribuições às Questões Orientadoras do Processo Avaliativo	133
8. Contribuições dos Avaliadores.....	135
8.1. Avaliação como instrumento estratégico de política pública	136
8.2. Avaliação contínua, temporalidade e efeitos sistêmicos.....	136
8.3. Comunicação estratégica, impacto e uso público da avaliação.....	137
8.4. Avaliação, aprendizagem institucional e indução de políticas	137
9. Convergências Sistêmicas Reveladas pela Atuação dos INCTs Avaliados	138

9.1.	Continuidade institucional como condição de impacto.....	139
9.2.	Governança em rede como gargalo estrutural.....	139
9.3.	Infraestruturas científicas como ativos estratégicos.....	140
9.4.	Formação de recursos humanos e sustentabilidade das capacidades científicas.....	141
9.5.	Uso ainda insuficiente do conhecimento pelo Estado.....	141
9.6.	Potencial de redução de desigualdades regionais.....	142
9.7.	Avaliação como instrumento de aprendizagem institucional.....	142
9.8.	Comunicação, legitimidade social e visibilidade do Programa.....	143
10.Recomendações Estruturantes Orientadas pelas Capacidades dos INCTs		
.....		144
10.1.	Reconhecer formalmente a rede INCT como infraestrutura de inteligência científica de Estado	145
10.2.	Institucionalizar modelos de avaliação contínua, formativa e sistêmica.....	146
10.3.	Fortalecer a articulação interministerial e a interface com políticas públicas.....	146
10.4.	Assegurar sustentabilidade financeira e diversificação de fontes de financiamento	147
10.5.	Aprimorar os instrumentos de gestão e apoio administrativo às redes científicas.....	147
10.6.	Valorizar a formação de recursos humanos e a sustentabilidade das trajetórias científicas.....	147
10.7.	Fortalecer a comunicação estratégica e a legitimidade pública dos INCTs.....	148
10.8.	Fortalecer a governança de dados, ciência aberta e ética na pesquisa.....	148
11. Considerações finais		153

2.Introdução

2.1.O Programa INCT como política de Estado

O Programa Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia (INCT) constitui um dos mais relevantes instrumentos da política brasileira de ciência, tecnologia e inovação (CT&I), resultante de um longo processo de amadurecimento institucional do fomento científico conduzido pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Desde sua criação, em 1951, o CNPq exerceu papel central não apenas como agência de financiamento, mas como ator estratégico na formulação e indução de políticas públicas de CT&I, acompanhando a transição de um modelo baseado no apoio individualizado a pesquisadores para arranjos progressivamente mais complexos, cooperativos e orientados por prioridades nacionais.

Ao longo desse percurso, iniciativas como o Programa de Apoio a Núcleos de Excelência (PRONEX) e os Institutos do Milênio representaram etapas fundamentais na consolidação de redes de pesquisa, na valorização da excelência científica e na indução de cooperação interinstitucional. A criação do Programa INCT, em 2008, sintetiza esse aprendizado histórico ao instituir um modelo estruturante voltado à organização de redes científicas complexas, capazes de articular, em escala nacional, múltiplas instituições, áreas do conhecimento e níveis de atuação. Essas redes integram produção científica de fronteira, formação de recursos humanos altamente qualificados, internacionalização da pesquisa, difusão do conhecimento, inovação e interação com políticas públicas e com o setor produtivo.

Nesse sentido, o Programa INCT ultrapassa a condição de iniciativa pontual ou ação governamental circunstancial, configurando-se como uma infraestrutura científica de Estado. Os INCTs operam como capacidades permanentes e estruturantes de produção de conhecimento e de formação científica, mobilizando infraestruturas críticas, competências acumuladas e arranjos institucionais de longo prazo. Seu valor público decorre não apenas dos resultados científicos gerados, mas da continuidade, da integração sistêmica e do uso estratégico dessas capacidades para o enfrentamento de desafios nacionais.

A longevidade do Programa ao longo de distintos ciclos de fomento, sua inserção nas estratégias nacionais de CT&I e sua capacidade de mobilizar múltiplos atores, incluindo agências federais, fundações estaduais de amparo à pesquisa, instituições científicas e tecnológicas e parceiros internacionais, conferem-lhe um papel estruturante no Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (SNCTI). Essa característica reforça a necessidade de abordagens avaliativas compatíveis com sua complexidade, escala e função estratégica no Estado brasileiro.

2.2. Objetivos e escopo do processo avaliativo

O presente e-book tem como objetivo central sistematizar e analisar os resultados da Avaliação Estratégica dos INCTs, oferecendo uma leitura abrangente, integrada e interpretativa de sua trajetória, de seus impactos e de sua relevância estratégica no contexto do SNCTI. A avaliação é compreendida, neste trabalho, como um processo orientado à aprendizagem institucional e à tomada de decisão em política pública, voltado à interpretação de trajetórias, à identificação de padrões sistêmicos, à explicitação de capacidades instaladas.

O processo avaliativo abrangeu 104 Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia, oriundos do Edital MCT/CNPq/FNDCT nº 71/2010 e da Chamada Pública MCTI/CNPq/CAPES/FAPs nº 16/2014, representando um conjunto expressivo de redes científicas que atuaram de forma continuada ao longo da última década. O exercício realizado buscou oferecer uma leitura analítica e contextual sobre determinadas dimensões, considerando aspectos como sua conformação em redes científicas complexas, a capacidade de articulação entre atores e temas estratégicos e os indícios de contribuição para agendas científicas, tecnológicas e sociais relevantes.

Esse enfoque responde diretamente às recomendações da 5ª Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (5ª CNCTI), que apontaram a necessidade de aprimorar os processos avaliativos das políticas de CT&I, incorporando abordagens capazes de capturar impactos sistêmicos, sociais e territoriais, e não apenas indicadores tradicionais de desempenho acadêmico.

2.3.Princípios orientadores da síntese final

A síntese apresentada neste e-book é orientada por princípios metodológicos e analíticos que refletem a tradição avaliativa do CGEE e o acúmulo institucional construído em avaliações anteriores de políticas e programas de CT&I. O primeiro desses princípios é a adoção de uma abordagem qualitativa, interpretativa e multidimensional, que privilegia a compreensão dos processos, trajetórias e arranjos institucionais que sustentam os resultados dos INCTs, em detrimento de análises baseadas exclusivamente em métricas numéricas isoladas.

O segundo princípio consiste na integração de múltiplas fontes de evidência. A avaliação baseou-se na análise articulada de formulários preenchidos pelos INCTs, relatórios técnicos encaminhados ao CNPq e uma amostra de aproximadamente 14 mil currículos da Plataforma Lattes, utilizando dados quantitativos como suporte contextual à análise interpretativa. Reconhece-se que, em razão da diversidade das fontes e dos recortes temporais, podem ocorrer variações ou imprecisões pontuais nos dados, sem que isso comprometa a consistência das análises e das conclusões estratégicas.

Por fim, a síntese final é orientada pelo princípio do respeito à diversidade temática, metodológica e regional que caracteriza os INCTs. Parte-se do entendimento de que impactos científicos, tecnológicos e sociais se manifestam de formas distintas conforme a área do conhecimento, o território e o tipo de interação estabelecida com a sociedade, o setor produtivo e o Estado. Assim, a avaliação busca revelar não apenas o que foi produzido pelos INCTs, mas como esses resultados foram gerados, articulados em rede e convertidos em capacidades estratégicas para o desenvolvimento científico, tecnológico, social e sustentável do país.

Esses princípios não apenas orientam a leitura analítica dos resultados, como também contribuem para uma compreensão mais estratégica dos resultados alcançados pelos INCTs.

A Avaliação Estratégica dos Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia evidencia que os INCTs já operam, na prática, como infraestruturas científicas estratégicas do Estado brasileiro. Ao longo de mais de uma década, essas redes consolidaram

capacidades científicas, tecnológicas, formativas e institucionais que extrapolam a lógica de projetos temporários, assumindo funções permanentes junto ao Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (SNCTI).

É a partir dessa leitura que se organizam as análises, sínteses e recomendações apresentadas neste e-book.

3. Metodologia do Processo de Avaliação

3.1. Pressupostos conceituais da avaliação

O processo de Avaliação Estratégica do Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia (INCT) foi orientado por um conjunto de pressupostos conceituais que fundamentaram o desenho metodológico, a definição das unidades de análise, a interpretação das evidências e a leitura dos resultados. Esses pressupostos refletem a compreensão do Programa INCT como política pública estruturante e como componente central do Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (SNCTI).

Nesse sentido, dois conceitos-chave orientaram transversalmente o exercício analítico desenvolvido neste documento: avaliação estratégica e redes científicas complexas.

A noção de redes científicas complexas é mobilizada para compreender os INCTs como arranjos dinâmicos de produção de conhecimento, formação de recursos humanos e articulação institucional, caracterizados pela interdependência entre atores, pela circulação de saberes e pela capacidade de responder a desafios científicos, tecnológicos e sociais de natureza multidimensional. Essa abordagem permite analisar os INCTs para além de projetos pontuais, considerando suas trajetórias, formas de organização, capacidades de articulação e efeitos sistêmicos no ecossistema nacional de ciência, tecnologia e inovação.

A avaliação estratégica é compreendida, neste documento, como um processo orientado à aprendizagem institucional e ao apoio à tomada de decisão em políticas públicas. Seu foco reside na interpretação de trajetórias, na identificação de padrões

sistêmicos, na explicitação de capacidades construídas e na análise de desafios estruturais associados a programas e instrumentos de CT&I. Diferentemente de abordagens classificatórias ou centradas exclusivamente em métricas de desempenho, a avaliação estratégica privilegia leituras qualitativas, integradas e prospectivas, voltadas ao aprimoramento contínuo das políticas públicas e ao fortalecimento de sua efetividade no médio e longo prazo.

O conceito de redes científicas complexas designa arranjos cooperativos multi-institucionais, multi-temáticos e multi-escalares, caracterizados pela interdependência entre atores, pelo compartilhamento de infraestruturas, pela circulação contínua de conhecimento e pela articulação entre pesquisa, formação, inovação e políticas públicas. Essas redes não se reduzem à soma de projetos ou resultados individuais, constituindo sistemas dinâmicos cuja efetividade depende de condições de governança, estabilidade institucional, coordenação de longo prazo e alinhamento estratégico. A adoção desse conceito implica tratar os INCTs como unidades analíticas sistêmicas, orientando a avaliação para além de métricas tradicionais de produtividade científica.

Esses pressupostos conceituais estruturaram o desenho metodológico da Avaliação Estratégica, orientando tanto a seleção das fontes de evidência quanto a interpretação integrada dos dados e informações analisados.

3.2. Fontes de evidências consideradas

A Avaliação Estratégica dos Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia (INCTs) foi fundamentada na integração de múltiplas fontes de evidência, de modo a assegurar uma compreensão abrangente, contextualizada e consistente da trajetória, dos resultados e dos impactos dos institutos no âmbito do SNCTI. Essa opção metodológica reflete o entendimento de que avaliações de políticas públicas de CT&I, especialmente aquelas voltadas a redes científicas complexas e a infraestruturas científicas de Estado, não podem se apoiar em uma única base de dados ou em indicadores isolados.

As principais fontes de evidência consideradas foram:

- Os formulários de Avaliação Estratégica preenchidos pelos coordenadores dos INCTs, desenvolvidos especificamente para este processo;
- Os relatórios técnicos e administrativos encaminhados ao CNPq no âmbito da Plataforma Carlos Chagas; e
- Uma base de aproximadamente 14 mil currículos extraídos da Plataforma Lattes, utilizada para subsidiar análises sobre produção científica, formação de recursos humanos, redes de colaboração e perfis institucionais.

O formulário de Avaliação Estratégica foi concebido com campos previamente preenchidos a partir de bases institucionais, com o objetivo de reduzir inconsistências, minimizar o esforço de preenchimento e aumentar a confiabilidade das informações prestadas. Essa estratégia permitiu aos coordenadores concentrar-se na análise qualitativa das trajetórias, dos resultados alcançados e dos desafios enfrentados pelos institutos ao longo de sua execução.

O lançamento do formulário ocorreu em evento institucional que contou com a participação da Presidência do CNPq, da Diretoria de Cooperação Institucional, Internacional e Inovação (DCOI), da Presidência do CGEE, da equipe técnica envolvida e de expressiva maioria dos coordenadores dos INCTs, evidenciando elevado grau de engajamento, legitimidade institucional e aderência da comunidade científica ao processo avaliativo.

3.3. Estratégia de integração das evidências

A estratégia metodológica adotada buscou transformar um volume expressivo e heterogêneo de informações em conhecimento estratégico, por meio de um processo estruturado de integração, análise interpretativa e curadoria especializada. Durante o primeiro semestre de 2025, foram realizadas as etapas de estruturação metodológica e operacional da avaliação, incluindo o detalhamento do plano de trabalho, o delineamento da abordagem para o mapeamento das redes científicas com apoio de ferramentas de inteligência artificial e a organização das bases de dados provenientes das diferentes fontes.

Os dados quantitativos foram utilizados como suporte contextual à análise qualitativa, e não como critério de ranqueamento ou comparação direta entre institutos. A partir dessa integração, foram elaborados os Resumos Executivos por área do conhecimento, que passaram por um processo rigoroso de curadoria conduzido pelo CGEE e pela consultoria responsável, assegurando coerência analítica, consistência metodológica e alinhamento com os princípios orientadores da avaliação.

No segundo semestre de 2025, foi constituído o Comitê de Avaliação, composto por 27 pesquisadores distribuídos nas sete grandes áreas do conhecimento dos INCTs. Após a consolidação dos Resumos Executivos, realizou-se um encontro específico com os avaliadores para apresentação da metodologia, discussão dos documentos e alinhamento de entendimentos. Em seguida, foi concedido um período para a análise detalhada dos materiais, culminando em reuniões por área do conhecimento destinadas ao esclarecimento de dúvidas e ao aprofundamento das discussões.

As avaliações individuais produzidas pelos avaliadores foram então incorporadas em nova rodada de curadoria dos Resumos Executivos revisados. Os documentos resultantes foram compartilhados com os coordenadores dos INCTs e com os avaliadores, tanto para conhecimento quanto para subsidiar as discussões do evento virtual de encerramento do processo avaliativo, previsto como etapa final de validação coletiva e reflexão crítica.

3.4.Limites e potencialidades do processo avaliativo

Como todo exercício avaliativo de grande escala, o processo desenvolvido apresentou limites e desafios que foram explicitamente reconhecidos e tratados ao longo da metodologia. Um dos principais desafios esteve relacionado à limitação de acesso a dados atualizados sobre a composição das equipes dos INCTs, em razão da dinâmica de mobilidade de pesquisadores e das defasagens temporais entre diferentes bases institucionais. Adicionalmente, a diversidade das fontes e dos períodos de referência implicou variações e imprecisões pontuais em alguns indicadores quantitativos.

Para mitigar esses limites, a equipe adotou estratégias de adaptação metodológica, com uso intensivo de ferramentas digitais, práticas sistemáticas de curadoria e validação cruzada das informações, além do diálogo contínuo com os avaliadores. Essa postura reforça o caráter interpretativo da avaliação e a compreensão de que os dados quantitativos devem ser analisados à luz dos contextos institucionais, temáticos e territoriais dos institutos.

O uso de ferramentas de inteligência artificial ocorreu exclusivamente como suporte ao tratamento, organização e visualização de grandes volumes de dados, permanecendo todas as interpretações, juízos analíticos e sínteses sob responsabilidade humana qualificada.

Entre as principais potencialidades do processo avaliativo destacam-se seu caráter participativo, a integração de múltiplas evidências, o uso responsável de inteligência artificial como ferramenta de apoio analítico e a forte articulação institucional entre CNPq, CGEE, avaliadores e coordenadores dos INCTs. Como resultado, consolidou-se uma metodologia inovadora, transparente e replicável, com potencial de aplicação em futuras avaliações dos INCTs e em outros instrumentos de políticas públicas de ciência, tecnologia e inovação, contribuindo para o fortalecimento da cultura avaliativa e do aprendizado institucional no país.

O que esta avaliação não é: Reitera-se que este processo avaliativo não se configura como exercício de ranqueamento ou certificação de desempenho individual, mas como instrumento de aprendizagem institucional e aperfeiçoamento de políticas públicas. Tampouco tem como objetivo estabelecer juízos normativos sobre áreas do conhecimento ou hierarquizar agendas científicas.

Trata-se de um processo orientado à aprendizagem institucional e ao aperfeiçoamento de políticas públicas, que busca compreender trajetórias, identificar padrões sistêmicos, explicitar capacidades instaladas. Os dados quantitativos utilizados têm função contextual e interpretativa, não sendo empregados como critérios automáticos de julgamento ou exclusão.

3.5. Escuta avaliativa e contribuições dos avaliadores

Além das fontes de evidência já descritas, o processo avaliativo incorporou a escuta avaliativa de avaliadores externos, organizada a partir da leitura crítica dos Resumos Executivos por área do conhecimento. Os comentários, sugestões e observações formulados nesse contexto desempenharam papel relevante na qualificação das análises, no refinamento das interpretações e na explicitação de limites metodológicos e desafios estruturais do Programa INCT. Parte dessas contribuições foi incorporada, total ou parcialmente, ao texto final, enquanto outras, por sua natureza exploratória, prospectiva ou metodológica, não foram transpostas literalmente, mas informaram o processo de curadoria analítica e de aprendizagem institucional. O conjunto dessas contribuições é sistematizado a seguir como registro da escuta avaliativa realizada ao longo do processo, reforçando o caráter reflexivo, transparente e não classificatório da Avaliação Estratégica, preservando a pluralidade de olhares e assegurando a rastreabilidade do processo avaliativo.

Esta seção apresenta o conjunto de comentários, sugestões e observações formulados pelos avaliadores durante o processo de análise crítica do Resumo Executivo da Avaliação Estratégica dos Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia (INCTs). Parte dessas contribuições foi incorporada, de forma seletiva, ao Resumo Executivo revisado, enquanto outras, por sua natureza exploratória, metodológica ou prospectiva, foram preservadas como registro documental da escuta avaliativa.

O material apresentado não possui caráter deliberativo ou normativo, não altera as conclusões da avaliação nem introduz novos juízos analíticos. Sua finalidade é assegurar transparência ao processo, registrar a pluralidade de olhares da comunidade avaliadora e constituir memória técnica para o aprimoramento contínuo dos INCTs.

Tabela de comentários dos avaliadores por área temática e seção do resumo executivo

Tema / Área	Seção do Resumo Executivo	Avaliador(a)	Comentário / Sugestão
Ciências Exatas e da Terra	2.1 Abordagem analítica	Pedro L. P. Corrêa	Incluir formação de doutores, mestres e ações de extensão voltadas à capacitação profissional.
Ciências Exatas e da Terra	1.2 Relevância dos INCTs	Marcio H. F. Bettega	Sugere quantificar o papel dos INCTs no avanço do estado da arte, incluindo produtos de maior impacto e interação com setor produtivo.
Ciências Exatas e da Terra	2.1 Abordagem analítica	Pedro L. P. Corrêa	Relacionar convênios internacionais (MoUs) estabelecidos a partir dos INCTs.
Ciências Exatas e da Terra	2.1 Abordagem analítica	Pedro L. P. Corrêa	Destacar infraestruturas de pesquisa multiusuárias geradas pelos INCTs.
Ciências Exatas e da Terra	Ciência Aberta	Pedro L. P. Corrêa	Incluir datasets e softwares com DOI como produtos relevantes.
Ciências Exatas e da Terra	Inovação tecnológica	Carlos B. Martinez	Equilibrar indicadores de produção científica e tecnológica, evitando prejuízos à proteção intelectual.

Tema / Área	Seção do Resumo Executivo	Avaliador(a)	Comentário / Sugestão
Ciências Exatas e da Terra	Impacto e tendências	Pedro L. P. Corrêa	Quantificar datasets e softwares disponibilizados.
Ciências Exatas e da Terra	Composição institucional	Elias A. Guidetti	Detalhar produção de livros, capítulos, patentes e participação em eventos.
Ciências Exatas e da Terra	Redes e internacionalização	Elias A. Guidetti	Clarificar definição de colaboração internacional e seus diferentes formatos.
Ciências Exatas e da Terra	Lacunas e sobreposições	Pedro L. P. Corrêa	Padronizar dados, adotar identificadores persistentes e ampliar interoperabilidade.
Ciências Exatas e da Terra	Barreiras financeiras	Alvaro T. Prata	Diversificar fontes de financiamento para sustentabilidade pós-edital.
Engenharias	Alinhamento estratégico	Marcelo D. Fragoso	Reconhecer papel dos INCTs como redes colaborativas para enfrentar desafios nacionais.
Engenharias	Governança	Marcelo D. Fragoso	Distribuir responsabilidades de coordenação para evitar sobrecarga.
Engenharias	Avaliação	Marcelo D. Fragoso	Criar plataforma específica de acompanhamento (dashboard) para os INCTs.

Tema / Área	Seção do Resumo Executivo	Avaliador(a)	Comentário / Sugestão
Engenharias	Recursos humanos	Roberto M. Cesar	Avaliar o impacto do financiamento na formação e trajetória dos recursos humanos.
Saúde	ODS e políticas públicas	Frida M. Fischer	Incluir avaliação de condições de trabalho, biossegurança e saúde mental nos INCTs.
Saúde	ODS e políticas públicas	Frida M. Fischer	Descrever manejo de resíduos e prevenção de contaminação ambiental e ocupacional.

4. Panorama Geral dos INCTs

O conjunto de 104 Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia avaliados configura um retrato abrangente da capacidade científica e tecnológica brasileira construída ao longo de mais de uma década de investimento público continuado. Enquanto política de Estado, o Programa INCT estruturou redes complexas de pesquisa, articulando instituições, áreas do conhecimento, territórios e agendas estratégicas, com impactos que extrapolam a produção acadêmica e alcançam dimensões formativas, institucionais, sociais e territoriais. Este panorama geral apresenta uma leitura integrada dessas características, oferecendo o contexto necessário para a interpretação dos achados detalhados nos capítulos subsequentes.

4.1. Distribuição temática, institucional e territorial

Os INCTs avaliados apresentam ampla diversidade temática, cobrindo as sete grandes áreas do conhecimento contempladas pelo Programa: Ciências Exatas e da Terra, Engenharias, Ciências Agrárias, Ciências da Saúde, Ciências Biológicas, Ciências Humanas, Sociais Aplicadas, Ecologia e Meio Ambiente. Essa distribuição reflete tanto prioridades históricas da política científica nacional quanto a capacidade do Programa de incorporar agendas emergentes e desafios complexos, como mudanças climáticas, sustentabilidade, saúde coletiva, transformação digital e desenvolvimento regional.

Do ponto de vista institucional, os INCTs estão majoritariamente ancorados em universidades e institutos de pesquisa públicos, federais e estaduais, com forte participação de instituições de excelência consolidadas. Ao mesmo tempo, observa-se elevada capilaridade institucional, decorrente da natureza em rede, que articula múltiplas instituições associadas, nacionais e internacionais, ampliando a circulação de conhecimento e a cooperação científica.

A distribuição territorial dos INCTs evidencia concentração relativa nas regiões Sudeste e Sul, compatível com a histórica assimetria da infraestrutura científica nacional, mas também revela avanços importantes na inserção de instituições das regiões Nordeste, Norte e Centro-Oeste. Em diversos casos, os INCTs atuaram como vetores de fortalecimento de capacidades locais e regionais, contribuindo para a

interiorização da ciência, a formação de recursos humanos qualificados e a consolidação de polos emergentes de pesquisa.

4.2. Perfil da produção científica, tecnológica e formativa

A produção científica dos 104 INCTs caracteriza-se por elevado volume e diversidade, com destaque para publicações em periódicos de circulação internacional, livros, capítulos, relatórios técnicos e outros produtos compatíveis com as especificidades de cada área do conhecimento. Em várias áreas, observa-se contribuição significativa para o avanço da ciência de fronteira, bem como para a consolidação de campos de pesquisa estratégicos no contexto nacional.

No campo da produção tecnológica e da inovação, os INCTs apresentam resultados heterogêneos, coerentes com suas missões e áreas de atuação. Incluem-se, entre esses resultados, o desenvolvimento de processos, métodos, protótipos, tecnologias sociais, bases de dados, plataformas digitais, patentes e outros ativos de conhecimento. Em muitos casos, tais produtos estão associados à interação com o setor produtivo, órgãos governamentais e organizações da sociedade civil, reforçando o papel dos INCTs como interfaces entre ciência, tecnologia e políticas públicas.

Os 104 institutos contribuíram de forma expressiva para a formação de mestres, doutores e pós-doutores, além de estudantes de graduação e jovens pesquisadores, atuando como ambientes privilegiados de formação avançada. Essa atuação ultrapassa a lógica quantitativa de titulações, abrangendo a formação em contextos interdisciplinares, em redes nacionais e internacionais e em interação direta com desafios científicos e sociais complexos.

4.3. Infraestruturas científicas e capacidades estratégicas

Os INCTs analisados desempenharam papel central na consolidação, ampliação e compartilhamento de infraestruturas científicas estratégicas no país. Laboratórios multiusuários, plataformas tecnológicas, coleções científicas, bancos de dados e sistemas de informação foram fortalecidos ou criados no âmbito dos institutos, ampliando o acesso de diferentes grupos de pesquisa a equipamentos e recursos de alto custo e elevada complexidade.

Essas infraestruturas não apenas sustentaram a produção científica e tecnológica dos próprios INCTs, mas também contribuíram para o fortalecimento institucional das organizações sede e associadas, promovendo sinergias entre ensino, pesquisa e inovação. Em diversos casos, esses INCTs funcionaram como núcleos articuladores de capacidades estratégicas, integrando competências dispersas e potencializando o uso coletivo de recursos, em consonância com os princípios de eficiência e racionalidade do investimento público.

4.4. Inserção internacional e cooperação científica

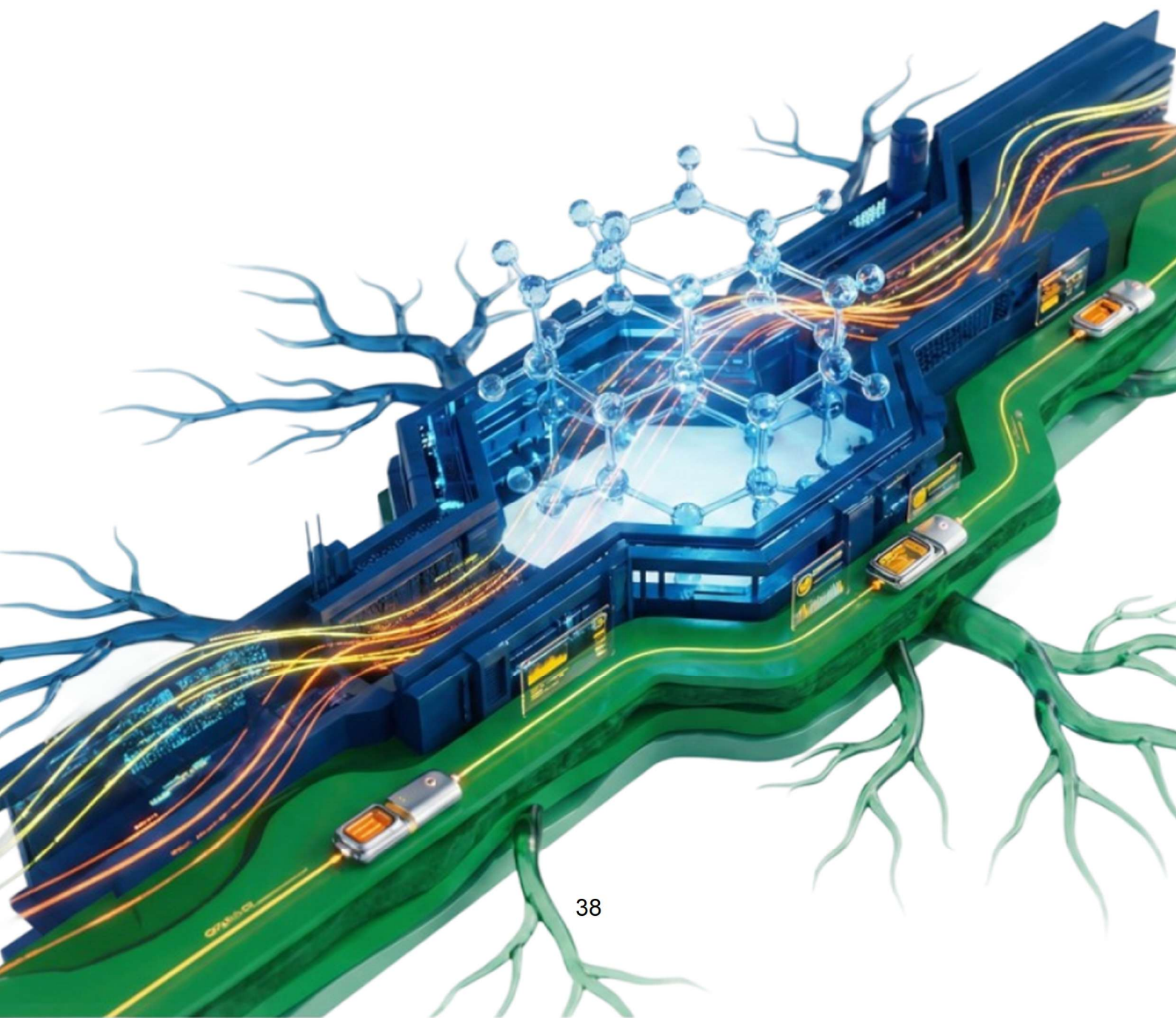
A inserção internacional constitui dimensão estruturante do Programa INCT e se manifesta de forma consistente no conjunto de institutos avaliados. Observa-se ampla diversidade de estratégias de internacionalização, que incluem cooperação científica formal com instituições estrangeiras, participação em redes e consórcios internacionais, mobilidade de pesquisadores e estudantes, projetos conjuntos, publicações em coautoria internacional e organização de eventos científicos de alcance global.

Essa inserção internacional contribuiu tanto para a qualificação da produção científica quanto para a projeção da ciência brasileira em agendas globais, permitindo aos INCTs dialogar com problemas de escala internacional e, simultaneamente, aportar perspectivas e soluções ancoradas na realidade brasileira. Em muitos casos, a cooperação internacional também funcionou como vetor de fortalecimento institucional e de formação avançada, ampliando o acesso a infraestruturas, metodologias e redes de excelência.

Em conjunto, o panorama geral dos INCTs revela a consolidação de redes científicas de elevada maturidade e complexidade, cujos impactos se manifestam de forma integrada nas dimensões científica, formativa, tecnológica, institucional e territorial. À luz do processo de avaliação dos INCTs, esses achados evidenciam o papel singular dessas redes no âmbito do Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação, justificando abordagens avaliativas orientadas à compreensão de efeitos sistêmicos e ao fortalecimento de capacidades de Estado.

5. Síntese dos Achados por Área Temática

5.1. Ciências Exatas e da Terra



A área de Ciências Exatas e da Terra reúne um conjunto amplo e altamente diversificado de Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia, caracterizado por forte densidade científica, elevada complexidade tecnológica e expressiva capacidade de articulação entre pesquisa básica, desenvolvimento tecnológico e aplicações estratégicas. Os INCTs dessa área constituem um dos pilares estruturantes do Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (SNCTI), ao proverem conhecimentos fundamentais, infraestrutura científica de grande porte e soluções aplicadas a desafios nacionais críticos.

Os institutos analisados abrangem campos como instrumentação e métodos analíticos avançados, materiais e nanomateriais, fotônica e óptica, catálise e energia, geociências, oceanografia, física nuclear, informação quântica, sistemas complexos, ciência de dados e engenharia de software. Essa diversidade temática se reflete na natureza multidimensional dos impactos observados, que incluem contribuições científicas de fronteira, inovação tecnológica, formação avançada de recursos humanos, fortalecimento da soberania tecnológica e apoio direto à formulação e implementação de políticas públicas.

Do ponto de vista científico, os INCTs de Ciências Exatas e da Terra apresentam produção acadêmica robusta e contínua, com dezenas de milhares de publicações científicas reportadas, muitas delas em periódicos de alto impacto internacional. Destacam-se, em especial, áreas como nanomateriais, fotônica, oceanografia, física nuclear, catálise e sistemas complexos, que consolidaram o Brasil como ator relevante em agendas científicas globais, incluindo mudanças climáticas, ciência dos materiais, transição energética e big science. Essa produção não se limita à quantidade, mas evidencia a maturidade conceitual das redes e sua capacidade de gerar conhecimento fundamental com potencial de transbordamento para aplicações estratégicas.

No campo tecnológico, os achados revelam elevada capacidade de geração de inovações, expressa por um volume significativo de depósitos de patentes, registros de softwares, desenvolvimento de protótipos, plantas-piloto e plataformas digitais. Tecnologias associadas ao tratamento e monitoramento da água, captura e conversão de CO₂, materiais avançados, nanotubos de carbono, instrumentação

óptica, sensores, bioanalítica, modelagem climática e soluções digitais para cidades inteligentes ilustram o papel dos INCTs como vetores de inovação orientada a problemas concretos. Em diversos casos, essas tecnologias avançaram para estágios de transferência, licenciamento ou aplicação direta por empresas, órgãos públicos e governos subnacionais.

A formação de recursos humanos constitui outro eixo central de impacto. Os INCTs da área foram responsáveis pela formação de milhares de mestres, doutores, pós-doutores e estudantes de iniciação científica, além de promoverem escolas temáticas, cursos especializados, programas de mobilidade e ações de capacitação técnica. A elevada proporção de pesquisadores doutores vinculados às redes evidencia a maturidade científica da área, ao mesmo tempo em que a capilaridade das atividades formativas contribui para a interiorização da ciência, a redução de assimetrias regionais e a consolidação de novos polos de pesquisa no país.

No que se refere à infraestrutura científica, os achados apontam que os INCTs de Ciências Exatas e da Terra operam e mantêm um conjunto estratégico de laboratórios multiusuários, observatórios, redes de monitoramento, plataformas computacionais de alto desempenho, plantas-piloto e bases de dados de interesse nacional. Essas infraestruturas não apenas sustentam a pesquisa de ponta, mas também prestam serviços científicos e tecnológicos a universidades, empresas, agências governamentais e à sociedade, ampliando o retorno público dos investimentos realizados.

A inserção internacional é outro traço marcante da área. Os INCTs mantêm colaborações estáveis com universidades, centros de pesquisa e grandes consórcios científicos internacionais, participando de projetos multilaterais, missões científicas e iniciativas de big science. Essa inserção fortalece a capacidade tecnológica nacional, assegura acesso a infraestruturas internacionais estratégicas e posiciona o Brasil como parceiro relevante em agendas científicas globais, especialmente nas áreas de clima, oceanos, energia, física de altas energias e ciência de dados.

De forma integrada, os impactos dos INCTs de Ciências Exatas e da Terra extrapolam a esfera acadêmica e assumem caráter estrutural e estratégico para o

desenvolvimento nacional. As evidências analisadas indicam contribuições diretas para a formulação de políticas públicas nas áreas de saúde, saneamento, energia, meio ambiente, planejamento territorial, mobilidade urbana e defesa civil, bem como para o fortalecimento da soberania científica e tecnológica do país.

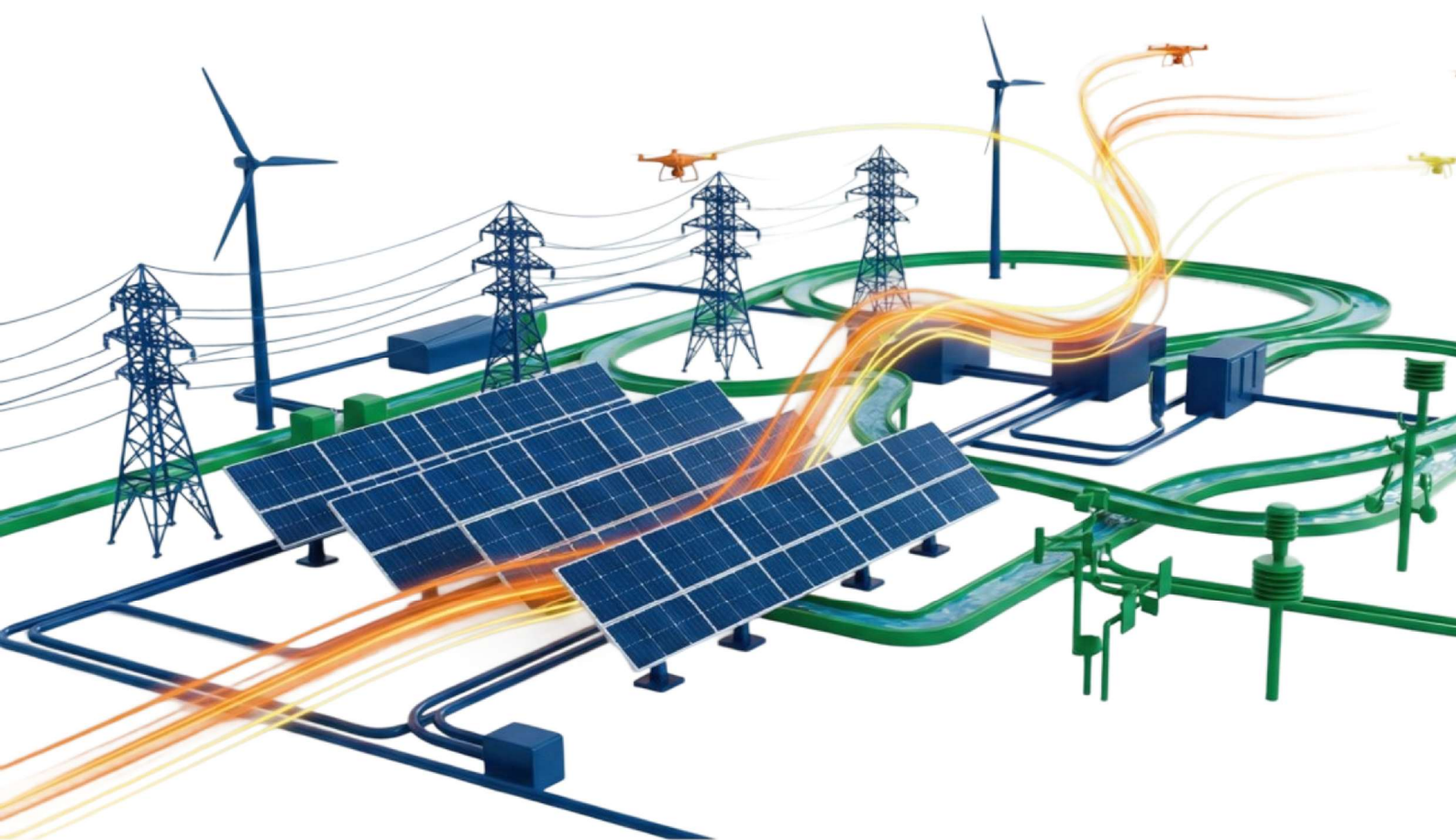
Esses institutos atuam como verdadeiras plataformas de Estado, ao articular produção de conhecimento, formação de recursos humanos, cooperação científica e capacidade de resposta a desafios complexos e emergentes. Ao mesmo tempo, os achados indicam que a continuidade e a ampliação desses impactos dependem fortemente de condições estruturais, em especial da previsibilidade de financiamento e do aperfeiçoamento dos mecanismos de governança e de gestão em rede.

Em síntese, os INCTs da área de Ciências Exatas e da Terra evidenciam elevado grau de maturidade científica, forte inserção internacional e papel estruturante na consolidação de infraestruturas científicas estratégicas para o país. Seus impactos extrapolam a produção acadêmica, alcançando a formação avançada de recursos humanos, o desenvolvimento tecnológico e o suporte direto a políticas públicas em áreas críticas como energia, clima, saneamento, planejamento territorial e defesa civil.

Diferencial estruturante: elevada densidade científica, forte inserção internacional e operação de infraestruturas científicas estratégicas de grande porte, essenciais para agendas nacionais como energia, clima, oceanos e ciência de dados.

Principal risco identificado: alta vulnerabilidade dessas capacidades à descontinuidade de financiamento e à ausência de modelos de governança compatíveis com a escala e o custo de manutenção das infraestruturas críticas.

5.2. Engenharias, Energias e Tecnologias da Informação



A avaliação dos INCTs da área de Engenharias, Energias e Tecnologias da Informação revela um conjunto de redes científicas de elevada complexidade técnica e forte relevância estratégica para o desenvolvimento científico, tecnológico e produtivo do país. O conjunto analisado é composto por nove INCTs, com atuação concentrada em sistemas de energia e transição energética, tecnologias da informação aplicadas à saúde, saneamento ambiental, robótica e sistemas autônomos, materiais estratégicos e tecnologias de posicionamento e navegação. Esses institutos operam na interface entre pesquisa básica e aplicada, com clara orientação à solução de problemas estruturais e à soberania tecnológica nacional.

Do ponto de vista da produção científica e tecnológica, a área apresenta desempenho expressivo e diversificado. Os dados consolidados indicam 7.253 publicações científicas, distribuídas entre artigos em periódicos, trabalhos em eventos e produção técnica especializada. Destacam-se institutos com produção de grande escala, como o INCT de Energia Elétrica (3.931 publicações), o INCT em Medicina Assistida por Computação Científica (1.530 publicações) e o Observatório Nacional da Dinâmica da Água e do Carbono no Bioma Caatinga (443 publicações). No campo da inovação, foram reportados 132 pedidos de patentes, 30 registros de software e um conjunto significativo de protótipos tecnológicos, incluindo limitadores de corrente, turbinas hidrocínéticas, sistemas GNSS, plataformas de telemedicina, sensores ambientais e sistemas robóticos cooperativos.

A dimensão formativa constitui um dos eixos estruturantes dos INCTs da área. No período avaliado, as redes contribuíram para a formação de 399 doutores, 935 mestres, 677 estudantes de iniciação científica e 155 pós-doutores, além da capacitação contínua de técnicos e profissionais do setor produtivo e do poder público. A elevada proporção de pesquisadores com doutorado (cerca de 69%) evidencia a capacidade instalada para liderança científica, orientação acadêmica e execução de projetos de alta complexidade. Ao mesmo tempo, observam-se desafios relacionados à diversidade e à equidade de gênero, ainda marcadamente assimétrica na composição das equipes.

No que se refere às infraestruturas científicas e capacidades estratégicas, os INCTs de Engenharias operam laboratórios e plataformas de grande porte, com

infraestrutura estimada em mais de R\$ 60 milhões em alguns núcleos. Destacam-se laboratórios acreditados pelo Inmetro, bancos de ensaios para geração distribuída, centros de robótica, plataformas de supercomputação, redes de monitoramento GNSS, bases de dados ambientais e instalações experimentais em biomas estratégicos. Essas infraestruturas sustentam tanto a pesquisa científica quanto a prestação de serviços tecnológicos, ensaios regulatórios e contratos de P&D com empresas e órgãos governamentais.

A articulação com políticas públicas e setores estratégicos aparece como traço distintivo da área. Os INCTs mantêm interfaces documentadas com agências reguladoras e órgãos governamentais, como ANEEL, INMETRO, DECEA, Ministério da Saúde e ministérios setoriais, contribuindo para normas técnicas, instrumentos regulatórios, vigilância em saúde, planejamento energético, saneamento e monitoramento ambiental. Contratos de P&D de grande porte, como o sistema de monitoramento subaquático (R\$ 4,3 milhões) e projetos em sistemas elétricos e energias renováveis, evidenciam a capacidade das redes de responder a demandas públicas e produtivas.

Os impactos dos INCTs da área de Engenharias manifestam-se de forma integrada nas dimensões científica, tecnológica, econômica, social, ambiental, territorial e político-institucional. Cientificamente, os institutos consolidaram agendas de pesquisa de longo prazo em áreas críticas, como sistemas elétricos de potência, computação aplicada à saúde, robótica, saneamento e materiais avançados. Tecnicamente, os impactos incluem o desenvolvimento de protótipos, patentes, softwares e plataformas digitais com potencial de aplicação industrial e incorporação em serviços públicos. Na dimensão social, destacam-se iniciativas de telemedicina, vigilância epidemiológica baseada em esgoto, inclusão energética de comunidades ribeirinhas e ações de capacitação e extensão que alcançaram dezenas de milhares de pessoas. Do ponto de vista ambiental, os INCTs contribuíram para a transição energética, a redução de emissões, o reúso de água, a recuperação de recursos e o monitoramento de biomas estratégicos. Territorialmente, as redes ampliaram a presença da ciência em diferentes regiões e biomas, fortalecendo capacidades locais. Por fim, no plano político-institucional, os impactos se expressam na produção de evidências técnicas que subsidiam políticas públicas, normas regulatórias e estratégias nacionais,

reforçando o papel do Programa INCT como instrumento estruturante da soberania tecnológica e do desenvolvimento sustentável.

Em síntese, os INCTs da área de Engenharias, Energias e Tecnologias da Informação demonstram alta capacidade de articulação entre pesquisa científica, inovação tecnológica e aplicação em setores estratégicos, contribuindo diretamente para a soberania tecnológica, a transição energética e a modernização de serviços públicos. A combinação entre produção científica, desenvolvimento de protótipos, formação de recursos humanos e interação com órgãos reguladores e setores produtivos evidencia o papel dessas redes como vetores estruturantes do desenvolvimento nacional.

Diferencial estruturante: forte capacidade de articulação entre pesquisa científica, desenvolvimento tecnológico, inovação aplicada e interação direta com setores produtivos e órgãos reguladores estratégicos do Estado.

Principal risco identificado: fragmentação da governança em rede e instabilidade institucional, que comprometem a continuidade de parcerias tecnológicas, contratos de P&D e a interoperabilidade das infraestruturas.

5.3. Ciências Agrárias e Agronegócios



A avaliação dos INCTs da área de Ciências Agrárias e Agronegócios evidencia um conjunto de redes científicas altamente estratégicas para o país, com forte articulação entre ciência básica, pesquisa aplicada, inovação tecnológica e contribuição direta a cadeias produtivas, políticas públicas e agendas ambientais. O conjunto analisado é composto por sete INCTs, todos vinculados à Chamada Pública nº 16/2014, cobrindo temas centrais como produção animal, genômica e melhoramento vegetal, bioinsumos, manejo florestal sustentável, cafeicultura, sanidade e qualidade do leite e ecologia química aplicada à agricultura

Do ponto de vista da produção científica e tecnológica, os INCTs da área apresentam desempenho expressivo. No período avaliado, foram reportados 5.712 artigos científicos, além de 49 depósitos de patentes e 12 softwares, refletindo a capacidade das redes de transformar conhecimento científico em produtos tecnológicos e soluções aplicadas. Destacam-se, nesse contexto, o desenvolvimento de cultivares registradas, bioinsumos microbiológicos, softwares de apoio à decisão (como BR-CORTE, BR-LEITE e plataformas de análise de solos), além de tecnologias voltadas à mitigação de impactos ambientais e ao aumento da eficiência produtiva.

A dimensão formativa constitui um dos eixos mais robustos da área. Os INCTs analisados contribuíram para a formação de 274 doutores, 928 mestres, 596 estudantes de iniciação científica e 103 pós-doutores, operando como ambientes avançados de formação em redes nacionais e internacionais. Essa formação ocorre de maneira integrada à pesquisa e à extensão, com forte inserção em contextos produtivos e territoriais diversos, o que amplia o impacto social da política de fomento.

No que se refere à inovação e à sustentabilidade, os achados revelam contribuições relevantes para a transição ambiental e a bioeconomia. Há evidências documentadas de tecnologias e práticas com impacto direto na mitigação de emissões de gases de efeito estufa, na recuperação de solos, no manejo sustentável de florestas e na redução do uso de insumos químicos na agricultura. Destacam-se, por exemplo, estimativas de adoção de bioinsumos em mais de 40 milhões de hectares, tecnologias associadas à redução de até 25% da adubação nitrogenada, e evidências de sequestro de carbono em sistemas florestais manejados.

A articulação com políticas públicas aparece como um traço estruturante dos INCTs da área. Seis dos sete institutos apresentam interface documentada com marcos regulatórios e programas governamentais, incluindo contribuições técnicas ao Inventário Nacional de Emissões de GEE, ao Plano ABC/ABC+, ao Plano Nacional de Fertilizantes e à Lei de Bioinsumos (Lei nº 15.070/2024). Essas evidências reforçam o papel dos INCTs como instâncias de produção de conhecimento aplicado, capazes de subsidiar processos decisórios e normativos em diferentes níveis do Estado.

Os impactos gerados pelos INCTs da área de Ciências Agrárias e Agronegócios manifestam-se de forma integrada nas dimensões científica, tecnológica, ambiental, econômica, territorial e político-institucional. Do ponto de vista científico, os institutos consolidaram agendas de pesquisa de longo prazo, com produção contínua e formação avançada de recursos humanos. No plano tecnológico e produtivo, os impactos incluem o desenvolvimento e a adoção de bioinsumos, cultivares, sistemas de manejo e plataformas digitais, com efeitos diretos sobre a eficiência produtiva, a competitividade do agronegócio e a redução de custos ambientais. Na dimensão ambiental, destacam-se contribuições relevantes para a mitigação das emissões de gases de efeito estufa, a conservação de solos e florestas e o uso sustentável da biodiversidade. Territorialmente, os INCTs ampliaram a presença da ciência em regiões produtoras e áreas rurais, promovendo a interiorização do conhecimento e a adaptação tecnológica a diferentes biomas. Por fim, no âmbito político-institucional, os impactos se expressam na capacidade dos institutos de subsidiar políticas públicas, marcos regulatórios e estratégias nacionais, reforçando o papel do Programa INCT como instrumento estruturante de articulação entre ciência, Estado e desenvolvimento sustentável.

A análise também revela forte capilaridade territorial, com atuação em 16 estados e no Distrito Federal, por meio de redes de ensaios de campo, unidades técnicas de referência, laboratórios associados e ações extensionistas. Essa presença territorial contribui para a interiorização da ciência, o fortalecimento de capacidades regionais e a adaptação de soluções tecnológicas a diferentes biomas e sistemas produtivos. Por outro lado, os achados apontam desafios recorrentes. Persistem assimetrias regionais na concentração de infraestrutura e recursos humanos, limitações

relacionadas à previsibilidade do financiamento, gargalos técnicos em bioinformática e gestão de grandes volumes de dados, além de entraves institucionais associados à complexidade administrativa de redes extensas. Tais desafios impactam a sustentabilidade de longo prazo das iniciativas e reforçam a necessidade de aperfeiçoamentos nos instrumentos de fomento e avaliação.

Em síntese, os INCTs da área de Ciências Agrárias e Agronegócios consolidam-se como pilares estratégicos da segurança alimentar, da sustentabilidade ambiental e da competitividade do sistema produtivo nacional. Seus resultados articulam ciência de fronteira, inovação tecnológica e aplicação direta em políticas públicas e cadeias produtivas, com impactos expressivos na mitigação de emissões, no uso sustentável de recursos naturais e no fortalecimento da bioeconomia. Ao mesmo tempo, os achados evidenciam a importância de políticas de continuidade, fortalecimento da governança em rede e investimentos estruturantes para sustentar e ampliar esses impactos no longo prazo.

Diferencial estruturante: elevada capacidade de converter ciência de fronteira em soluções tecnológicas aplicadas às cadeias produtivas, à sustentabilidade ambiental e à segurança alimentar, com forte capilaridade territorial.

Principal risco identificado: persistência de assimetrias regionais, limitações de infraestrutura em áreas emergentes e fragilidades na previsibilidade do financiamento de redes extensas e de longa duração.

5.4. Ciências da Saúde



A área de Ciências da Saúde reúne um conjunto de Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia com forte orientação para a produção de conhecimento aplicado, inovação em saúde e contribuição direta ao Sistema Único de Saúde (SUS). Os INCTs avaliados atuam em temas estratégicos como doenças infecciosas e crônicas, saúde coletiva, vigilância epidemiológica, biotecnologia em saúde, desenvolvimento de fármacos e vacinas, tecnologias diagnósticas, saúde digital e avaliação de políticas públicas de saúde. Esse conjunto configura uma das expressões mais claras do papel do Programa INCT na articulação entre ciência, Estado e bem-estar social.

Do ponto de vista científico, os INCTs da área apresentam produção acadêmica expressiva e contínua, com milhares de artigos publicados em periódicos nacionais e internacionais, além de livros, capítulos e relatórios técnicos. Destacam-se redes com forte inserção em agendas globais de pesquisa em saúde, incluindo doenças negligenciadas, envelhecimento populacional, saúde ambiental, resistência antimicrobiana e preparação para emergências sanitárias. A produção científica evidencia elevada capacidade de geração de conhecimento relevante, ancorado em problemas concretos da realidade brasileira e latino-americana.

No campo da inovação tecnológica, os achados indicam avanços importantes no desenvolvimento de kits diagnósticos, plataformas de vigilância epidemiológica, sistemas de informação em saúde, biofármacos, vacinas experimentais e tecnologias assistivas. Em diversos casos, os INCTs atuaram de forma integrada com laboratórios públicos, institutos de pesquisa em saúde, hospitais universitários e empresas de base tecnológica, contribuindo para reduzir dependências externas e fortalecer a capacidade nacional de resposta a demandas sanitárias estratégicas.

A formação de recursos humanos constitui eixo estruturante da atuação dos INCTs de Ciências da Saúde. No período analisado, essas redes congregam mais de 2,1 mil pesquisadores, distribuídos em 418 instituições e presentes em 25 unidades da Federação, configurando uma das expressões mais claras do papel do Programa INCT na articulação entre ciência, Estado e bem-estar social. Essa formação ocorre em ambientes interdisciplinares, frequentemente articulando pesquisa biomédica, saúde coletiva, ciências sociais e tecnologias digitais, o que amplia a capacidade de atuação dos egressos em diferentes níveis do sistema de saúde.

No que se refere à infraestrutura científica e assistencial, os INCTs da área operam e fortalecem laboratórios de referência, biobancos, plataformas de ensaios clínicos, centros de pesquisa translacional e sistemas de informação em saúde. Essas infraestruturas sustentam tanto a pesquisa científica quanto a prestação de serviços estratégicos ao SUS, como análises laboratoriais especializadas, vigilância epidemiológica e avaliação de tecnologias em saúde, ampliando o retorno social do investimento público.

A articulação com políticas públicas emerge como traço distintivo da área. Os INCTs mantêm interfaces diretas com o Ministério da Saúde, secretarias estaduais e municipais, Fiocruz, Anvisa e outras instituições do complexo econômico-industrial da saúde. Há evidências de contribuições técnicas para a formulação, monitoramento e avaliação de políticas públicas, protocolos clínicos, diretrizes terapêuticas e estratégias de vigilância, reforçando o papel dos INCTs como instâncias qualificadas de apoio à tomada de decisão em saúde.

Os impactos dos INCTs de Ciências da Saúde manifestam-se de forma integrada nas dimensões científica, tecnológica, social, institucional e político-sanitária. Cientificamente, os institutos consolidaram agendas de pesquisa estratégicas e formaram massa crítica altamente qualificada. No plano tecnológico, contribuíram para o desenvolvimento de soluções diagnósticas, terapêuticas e digitais com potencial de incorporação no SUS. Socialmente, os impactos se expressam na melhoria da capacidade de resposta a problemas de saúde pública, na redução de vulnerabilidades e no fortalecimento de ações de prevenção e promoção da saúde. Do ponto de vista institucional, os INCTs ampliaram a capacidade do sistema público de saúde de produzir e utilizar evidências científicas. Por fim, no plano político, os impactos se refletem na qualificação de políticas públicas, na soberania sanitária e na redução de dependências tecnológicas externas, especialmente em contextos de crises e emergências em saúde.

Em síntese, os INCTs da área de Ciências da Saúde operam como extensões qualificadas do Sistema Único de Saúde, integrando produção científica, inovação tecnológica, formação de recursos humanos e apoio direto à formulação e à implementação de políticas públicas de saúde. Seus impactos são particularmente

relevantes para a soberania sanitária, a preparação para emergências em saúde e a redução de dependências tecnológicas externas, reforçando o papel do Programa INCT como instrumento estruturante da articulação entre ciência, Estado e bem-estar social.

Diferencial estruturante: integração consistente entre produção científica, inovação em saúde, formação de recursos humanos e apoio direto ao Sistema Único de Saúde, com elevada relevância social e sanitária.

Principal risco identificado: dependência de ciclos descontínuos de fomento, que fragiliza a sustentabilidade de infraestruturas críticas, plataformas tecnológicas e capacidades de resposta a emergências sanitárias.

5.5. Ciências Biológicas



A área de Ciências Biológicas constitui um dos núcleos mais extensos, complexos e estratégicos, reunindo 22 institutos com atuação que abrange desde a biologia molecular e estrutural até a ecologia, a conservação da biodiversidade, a biotecnologia industrial e a saúde humana e animal. Trata-se de uma área que articula, de forma singular, ciência básica de fronteira, inovação tecnológica, formação avançada de recursos humanos e contribuição direta a políticas públicas, configurando um pilar essencial do Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação.

Os INCTs dessa área atuam em domínios estratégicos como vacinas, imunologia, resistência antimicrobiana, genética médica populacional, biologia sintética, química medicinal, inovação em medicamentos, biotecnologia agrícola, ecologia e conservação da biodiversidade, controle de vetores, bioenergia e plataformas nacionais de dados biológicos. Essa diversidade temática reflete tanto a amplitude das Ciências Biológicas quanto sua centralidade para desafios contemporâneos relacionados à saúde pública, segurança alimentar, sustentabilidade ambiental e soberania tecnológica.

Do ponto de vista da produção científica, os INCTs de Ciências Biológicas apresentam desempenho robusto e consistente. A consolidação dos dados indica 17.808 artigos científicos, distribuídos entre periódicos nacionais e internacionais de alto impacto, além de livros, capítulos e produção técnica especializada. Destacam-se redes com produção científica de grande escala, como os INCTs de Biologia Estrutural e Bioimagem, Entomologia Molecular, Doenças Cerebrais e Neuroproteção, Investigação em Imunologia e Ecologia e Evolução, evidenciando a capacidade da área de sustentar agendas científicas de longo prazo e contribuir de forma relevante para o avanço do conhecimento em escala global.

No campo da inovação e do desenvolvimento tecnológico, os achados revelam um ecossistema altamente produtivo e diversificado. Foram reportados 210 pedidos de patentes, 33 softwares, plataformas digitais, kits diagnósticos, vacinas candidatas, bioinsumos, cultivares, nanoformulações, sistemas de vigilância genômica e grandes repositórios de dados. Exemplos emblemáticos incluem a produção de enzimas para cerca de 1 milhão de testes RT-LAMP, o desenvolvimento de plataformas nacionais

de vacinas de mRNA, a comercialização de cultivares transgênicas e bioinsumos agrícolas, a implantação de tecnologias de controle vetorial (como Wolbachia) e a consolidação de infraestruturas digitais abertas, como o INCT Virtual da Flora e dos Fungos, com mais de 13,5 milhões de registros.

A formação de recursos humanos constitui um dos eixos estruturantes da área. Os INCTs de Ciências Biológicas foram responsáveis pela formação de centenas de doutores, mestres, pós-doutores e estudantes de iniciação científica, além da capacitação contínua de técnicos, profissionais de saúde, gestores públicos e educadores. A análise de aproximadamente 3.856 currículos Lattes evidencia um perfil altamente qualificado, com 76% dos pesquisadores titulados como doutores e participação expressiva de mulheres (51,6%), indicando capacidade instalada para liderança científica, orientação acadêmica e produção de conhecimento avançado.

No que se refere às infraestruturas científicas e capacidades estratégicas, os INCTs operam um conjunto crítico de laboratórios multiusuários, biobancos, biorepositórios, plataformas ômicas, centros de bioimagem, instalações NB2 e NB3, estações experimentais e bases de dados nacionais. Infraestruturas como o CENABIO, o CT-Vacinas, o Prédio da Biologia Sintética, plataformas de sequenciamento e redes de herbários sustentam tanto a pesquisa de fronteira quanto a prestação de serviços científicos e tecnológicos a instituições públicas, privadas e à sociedade.

A inserção internacional é um traço marcante da área. Os INCTs mantêm colaborações consolidadas com universidades, centros de pesquisa e consórcios internacionais, participando de redes globais em genômica, vacinas, ecologia, bioimagem, biodiversidade e biotecnologia. Essas parcerias ampliam o acesso a infraestruturas estratégicas, fortalecem a soberania científica nacional e posicionam o Brasil como ator relevante em agendas globais de ciência e inovação.

Os impactos dos INCTs de Ciências Biológicas manifestam-se de forma ampla, integrada e sistêmica, abrangendo dimensões científicas, tecnológicas, sociais, ambientais, territoriais, econômicas e político-institucionais. Cientificamente, os institutos consolidaram agendas de pesquisa de fronteira e ampliaram a base de conhecimento fundamental. Tecnicamente, contribuíram para o desenvolvimento

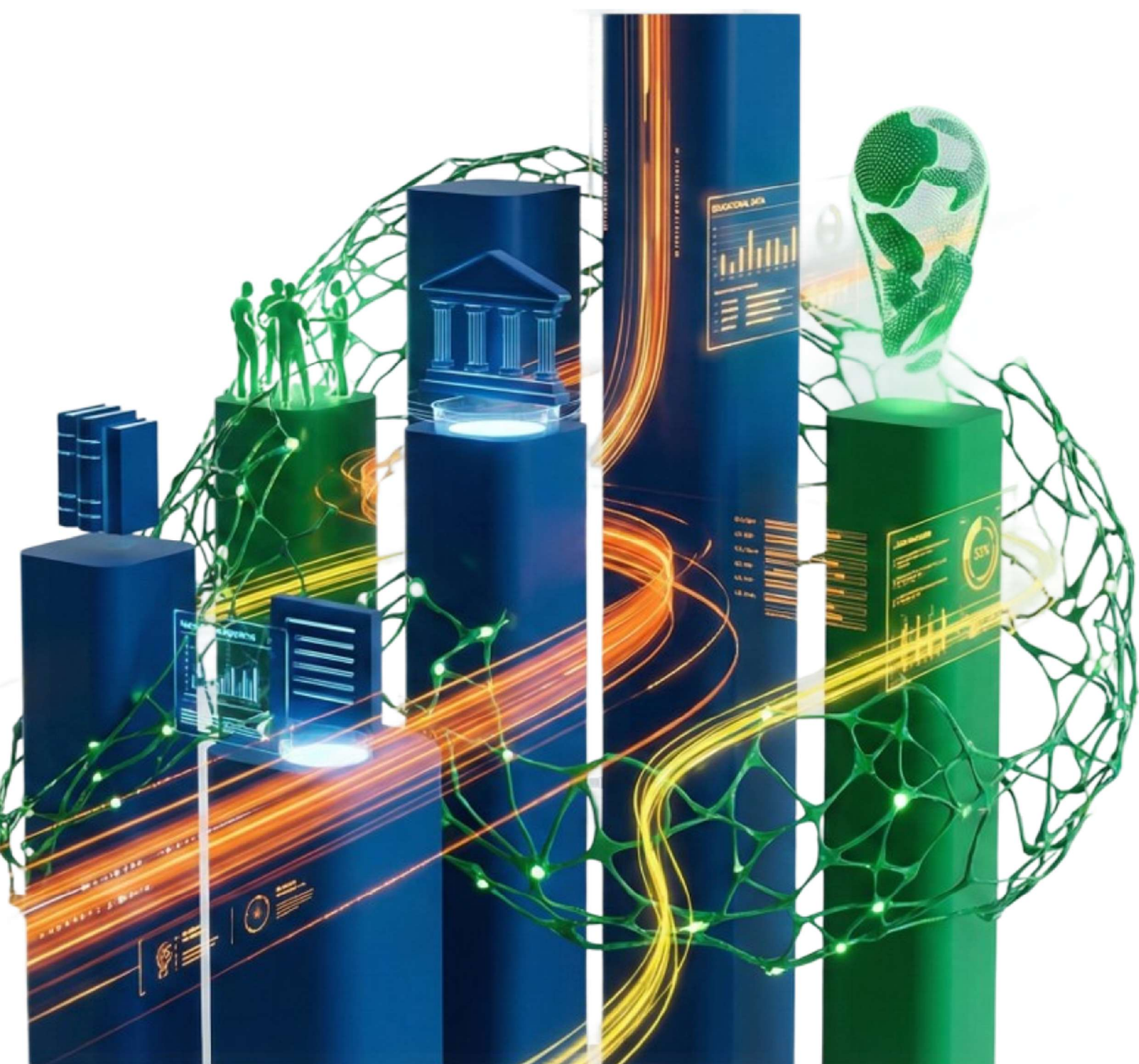
e a transferência de produtos estratégicos, como vacinas, diagnósticos, bioinsumos e plataformas digitais. Socialmente, os impactos se expressam na melhoria da resposta a problemas de saúde pública, na conservação da biodiversidade, na inclusão científica e na capacitação de comunidades e gestores. No plano ambiental e territorial, destacam-se contribuições diretas à gestão de biomas, restauração ecológica e uso sustentável de recursos naturais. Politicamente, os INCTs atuaram como instâncias qualificadas de assessoramento técnico, subsidiando políticas públicas, marcos regulatórios e estratégias nacionais.

Em síntese, os INCTs da área de Ciências Biológicas apresentam elevado grau de maturidade científica, ampla diversidade temática e forte capacidade de geração de valor público, articulando ciência básica de fronteira, inovação tecnológica, formação avançada e contribuição direta a políticas públicas. Seus impactos abrangem saúde, bioeconomia, conservação da biodiversidade e soberania científica, ao mesmo tempo em que evidenciam desafios estruturais relacionados à sustentabilidade de grandes infraestruturas, à previsibilidade do financiamento e à redução de assimetrias regionais, aspectos centrais para a consolidação do Programa como política de Estado.

Diferencial estruturante: ampla diversidade temática, elevada maturidade científica e forte capacidade de geração de valor público, articulando ciência básica de fronteira, inovação tecnológica e contribuição direta a políticas públicas.

Principal risco identificado: elevado custo e complexidade de manutenção de grandes infraestruturas científicas e biológicas, associados à instabilidade de financiamento e à concentração regional de capacidades.

5.6. Ciências Humanas, Sociais Aplicadas e Educação



Os Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia (INCTs) da área de Ciências Humanas, Sociais Aplicadas e Educação configuram um conjunto estratégico para o Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação, ao articular produção acadêmica de excelência, formação de recursos humanos, desenvolvimento de infraestruturas informacionais e contribuição direta à formulação e avaliação de políticas públicas. A área reúne dez INCTs ativos, com forte diversidade temática, abrangendo estudos urbanos e direito à cidade, antropologia contemporânea, arqueologia e patrimônio, políticas públicas e desenvolvimento, democracia digital e comunicação, dinâmicas socioambientais, estudos internacionais, administração de conflitos e psicologia do comportamento, cognição e ensino.

Do ponto de vista da produção científica e formativa, os INCTs da área apresentam desempenho expressivo e contínuo. O conjunto declara 14.084 produções consolidadas, incluindo artigos, livros, capítulos, relatórios técnicos e materiais de divulgação científica, além de uma formação robusta de recursos humanos, com 533 doutorados, 1.031 mestrados, 733 iniciações científicas e 157 pós-doutorados no período analisado. Essa produção é sustentada por redes amplas e qualificadas, como exemplificado pelo INCT Observatório das Metrópoles, com 4.321 publicações, pelo INCT de Políticas Públicas, Estratégias e Desenvolvimento, com 3.033 publicações, e pelo INCT Brasil Plural, com 1.880 registros, entre outros.

A infraestrutura científica e informacional constitui um dos principais ativos da área. Os INCTs operam plataformas digitais, repositórios, observatórios, bancos de dados e sistemas geoespaciais que funcionam como bens públicos de conhecimento, com milhões de acessos acumulados. Destacam-se iniciativas como a Plataforma Capivara e a Summa Arqueológica, o Portal Geometrópoles, o DataHAB.Rio, a Plataforma INCT-Odisseia, observatórios eleitorais e painéis de monitoramento da desinformação, além de plataformas educacionais e softwares instrucionais desenvolvidos pelo INCT de Comportamento, Cognição e Ensino. Essas infraestruturas ampliam a capacidade analítica do Estado, fortalecem a transparência e sustentam políticas baseadas em evidências.

No que se refere à inserção territorial e articulação federativa, os INCTs da área apresentam capilaridade nacional, com núcleos e parcerias distribuídos nas cinco

regiões do país. Há atuação direta em contextos urbanos metropolitanos, territórios indígenas e quilombolas, regiões semiáridas, áreas de fronteira ambiental e municípios de diferentes portes. A cooperação com prefeituras, governos estaduais, ministérios e órgãos federais, como Ministério das Cidades, Ministério da Saúde, INCRA, FUNAI, IBGE, IPEA, TSE, TCU e AGU, evidencia a capacidade dessas redes de dialogar com diferentes escalas de governo e de incidir em políticas públicas concretas.

A inserção internacional também se mostra consistente, com parcerias acadêmicas, projetos comparativos, mobilidade de pesquisadores e participação em redes e consórcios internacionais. Os INCTs mantêm cooperação com universidades e centros de pesquisa da América Latina, América do Norte e Europa, ampliando a circulação de metodologias, dados e análises comparativas, além de fortalecer a soberania científica nacional em temas sensíveis como democracia, governança digital, políticas públicas, meio ambiente e patrimônio cultural.

Os impactos dos INCTs da área manifestam-se de forma integrada nas dimensões científica, social, territorial, ambiental, educacional e político-institucional. Cientificamente, os institutos consolidaram agendas de pesquisa de longo prazo, com elevada produção e formação qualificada. Socialmente, destacam-se ações de inclusão e restituição do conhecimento a comunidades indígenas, quilombolas e territórios vulnerabilizados, por meio de laudos antropológicos, cartografias sociais, exposições, cursos e materiais educativos. No plano territorial, os INCTs contribuíram para políticas urbanas, ambientais e de desenvolvimento regional, com diagnósticos aplicados, projetos de adaptação climática em 50 municípios, monitoramento socioambiental e apoio à institucionalização de zonas especiais de interesse social. Politicamente, os impactos se expressam na assessoria técnica a órgãos públicos, na produção de evidências para decisões judiciais e regulatórias, e no fortalecimento da governança democrática e da integridade informacional. Esses resultados evidenciam o papel dos INCTs como infraestruturas de inteligência pública, capazes de transformar conhecimento científico em valor público e orientar políticas de Estado.

Em síntese, os INCTs da área de Ciências Humanas, Sociais Aplicadas e Educação atuam como infraestruturas de inteligência pública, produzindo dados, análises e

evidências fundamentais para a formulação, avaliação e aprimoramento de políticas públicas. Seus impactos extrapolam a esfera acadêmica, contribuindo diretamente para a governança democrática, a redução de desigualdades, a gestão territorial e a integridade informacional, reforçando o papel do Programa INCT como instrumento estratégico para o fortalecimento das capacidades institucionais do Estado brasileiro.

Diferencial estruturante: atuação como infraestruturas de inteligência pública, com elevada capacidade de produzir dados, análises e evidências para a formulação, avaliação e aprimoramento de políticas públicas.

Principal risco identificado: subvalorização institucional dessas contribuições no sistema de fomento e fragilidade no financiamento contínuo de plataformas informacionais, observatórios e bases de dados públicas.

5.7. Ecologia e Meio Ambiente



A área de Ecologia e Meio Ambiente reúne Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia com atuação estratégica em temas críticos para a sustentabilidade, a soberania científica e a governança ambiental do país. No ciclo avaliado, a área é representada por dois INCTs, o INCT da Criosfera e o INCT de Ciências Forenses, cujas atuações, embora distintas em natureza disciplinar, apresentam elevada complementaridade em termos de impactos ambientais, territoriais, tecnológicos e político-institucionais.

Os INCTs da área concentram-se em agendas de alta relevância nacional e internacional, incluindo monitoramento ambiental de larga escala, mudanças climáticas, pesquisa polar, governança de territórios estratégicos, perícia ambiental, segurança pública e rastreabilidade de cadeias produtivas. Essa configuração evidencia uma área fortemente orientada à produção de evidências científicas aplicadas, com interface direta com políticas públicas, regulação estatal e compromissos internacionais assumidos pelo Brasil.

Do ponto de vista da produção científica, os achados indicam um conjunto consolidado de 926 publicações, sendo 539 atribuídas ao INCT da Criosfera e 387 ao INCT de Ciências Forenses, além de volumes especiais, relatórios técnicos e produção de dados primários de alto valor estratégico. A produção científica sustenta agendas estruturantes, como a compreensão de processos climáticos e ambientais em regiões polares, o monitoramento de ecossistemas sensíveis e o desenvolvimento de métodos científicos aplicados à perícia ambiental e criminal.

No campo da inovação tecnológica, os INCTs apresentaram resultados expressivos, com 16 depósitos de propriedade intelectual, desenvolvimento de módulos automatizados de monitoramento ambiental, sistemas de geração e otimização de energia renovável, dispositivos portáteis para análises laboratoriais, softwares de rastreabilidade e plataformas digitais aplicadas à investigação forense e ao controle ambiental. Esses resultados indicam a capacidade da área de converter conhecimento científico em soluções tecnológicas com aplicação direta no setor público e potencial de transferência para o setor produtivo.

A formação de recursos humanos constitui um eixo central da atuação da área. Os INCTs formaram 73 doutores, 89 mestres e 14 pós-doutores, além de mobilizarem centenas de pesquisadores, técnicos e estudantes em atividades de pesquisa, expedições científicas, laboratórios multiusuários e ações de extensão. A elevada proporção de pesquisadores doutores evidencia a maturidade científica da área e sua capacidade de liderar agendas de pesquisa de longo prazo em temas ambientalmente sensíveis e logisticamente complexos.

No que se refere às infraestruturas científicas e capacidades estratégicas, os INCTs da área operam ativos de relevância nacional, como redes pedoclimáticas com dezenas de sítios na Antártica, Andes e Ártico, módulos automáticos de monitoramento ambiental, bancos de solos e biobancos genéticos com amostras das cinco regiões do país. Essas infraestruturas sustentam tanto a pesquisa científica de fronteira quanto a prestação de serviços técnicos ao Estado, ampliando a capacidade nacional de monitoramento ambiental, resposta a eventos extremos e atuação em áreas remotas.

A inserção internacional é um traço distintivo da área. Os INCTs mantêm cooperação científica com instituições e agências de diversos países, participam de fóruns e consórcios internacionais e contribuem para a presença brasileira em arenas estratégicas, como a governança polar e a cooperação científica antártica. Essas parcerias fortalecem a soberania científica nacional, ampliam o acesso a infraestruturas internacionais e posicionam o Brasil como produtor relevante de conhecimento ambiental em escala global.

Os impactos dos INCTs da área de Ecologia e Meio Ambiente manifestam-se de forma multidimensional, abrangendo dimensões científicas, ambientais, tecnológicas, sociais, territoriais e político-institucionais. Cientificamente, os institutos consolidaram agendas de pesquisa essenciais para a compreensão das mudanças climáticas, dos ecossistemas polares e dos processos ambientais extremos. Ambientalmente, os impactos incluem a geração de dados e indicadores que subsidiam políticas de adaptação e mitigação climática, conservação ambiental e gestão de riscos. Tecnicamente, destacam-se soluções de monitoramento, rastreabilidade e perícia ambiental aplicadas à fiscalização, à segurança pública e à governança

territorial. No plano territorial e institucional, os INCTs ampliaram a presença do Estado em áreas estratégicas, reforçando a soberania nacional e qualificando a formulação e a implementação de políticas públicas ambientais, climáticas e de segurança.

Em síntese, os INCTs da área de Ecologia e Meio Ambiente operam como infraestruturas científicas essenciais para a produção de evidências ambientais, o monitoramento de territórios estratégicos e o enfrentamento das mudanças climáticas. Seus resultados sustentam políticas públicas ambientais, climáticas e de segurança, ao mesmo tempo em que reforçam a soberania científica nacional em agendas sensíveis de alcance global.

Diferencial estruturante: produção de evidências científicas críticas para o monitoramento ambiental, a governança territorial e o enfrentamento das mudanças climáticas, com forte inserção internacional e logística especializada.

Principal risco identificado: alta dependência de financiamento contínuo e de estruturas logísticas complexas, especialmente em contextos de instabilidade institucional e restrição orçamentária.

6. O que o mapeamento das Redes Científicas Revelam sobre o Programa INCT

As leituras sistêmicas apresentadas neste capítulo têm como base as análises detalhadas das redes científicas efetivamente constituídas pelos 104 dos Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia avaliados, realizadas por grande área do conhecimento no âmbito do processo de avaliação dos INCTs. Essas análises contemplaram padrões de colaboração, produção científica, articulação institucional e inserção internacional dos 104 INCTs, constituindo a base empírica do exercício avaliativo para a identificação de convergências, assimetrias e desafios estruturais à atuação e à organização dessas redes científicas.

A análise das redes científicas dos 104 INCTs avaliados foi conduzida a partir de uma abordagem metodológica integrada, que combina o mapeamento relacional das redes com a leitura qualitativa dos Resumos Executivos por área. Essa articulação permite ir além de descrições métricas, interpretando padrões de cooperação, centralidade, capilaridade territorial e inserção internacional à luz das agendas científicas, trajetórias institucionais e impactos dos institutos. A leitura integrada revela a heterogeneidade dos 104 INCTs, respeitando especificidades disciplinares e territoriais, ao mesmo tempo em que evidencia convergências sistêmicas relevantes. Assim, este capítulo funciona como ponte analítica entre os resultados empíricos por área e as interpretações sistêmicas e recomendações de política pública apresentadas posteriormente.

6.1.O mapeamento de redes como lente estratégica da avaliação

O mapeamento das redes científicas dos INCTs evidencia como essas redes foram construídas, mantidas e transformadas ao longo do tempo pelos próprios institutos, refletindo decisões científicas, estratégias de articulação institucional e condições de financiamento e governança.

Diferentemente de abordagens avaliativas centradas exclusivamente em produtos individuais ou indicadores agregados, a análise das redes permite observar como o conhecimento circula dentro e entre os INCTs, quais instituições exercem papéis de coordenação, como se estruturam os núcleos centrais e as periferias das redes, e de que modo essas configurações influenciam a capacidade dos institutos de sustentar agendas científicas complexas.

Ao observar padrões de cooperação, centralidade institucional, conectividade entre áreas e distribuição territorial das interações científicas, o mapeamento das redes revela capacidades sistêmicas que não são capturadas por métricas tradicionais. Essas redes expressam, simultaneamente, o grau de maturidade científica das áreas, os efeitos acumulados do investimento público continuado e as fragilidades decorrentes da descontinuidade institucional e financeira.

Nesse sentido, o mapeamento de redes não é tratado como um recurso analítico complementar, mas como um registro empírico das capacidades coletivas efetivamente produzidas pelos INCTs enquanto infraestruturas científicas em operação.

6.2. Análise estratégica das redes científicas dos INCTs

Esta seção apresenta as análises estratégicas das redes científicas construídas pelos dos Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia, realizadas por grande área do conhecimento. Essas análises constituem o núcleo empírico do processo de avaliação dos INCTs, ao revelar como os 104 INCTs se estruturaram como redes de colaboração, quais padrões de colaboração predominaram e como essas configurações impactaram na sua capacidade de produzir conhecimento, formar recursos humanos e incidir sobre agendas estratégicas.

As análises estão organizadas segundo sete grandes áreas do conhecimento, Ciências Exatas e da Terra; Engenharias, Energia e Tecnologia da Informação; Ciências Agrárias e Agronegócios; Ciências da Saúde; Ciências Biológicas, Ciências Humanas, Sociais Aplicadas e Educação; Ecologia e Meio Ambiente, e apresentam, para cada uma delas, leituras aprofundadas sobre padrões de colaboração, configuração das redes, dinâmicas institucionais, inserção internacional e desafios estruturais. Dada a complexidade e a extensão do material, cada subseção deve ser lida como uma unidade analítica autônoma, preservando, no entanto, uma lógica comum de interpretação que permite comparações e leituras transversais ao longo do capítulo.

6.2.1. ANÁLISE DAS REDES E SÍNTESE ESTRATÉGICA - INCTs – Ciências Exatas e da Terra

1. Estrutura e Funcionamento das Redes de Colaboração

A análise das redes científicas dos INCTs da área de Ciências Exatas e da Terra revela um sistema extremamente produtivo, diversificado e estratégico, porém marcado por fragmentação estrutural, alta dispersão temática e baixa conectividade média entre pesquisadores. A área reúne 29 INCTs e mais de 4.300 pesquisadores, distribuídos em subáreas que vão da matemática e física fundamental à oceanografia, mudanças climáticas, materiais avançados e tecnologias digitais.

Os dados de coautoria mostram que aproximadamente 45% dos pesquisadores apresentam grau zero de conexão nos três períodos analisados (2010–2015, 2015–2020 e 2020–2025), indicando ausência de vínculos formais de coautoria dentro das redes analisadas. Esse percentual permanece elevado ao longo do tempo, apesar do crescimento expressivo da produção científica e tecnológica.

O padrão predominante é o de redes extensas, porém pouco densas, sustentadas por núcleos centrais altamente produtivos (supernós) e uma grande periferia com baixa articulação interna. Esse desenho limita o potencial sistêmico de circulação de conhecimento, cooperação interinstitucional e construção de agendas transversais.

2. Concentração Temática, Clusters Dominantes e Assimetrias Estruturais

A dinâmica das redes evidencia forte concentração de produção e conectividade em alguns INCTs e subáreas específicas. Ao longo dos três períodos analisados, destacam-se como clusters dominantes:

- Fotônica (período inicial, como principal polo articulador);
- Física Nuclear (assume centralidade nos períodos intermediário e recente);
- Matemática, com a maior base de recursos humanos;
- Nanomateriais de Carbono, Materiais Complexos e Sistemas Complexos, como clusters tecnológicos e teórico-aplicados relevantes.

Nesses clusters concentram-se pesquisadores com altíssimo número de contribuições (acima de 2.700 produções individuais) e elevado grau de conexões, sustentando grande parte da coesão parcial do sistema. Em contraste, vários INCTs apresentam massa crítica reduzida ou redes extensas, porém pouco conectadas, mesmo em temas estratégicos como oceanografia, tecnologias ambientais e informação quântica.

As assimetrias estruturais afetam:

- a maturidade organizacional das redes;
- a capacidade de indução de cooperação transversal;
- a eficiência na formação de agendas inter-INCT;
- a transformação de excelência científica em impacto sistêmico.

3. Continuidade Temática e Baixa Convergência Semântica

A análise semântica revela alta dispersão temática, característica estrutural das Ciências Exatas e da Terra. Termos como sensoriamento remoto, mudanças climáticas, filmes finos, biodiesel, produtos naturais, laser e quimiometria permanecem recorrentes ao longo de 15 anos, indicando continuidade e consolidação científica.

O principal desafio é a baixa convergência entre agendas. As redes mostram especialização disciplinar intensa, com pouca recombinação entre subáreas como física, química, computação, geociências e matemática aplicada.

Esse padrão limita a emergência de agendas verdadeiramente integradas em áreas como:

- transição energética;
- tecnologias quânticas e digitais;
- mudanças climáticas e riscos ambientais;
- materiais avançados e indústria de base científica.

4. Potencial Mobilizador das Redes: Casos Estruturantes em Ciências Exatas e da Terra

A análise das redes, combinada aos dados de impacto, revela INCTs com capacidade mobilizadora expressiva, mas cuja atuação ainda não se traduz em integração sistêmica ampliada. Casos ilustrativos incluem:

- INCT Fotônica, estruturante no período inicial e com forte impacto tecnológico;
- INCT Física Nuclear e Aplicações, com alta centralidade e inserção internacional;
- INCT Nanomateriais de Carbono, com interface industrial robusta (CTNano/Embrapii);
- INCT Mudanças Climáticas, referência nacional e internacional em modelagem climática (BESM/IPCC);
- INCT Internet do Futuro e Engenharia de Software, com plataformas aplicadas a cidades inteligentes.

Esses INCTs demonstram que impacto científico, tecnológico e político-institucional elevado pode coexistir com redes internas concentradas, fortemente dependentes de poucos núcleos centrais. O potencial mobilizador existe, mas não se converte automaticamente em cooperação inter-INCT nem em arquitetura de rede integrada.

5. Oportunidades de Integração e Missões Temáticas

A análise das redes permite identificar convergências estratégicas ainda pouco exploradas, especialmente em eixos como:

- Clima – Oceanografia – Geociências – Modelagem computacional;
- Materiais avançados – Nanotecnologia – Energia – Indústria;
- Fotônica – Informação Quântica – Instrumentação – Saúde e Defesa;
- Matemática, Física e Computação aplicadas a sistemas complexos.

Essas convergências indicam que se deve priorizar missões científicas inter-INCT, capazes de articular competências hoje dispersas e responder a desafios nacionais

estratégicos, como soberania tecnológica, transição energética, segurança ambiental e infraestrutura científica.

6. Síntese Executiva – Ciências Exatas e da Terra

O conjunto dos INCTs de Ciências Exatas e da Terra apresenta produção científica de grande escala, alta qualificação de recursos humanos e forte relevância estratégica para o país, com impactos diretos em energia, clima, indústria, infraestrutura digital e soberania tecnológica.

Entretanto, a análise das redes evidencia desafios estruturantes: alta fragmentação, persistência de pesquisadores isolados, forte concentração de liderança em poucos clusters e baixa integração transversal entre subáreas e institutos.

A principal mensagem é clara: O sistema é altamente produtivo e estratégico, mas opera como um mosaico de redes especializadas, e não como uma rede nacional integrada.

O fortalecimento dos INCTs representa uma oportunidade decisiva para transformar excelência dispersa em capacidade sistêmica, por meio de missões inter-INCT, incentivos explícitos à cooperação e mecanismos de governança transversal.

7. Quadro Síntese – Principais Achados das Redes em Ciências Exatas e da Terra

Dimensão	Evidências-chave	Principal achado
Conectividade	~45% dos pesquisadores com grau zero	Isolamento estrutural persistente
Estrutura das redes	Núcleos fortes + periferia extensa	Impacto concentrado em poucos clusters
Clusters dominantes	Fotônica, Física Nuclear, Matemática	Forte concentração temática
Produção científica	Muito elevada (artigos, patentes, softwares)	Produção desigual e pouco integrada

Dimensão	Evidências-chave	Principal achado
Convergência temática	Baixa	Especialização excessiva
Integração inter-INCT	Limitada	Potencial estratégico subutilizado

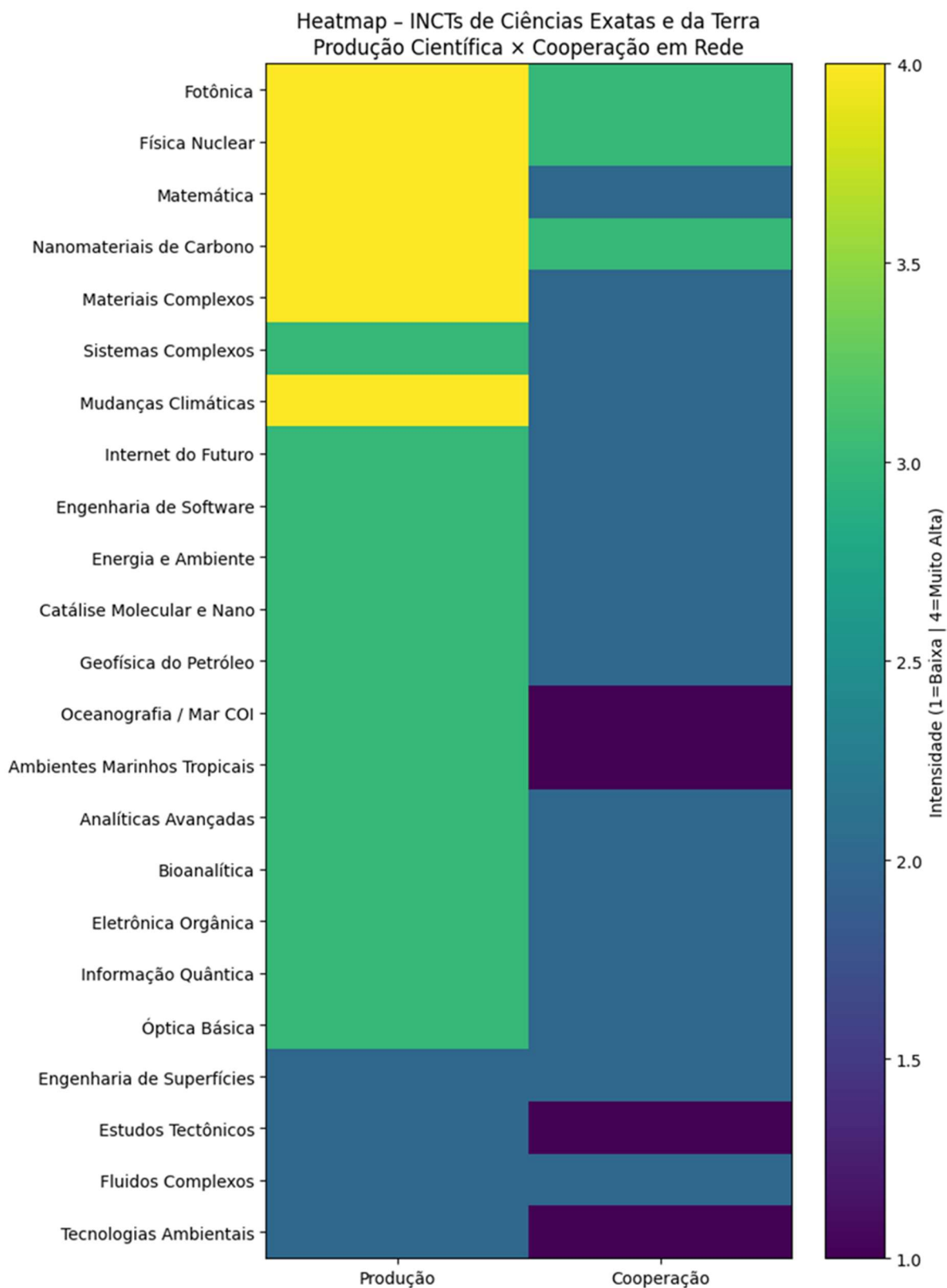
Eixo vertical (linhas): INCTs de Ciências Exatas e da Terra

Eixo horizontal (colunas):

- Produção: artigos, patentes, softwares, bases de dados, formação
- Cooperação: densidade de coautorias, grau médio, distribuição de centralidade

As cores indicam a escala de intensidade:

-  Roxo = Baixo (1)
-  Azul = Médio (2)
-  Verde = Alto (3)
-  Amarelo = Muito Alto (4)



Alta Produção × Cooperação Moderada

(quadrante dominante)

INCTs como Fotônica, Física Nuclear, Nanomateriais de Carbono e Mudanças Climáticas apresentam produção científica e tecnológica muito elevada, mas cooperação apenas média, sustentada por poucos núcleos centrais.

→ Esse padrão confirma o achado estrutural da área: o impacto é alto, mas concentrado; a cooperação não escala com a produção.

Alta Produção × Cooperação Média-Baixa

INCTs como Matemática, Materiais Complexos, Internet do Futuro e Engenharia de Software exibem grande capacidade produtiva e formação de recursos humanos, mas baixa densidade relacional interna.

→ Indica redes extensas, disciplinarmente fortes, porém pouco integradas transversalmente.

Produção Média × Cooperação Baixa

INCTs como Oceanografia / Mar COI, Ambientes Marinhos Tropicais, Estudos Tectônicos e Tecnologias Ambientais aparecem com alta relevância estratégica e territorial, mas isolamento estrutural nas redes.

→ São candidatos naturais a políticas de indução à integração, especialmente via missões inter-INCT.

O heatmap evidencia que os INCTs de Ciências Exatas e da Terra operam majoritariamente no quadrante de alta produção científica com cooperação apenas moderada, confirmando que o sistema é altamente produtivo, porém estruturalmente fragmentado.

O desafio estratégico colocado aos INCTs é transformar polos altamente produtivos em motores de articulação inter-INCT, capazes de sustentar missões nacionais em clima, energia, materiais avançados, tecnologias digitais e soberania científica.

Achados das Redes e Alinhamento à ENCTI

A análise das redes científicas dos Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia (INCTs) oferece evidências empíricas que dialogam diretamente com o aprimoramento da Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (ENCTI 2024–2034). No caso das Ciências Exatas e da Terra, a análise das redes evidencia a coexistência entre elevada capacidade científica instalada, clusters consolidados e infraestruturas estratégicas, e um padrão estrutural de fragmentação e baixa convergência transversal, que limita a transformação da excelência científica em capacidade sistêmica.

Esse diagnóstico reforça, em especial, as diretrizes do Eixo I da ENCTI, no que se refere à necessidade de instituir a integração em rede como objetivo explícito das políticas estruturantes de CT&I, com indução ativa à cooperação interinstitucional, inter-regional e interáreas, inclusive por meio de missões científicas orientadas a desafios nacionais como transição energética, mudanças climáticas e tecnologias quânticas e digitais. Ao mesmo tempo, evidencia o potencial estratégico da área para os Eixos II e III da ENCTI, ao sustentar bases científicas, infraestruturas críticas e competências essenciais à reindustrialização em novas bases e à soberania tecnológica nacional.

A incorporação estruturada desses aprendizados à ENCTI é condição fundamental para que o próximo ciclo do Programa INCT converta polos altamente produtivos em motores de articulação sistêmica, capazes de alinhar ciência básica, inovação, soberania e impacto social em torno de um projeto nacional sustentado pela ciência.

6.2.2. ANÁLISE DAS REDES E SÍNTESE ESTRATÉGICA - INCTs – Engenharias, Energias e Tecnologias da Informação

1. Estrutura e Funcionamento das Redes de Colaboração

A análise das redes científicas dos 12 INCTs da área de Engenharias, Energias e Tecnologias da Informação revela um sistema altamente produtivo, tecnologicamente estratégico e institucionalmente diverso, mas marcado por forte fragmentação interna,

elevada dispersão temática e persistente isolamento de parcela expressiva dos pesquisadores.

No período analisado (2010–2025), a área reúne 1.159 pesquisadores, responsáveis por mais de 108 mil contribuições científicas e tecnológicas. Apesar desse volume expressivo, a estrutura das redes de coautoria mostra um padrão recorrente de baixa densidade colaborativa. No período 2010–2015, cerca de 56% dos pesquisadores apresentavam grau zero de conexão; em 2015–2020, esse percentual caiu para aproximadamente 48%, voltando a crescer para cerca de 57% no período 2020–2025.

Esse comportamento indica que o crescimento da produção não foi acompanhado por fortalecimento sustentado da cooperação científica em rede, configurando um sistema baseado em núcleos de excelência altamente produtivos, cercados por uma ampla periferia de pesquisadores pouco conectados.

Mensagem-chave: O sistema é robusto, estratégico e de alto impacto, mas opera majoritariamente como um conjunto de redes paralelas, e não como uma rede nacional integrada de engenharia e tecnologia.

2. Concentração Temática e Desigualdade entre INCTs

A dinâmica das redes evidencia forte assimetria na distribuição de recursos humanos, produção e conectividade entre os INCTs da área. Alguns institutos concentram grande massa crítica e articulam os principais clusters temáticos, enquanto outros operam em escala reduzida, com menor densidade relacional.

No período 2010–2015, o cluster dominante foi claramente estruturado em torno do INCT em Medicina Assistida por Computação Científica (INCT-MACC), que sozinho reuniu 285 pesquisadores e respondeu por mais de 24 mil contribuições, funcionando como principal eixo articulador da área naquele período.

Nos períodos seguintes, observa-se uma redistribuição parcial da centralidade, com clusters relevantes emergindo em torno de:

- Energia Elétrica e Geração Distribuída (2015–2020);

- Energias Oceânicas e Fluviais, Energia Elétrica e Tecnologias GNSS (2020–2025).

Apesar dessa diversificação, a análise revela que a liderança científica e a conectividade permanecem concentradas em poucos INCTs, enquanto institutos menores (como Sistemas Autônomos Cooperativos ou Tecnologias Ecoeficientes) apresentam redes mais frágeis e menor capacidade de articulação sistêmica.

Essa assimetria impacta diretamente:

- a maturidade organizacional das redes;
- a capacidade de indução à cooperação inter-INCT;
- o aproveitamento coletivo de infraestruturas complexas;
- a circulação transversal de competências tecnológicas.

3. Continuidade Temática, Alta Dispersão Semântica e Baixa Convergência

A análise semântica evidencia alta dispersão temática, característica estrutural da grande área de Engenharias, Energias e Tecnologias da Informação. As nuvens de palavras dos três períodos analisados mostram forte recorrência de termos como realidade virtual, elementos finitos, processamento de sinais, eletrônica de potência, concreto, cardiologia e otimização topológica, indicando continuidade e consolidação de agendas especializadas ao longo de quinze anos.

Esse padrão sustenta a excelência técnica da área, mas também revela baixa convergência entre subáreas como engenharia elétrica, computação, energia, saneamento, robótica, materiais avançados e tecnologias da informação. A cooperação tende a ocorrer dentro de clusters altamente especializados, e não como recombinação transversal entre institutos.

Diferentemente das Ciências Agrárias, onde a baixa renovação temática é o principal desafio, nas Engenharias o problema central é a fragmentação excessiva, que dificulta a construção de agendas integradas em temas estratégicos como:

- transição energética;

- soberania tecnológica;
- digitalização industrial;
- infraestrutura crítica;
- saúde e tecnologias habilitadoras.

4. Potencial Mobilizador das Redes: Um Exemplo Estruturante

O caso do INCT em Medicina Assistida por Computação Científica (INCT-MACC) é ilustrativo do potencial e dos limites do modelo atual. O instituto apresenta:

- elevada produção científica e tecnológica;
- forte articulação com supercomputação, IA e saúde;
- desenvolvimento de plataformas, softwares e aplicações clínicas;
- alta inserção em políticas públicas de saúde e inovação.

Entretanto, a análise das redes mostra que esse impacto decorre de um núcleo altamente concentrado, e não de uma integração ampliada com os demais INCTs da área. A maior parte dos pesquisadores externos ao cluster principal mantém baixa conectividade, e não há efeito sistêmico significativo de transbordamento para outras redes.

Situação análoga é observada em INCTs como Energia Elétrica, Geração Distribuída e Terras Raras (INCT-PATRIA): impacto tecnológico elevado, forte articulação setorial, mas cooperação concentrada em poucos atores centrais.

O exemplo reforça o achado central: impacto científico e tecnológico não se converte automaticamente em integração em rede.

5. Oportunidades de Integração e Missões Temáticas

A análise combinada do Relatório de Redes e do Resumo Executivo aponta convergências estratégicas ainda pouco exploradas, com alto potencial de integração futura, especialmente em eixos como:

- Energia – Transição energética – Digitalização de sistemas

(Energia Elétrica ↔ Geração Distribuída ↔ Energias Oceânicas);

- Computação científica – IA – Saúde – Simulação e dados

(MACC ↔ Sistemas Autônomos ↔ Tecnologias GNSS);

- Materiais avançados – Terras raras – Indústria de alta tecnologia

(INCT-PATRIA ↔ Tecnologias Ecoeficientes);

- Saneamento – Meio ambiente – Tecnologias de monitoramento

(ETEs Sustentáveis ↔ ONDACBC ↔ Sistemas Autônomos).

Essas sinergias indicam que o próximo ciclo do Programa INCT deveria privilegiar missões inter-INCT, com foco em desafios nacionais estratégicos, articulando competências hoje dispersas e ampliando o retorno sistêmico do investimento público em engenharia e tecnologia.

6. Síntese Executiva

O conjunto dos INCTs de Engenharias, Energias e Tecnologias da Informação demonstra:

- produção científica e tecnológica de grande escala;
- forte relevância estratégica para energia, saúde, indústria, saneamento e soberania tecnológica;
- infraestrutura científica e tecnológica complexa e distribuída;
- capacidade comprovada de interação com políticas públicas e setores produtivos.

Entretanto, enfrenta desafios estruturantes:

- persistência de altos percentuais de pesquisadores isolados;
- forte concentração de liderança científica em poucos INCTs;

- baixa transversalidade temática;
- integração inter-INCT limitada.

Mensagem central: O sistema é altamente produtivo e estratégico, mas não integrado.

O próximo ciclo do Programa INCT pode transformar polos de excelência em uma rede nacional articulada, orientada por missões tecnológicas e desafios estratégicos do país.

7. Quadro Síntese – Principais Achados da Análise das Redes em Engenharias, Energias e Tecnologias da Informação

Dimensão	Evidências-chave	Principal achado
Conectividade das redes	~56% (2010–2015) → ~48% (2015–2020) → ~57% (2020–2025) com grau zero	Isolamento estrutural persistente
Estrutura das redes	Núcleos muito fortes + periferia extensa	Impacto concentrado
Clusters dominantes	MACC; Energia Elétrica; Geração Distribuída	Forte assimetria institucional
Produção científica	>108 mil contribuições	Produção muito alta, pouco integrada
Temas e agendas	Alta dispersão semântica	Baixa convergência transversal
Integração inter-INCT	Limitada	Potencial mobilizador subutilizado

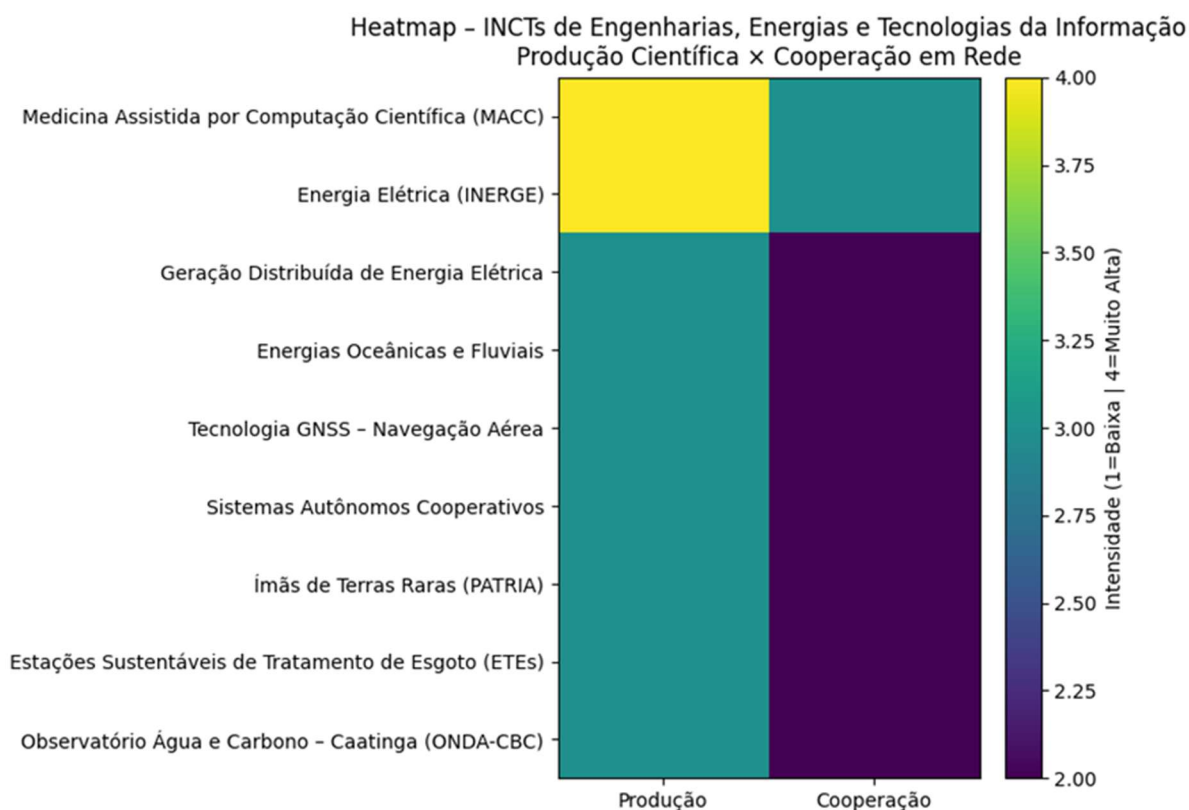
Eixo vertical (linhas): INCTs de Engenharias, Energias e Tecnologias da Informação

Eixo horizontal (colunas):

- Produção: artigos, patentes, softwares, protótipos, plataformas, infraestrutura e formação
- Cooperação: coautorias internas, grau médio, densidade da rede, distribuição de centralidade

As cores indicam a escala de intensidade:

- Roxo = Baixo (1)
- Azul = Médio (2)
- Verde = Alto (3)
- Amarelo = Muito Alto (4)



Alta Produção x Cooperação Moderada-Alta

INCT-MACC e INCT de Energia Elétrica (INERGE)

- Polos estruturantes da área
- Elevadíssimo volume de produção científica e tecnológica
- Cooperação existe, mas concentrada em núcleos centrais (“supernós”)

→ Função sistêmica: motores de excelência e inovação

→ Risco: dependência excessiva de poucos INCTs para articular a área

Produção Alta/Média × Cooperação Média

Geração Distribuída, Energias Oceânicas e Fluviais, Tecnologia GNSS,

Sistemas Autônomos, Terras Raras (PATRIA), ETEs Sustentáveis, ONDA-CBC

- Produção científica e tecnológica consistente
- Forte impacto aplicado e setorial
- Cooperação interna limitada, com muitos pesquisadores periféricos

→ Leitura central: o impacto tecnológico não escala automaticamente como cooperação em rede.

O heatmap evidencia que os INCTs de Engenharias, Energias e Tecnologias da Informação apresentam alta produção científica e tecnológica, mas cooperação estruturalmente limitada, concentrada em poucos polos.

O desafio estratégico do próximo ciclo do Programa INCT pode converter excelência produtiva em articulação sistêmica, promovendo missões inter-INCT em transição energética, saúde digital, materiais estratégicos, saneamento e soberania tecnológica.

Achados das Redes e Alinhamento à ENCTI

A análise das redes científicas dos Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia (INCTs) nas áreas de Engenharias, Energias e Tecnologias da Informação evidencia elevada capacidade de produção científica e tecnológica, associada a impactos diretos em setores estratégicos como energia, saneamento, saúde digital, indústria e infraestrutura crítica. Ao mesmo tempo, os achados revelam um padrão estrutural persistente de fragmentação interna, com forte concentração de conectividade em poucos institutos e elevada proporção de pesquisadores com baixa ou nula inserção relacional, limitando a transformação da excelência produtiva em capacidade sistêmica.

Esse diagnóstico dialoga diretamente com as diretrizes do Eixo I da Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (ENCTI), ao evidenciar a necessidade de

induzir a integração em rede como objetivo explícito das políticas estruturantes de CT&I, com estímulos à cooperação interinstitucional, inter-regional e interáreas, superando a lógica de redes paralelas. Ao mesmo tempo, os resultados apontam o elevado potencial estratégico da área para os Eixos II e III da ENCTI, ao sustentar bases científicas, infraestruturas tecnológicas e competências essenciais à reindustrialização em novas bases, à soberania tecnológica e à inovação orientada a missões.

6.2.3. ANÁLISE DAS REDES E SÍNTESE ESTRATÉGICA - INCTs – Ciências Agrárias e Agronegócios

1. Estrutura e Funcionamento das Redes de Colaboração

A análise das redes científicas dos INCTs de Ciências Agrárias revela um conjunto robusto em termos de produção, impacto tecnológico e inserção territorial, mas ainda marcado por fragmentação interna, baixa conectividade e assimetrias estruturais significativas.

Os dados mostram que, embora haja elevada produtividade científica, metade dos pesquisadores atua sem qualquer conexão de coautoria dentro de suas próprias redes, configurando um padrão crescente de isolamento.

Entre 2010 e 2015, 38% dos pesquisadores apresentavam grau zero (não possuem vínculos de coautoria dentro da rede analisada); entre 2020 e 2025, o percentual sobe para 50%.

Esse movimento demonstra que, mesmo com aumento da produção, a cooperação científica não acompanhou o crescimento do sistema, reforçando a existência de ilhas de excelência em vez de uma rede nacional plenamente articulada.

2. Concentração Temática e Desigualdade entre INCTs

A dinâmica das redes evidencia forte concentração de produção e conectividade em alguns INCTs.

Nos dois primeiros períodos analisados, o cluster dominante é o de Ciência Animal, no período mais recente, a centralidade passa ao INCT do Café.

Nesses clusters, encontram-se pesquisadores com até 1.700 contribuições, refletindo grande peso de poucos “supernós” na sustentação das redes.

Em contraste, outros INCTs apresentam massa crítica reduzida (como Semioquímicos, com apenas 13 pesquisadores) ou redes extensas, porém pouco conectadas, como o INCT de Microrganismos, com 242 integrantes distribuídos de forma heterogênea.

Essa assimetria influencia:

- a capacidade de atuação colaborativa;
- a maturidade organizacional das redes;
- a efetividade de ações transversais;
- e o potencial de transferência de tecnologia.

3. Continuidade Temática e Baixa Renovação de Temas

As visualizações de conteúdo demonstram baixa renovação temática ao longo de 15 anos.

Termos como café, citros, bovinos, sementes, digestibilidade e melhoramento genético permanecem centrais em todos os períodos, indicando alta especialização e estabilidade, mas pouca diversificação ou interdisciplinaridade, especialmente em áreas emergentes como agricultura digital, biotecnologia avançada, bioeconomia e clima.

Esse padrão reforça a necessidade de renovação das agendas temáticas para novas contribuições científicas, alinhando-as às demandas contemporâneas da agricultura brasileira.

4. Potencial Mobilizador das Redes: Um Exemplo Estruturante

O documento das redes acrescenta uma visão crítica essencial ao interpretar casos de grande impacto.

O INCT Microrganismos Promotores do Crescimento de Plantas (MPCPAgro/Embrapa) exemplifica isso de maneira contundente.

Os dados do INCT mostram forte impacto tecnológico e territorial:

- mais de 40 milhões de hectares atendidos por bioinsumos;
- 23 estirpes e 14 produtos comerciais registrados;
- 33 laboratórios integrados à plataforma BioAS;
- forte aderência a políticas públicas (Plano ABC+, Fertilizantes, Bioinsumos).

Entretanto, as redes revelam que esse impacto decorre de núcleos centrais altamente produtivos, e não de uma rede amplamente conectada. A maior parte dos pesquisadores da rede apresenta baixas interações internas, com vários grupos periféricos e poucos atores concentrando o fluxo de produção e articulação.

Este exemplo mostra que:

- o potencial mobilizador existe e é expressivo,
- mas não se transforma automaticamente em integração inter-INCT ou num processo de colaboração sistêmica.

5. Oportunidades de Integração e Missões Temáticas

A análise das redes permite identificar convergências fortes entre INCTs com alto potencial de integração futura, especialmente em eixos como:

- solos–plantas–animais–GEE (Microrganismos ↔ Ciência Animal ↔ Leite);
- genômica de culturas perenes (Citros ↔ Café);
- soluções biológicas integradas (Microrganismos ↔ Semioquímicos);
- bioeconomia e carbono (Microrganismos ↔ Amazônia).

Essas sinergias sugerem que o próximo ciclo do Programa INCT deve privilegiar projetos de missão inter-INCT, capazes de articular competências hoje ainda dispersas.

6. Síntese Executiva

O conjunto dos INCTs de Ciências Agrárias demonstra:

- excelência científica consolidada,
- elevada produção e impacto tecnológico,
- forte aderência às políticas públicas, e
- ampla territorialidade.

Mas enfrenta desafios estruturantes:

- crescimento do isolamento entre pesquisadores;
- baixa transversalidade entre INCTs;
- concentração de liderança em poucos grupos;
- lacunas temáticas emergentes (clima, digitalização, bioeconomia).

A principal mensagem é clara:

O sistema é potente, mas não integrado. O próximo ciclo deveria mobilizar as ilhas de excelência em torno de uma rede nacional capaz de responder aos desafios científicos, climáticos, tecnológicos e territoriais da agricultura brasileira.

7. Quadro Síntese – Principais Achados da Análise das Redes dos INCTs de Ciências Agrárias

O conjunto dos INCTs de Ciências Agrárias possui alta excelência científica e grande impacto tecnológico, mas enfrenta fragmentação interna, baixa conectividade e forte concentração na produção científica. O potencial mobilizador existe, é grande, porém precisa ser transformado em integração estruturada, transversal e mais sistêmica.

Dimensão	Evidências-Chave	Principal achado
Conectividade das Redes	38% dos pesquisadores com grau zero (2010–2015) → 50% (2020–2025). Baixa densidade de coautorias internas.	A cooperação não acompanha o crescimento da produção; percebe-se um aumento do isolamento científico.
Estrutura das Redes	Redes heterogêneas: núcleos muito fortes e periferia pouco integrada. “Supernós” concentram produção e articulação.	O impacto decorre de núcleos de excelência, não de um modelo de redes amplas e integradas.
Clusters Dominantes	Predomínio de Ciência Animal (Período 1 e Período 2) e Café (Período 3). Clusters periféricos em áreas menores (Semioquímicos, Frutos Tropicais).	Forte concentração temática e institucional, com poucos INCTs ancorando as redes.
Produção Científica	5.712 artigos, 49 patentes, 12 softwares. Números expressivos em alguns dos INCTs; menores em outros.	Produção científica muito robusta, porém, desigual e pouco conectada entre INCTs.
Temas e Agendas	Palavras-chave praticamente estáveis ao longo de 15 anos. Predomínio de temas tradicionais (café, citros, bovinos).	Há continuidade científica, mas baixa renovação temática e pouca interdisciplinaridade.
Impacto Tecnológico	Adoção em larga escala (bioinsumos, BR-CORTE, BioAS). Forte influência em políticas públicas.	O impacto tecnológico é elevado, mas não se converte automaticamente em impacto em rede.
Integração Inter-INCT	Baixa conexão entre áreas com alta sinergia (solos–plantas–animais–pragas–GEE).	Há potencial mobilizador não aproveitado entre os INCTs.
Oportunidades de Integração	Microrganismos–Ciência Animal–Leite. Citros–Café. Microrganismos–Semioquímicos–Amazônia–Microrganismos.	Numa próxima fase de investimento, seria interessante priorizar projetos de missão inter-INCT.

Quadro Síntese por INCT – Redes e Potenciais

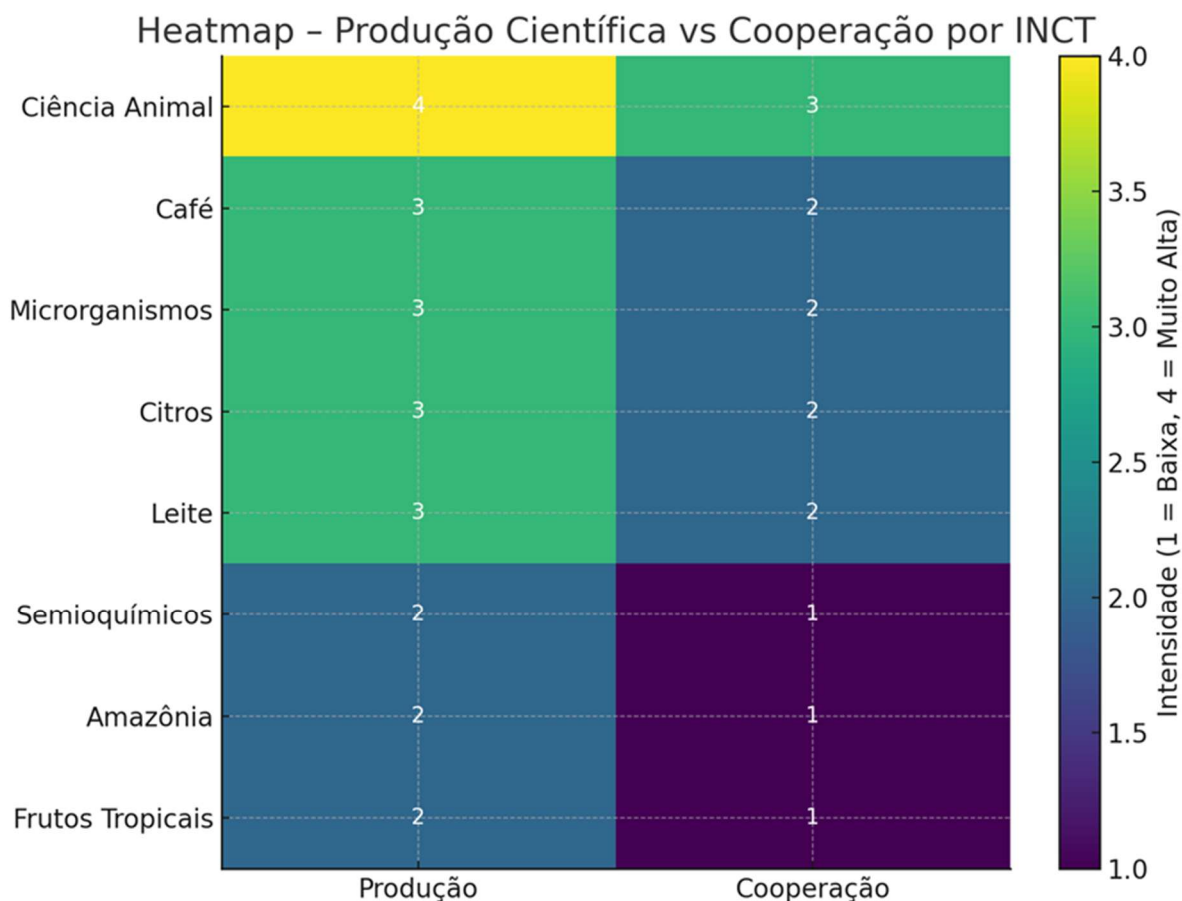
Cada INCT apresenta excelência científica, mas o padrão das redes mostra forte heterogeneidade: alguns funcionam como polos estruturantes (Ciência Animal, Café, Citros), enquanto outros operam como núcleos especializados com baixa integração (Semioquímicos, Amazônia, Frutos). O maior desafio é transformar esse conjunto em uma rede verdadeiramente interligada, capaz de alavancar sinergias estratégicas nas agendas de clima, bioeconomia, solos–plantas–animais e agricultura digital, por exemplo.

INCT	Achados da Análise das Redes	Principal achado
Ciência Animal (UFV)	Um dos clusters mais fortes nos períodos 1 e 2 (P1 e P2). Alta produção e alto grau de conectividade, mas com queda recente (35 → 26). Forte concentração em poucos pesquisadores.	Alto desempenho e forte liderança, mas dependente de poucos “supernós”. Precisa ampliar integração e diversificar a rede.
Café (UFLA)	Torna-se o cluster dominante no período 3 (P3). Boa produção e conectividade crescente. Rede organizada, porém, focada em temas tradicionais.	Evolui para polo integrador, mas precisa avançar em transversalidade e conectar-se a Citros, Semioquímicos e clima, por exemplo.
Microrganismos (Embrapa)	Maior rede (242 pesquisadores), porém, dispersa. Muitos pesquisadores periféricos ou com grau zero. Poucos núcleos concentram produção e impacto.	Potencial mobilizador enorme, mas depende de núcleos de excelência. Falta integração inter-INCT e circulação científica interna.
Citros (IAC)	Cluster relevante com grau alto (37 no período inicial). Produção consistente, rede de tamanho médio. Conexões internas razoáveis, externas baixas.	Rede sólida em genômica e fitossanidade, mas pouco integrada ao conjunto dos INCTs. Deve liderar integração com INCT Café.

INCT	Achados da Análise das Redes	Principal achado
Leite (UEL)	Boa produção, conectividade variável. Participa de clusters secundários. Baixa ligação com INCTs de solos e clima.	Alto potencial de integração com Ciência Animal e Microrganismos para agenda de GEE e sustentabilidade.
Semioquímicos (ESALQ/USP)	Rede pequena (13 pesquisadores), baixa conectividade. Alta produtividade relativa e forte impacto tecnológico.	Rede enxuta e eficiente, mas precisa crescer e integrar-se às cadeias (Citros, Café, Microrganismos).
Madeiras da Amazônia (INPA)	Rede menor, conectividade baixa. Cluster periférico, porém estratégico para carbono.	Relevância alta para clima e bioeconomia, mas integração fraca. Deve ser eixo amazônico de conexões com Microrganismos.
Frutos Tropicais	Cluster periférico, baixa densidade. Produção moderada e pouco alinhamento às redes centrais.	Importante para territorialização (NE/N), mas carece de integração temática e institucional.

As cores indicam a escala de intensidade:

- Roxo = Baixo (1)
- Azul = Médio (2)
- Verde = Alto (3)
- Amarelo = Muito Alto (4)



O *heatmap* representa, para cada INCT de Ciências Agrárias, a intensidade da produção científica e o nível de cooperação interna da rede.

A escala varia de 1 (Baixa) a 4 (Muito Alta).

- Eixo vertical (linhas): INCTs
- Eixo horizontal (colunas): Produção (artigos, patentes, softwares, orientações, produtos tecnológicos) e Cooperação (coautorias internas, grau médio, densidade de rede).

1) INCTs com Alta Produção e Cooperação Moderada-Alta (verde/amarelo na Produção + verde/azul na Cooperação) → Exemplos: Ciência Animal, Café, Microrganismos, Citros e Leite

Esses INCTs combinam muita produção científica com um certo nível de colaboração interna.

2) INCTs com Alta Produção e Cooperação Moderada (verde/azul) → Exemplos: Café, Microrganismos, Citros, Leite

Esses INCTs produzem muito, mas a cooperação interna poderia ser maior.

3) INCTs com Baixa Produção e Baixa Cooperação (azul + roxo) → Exemplos: Semioquímicos, Amazônia, Frutos Tropicais

Esses INCTs têm menor escala produtiva e menor integração entre pesquisadores.

O heatmap evidencia que os INCTs de Ciências Agrárias apresentam forte excelência científica em vários institutos (especialmente Ciência Animal, Café, Microrganismos, Citros e Leite), mas também grande heterogeneidade de conectividade, com três INCTs operando claramente no quadrante de baixa produção e baixa cooperação (Semioquímicos, Amazônia e Frutos Tropicais).

Isso reforça o achado principal do documento das redes: o sistema é muito produtivo, porém pouco integrado. Com este tipo de gráfico podemos identificar rapidamente padrões de assimetria: INCTs que apresentam produção muito elevada, mas baixa integração interna, redes menores com alto impacto tecnológico, porém baixa colaboração, e grupos que se consolidam como polos estruturantes de suas áreas, exercendo influência desproporcional sobre a rede.

Ao combinar esses dois indicadores, produção e cooperação, o *heatmap* revela um dos achados centrais do documento das redes:

- O sistema de INCTs das Ciências Agrárias é altamente produtivo, mas ainda não opera como uma rede integrada, apresentando fortes diferenças de densidade colaborativa entre institutos.
- A visualização reforça a necessidade de mecanismos de indução à cooperação, de projetos de missão inter-INCT e de estratégias que ampliem a circulação científica, especialmente entre áreas com alta sinergia temática (solos–plantas–animais–bioinsumos–GEE).

Achados das Redes e Alinhamento à ENCTI

Os achados da análise das redes científicas dos INCTs de Ciências Agrárias e Agronegócios evidenciam forte impacto tecnológico, elevada inserção territorial e aderência direta a políticas públicas estratégicas, como segurança alimentar, bioeconomia e mitigação das mudanças climáticas. Ao mesmo tempo, revelam um padrão persistente de isolamento de pesquisadores e concentração da produção em poucos núcleos centrais, o que limita a cooperação sistêmica, a circulação científica e a renovação temática.

Esses resultados dialogam diretamente com o Eixo I da Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (ENCTI), ao reforçar a necessidade de políticas ativas de indução à cooperação, redução de assimetrias regionais e fortalecimento de redes científicas em territórios e áreas sub-representadas.

A área ilustra, ainda, de forma exemplar, a convergência entre os Eixos II, III e IV da ENCTI, ao articular ciência básica, inovação produtiva, políticas ambientais e desenvolvimento territorial. No entanto, a transformação desse potencial em capacidade sistêmica exige maior indução à recombinação entre INCTs, integração entre cadeias científicas e produtivas e reconhecimento explícito da pesquisa básica e aplicada como pilares estruturantes da soberania alimentar, ambiental e tecnológica do país.

6.2.4.ANÁLISE DAS REDES E SÍNTESE ESTRATÉGICA - INCTs – Saúde

1. Estrutura e Funcionamento das Redes de Colaboração

A análise das redes científicas dos 15 INCTs da área de Saúde revela um sistema altamente produtivo, tecnologicamente sofisticado e central para políticas públicas, mas marcado por fragmentação estrutural, elevada dispersão temática e persistência de isolamento entre pesquisadores, mesmo em um contexto de crescimento contínuo da produção científica.

No período analisado (2010–2025), as redes da área envolveram mais de 2.100 pesquisadores, responsáveis por centenas de milhares de produtos científicos e tecnológicos. Apesar dessa escala, os indicadores de conectividade mostram que

uma parcela significativa dos pesquisadores atua sem vínculos de coautoria dentro das redes analisadas. No período 2010–2015, cerca de 49% dos pesquisadores apresentavam grau zero; em 2015–2020, esse percentual caiu levemente para 45,7%, mas voltou a crescer no período mais recente, mantendo o padrão estrutural de isolamento.

Esse comportamento evidencia que o crescimento da produção científica e tecnológica não se traduz automaticamente em fortalecimento das redes de cooperação, resultando em um sistema sustentado por núcleos altamente produtivos, cercados por uma ampla periferia de pesquisadores pouco conectados.

Mensagem-chave: O sistema de INCTs em Saúde é cientificamente robusto e estratégico para o país, mas opera predominantemente como um conjunto de ilhas de excelência, e não como uma rede nacional integrada e articulada.

2. Concentração Temática e Desigualdade entre INCTs

A dinâmica das redes evidencia forte assimetria na distribuição de produção, conectividade e liderança científica entre os INCTs da área. Alguns institutos concentram grande massa crítica e organizam os principais clusters, enquanto outros apresentam redes menores, menos densas ou com forte dispersão interna.

No período 2010–2015, o cluster dominante da área foi claramente estruturado em torno do INCT de Medicina Regenerativa, que concentrou o maior número de pesquisadores, conexões e contribuições científicas. Esse padrão se repete, com variações temáticas, nos períodos seguintes, quando emergem clusters relevantes associados a Psiquiatria e Desenvolvimento, Biomarcadores em Neuropsiquiatria, Células-Tronco, Teranóstica e Nanobiotecnologia e Avaliação de Tecnologias em Saúde.

Em contraste, outros INCTs — embora altamente relevantes do ponto de vista social, territorial ou regulatório (como Doenças Tropicais, Fitoprodutos e Inovação em Doenças Negligenciadas) — apresentam menor densidade relacional e menor capacidade de articulação sistêmica.

Essa assimetria impacta diretamente:

- a circulação de conhecimento entre subáreas da saúde;
- a integração entre pesquisa básica, translacional e aplicada;
- o aproveitamento coletivo de infraestruturas complexas (GMP, plataformas genômicas, biobancos);
- a construção de agendas inter-INCT voltadas ao SUS.

3. Continuidade Temática, Alta Dispersão Semântica e Baixa Convergência

A análise semântica das redes confirma alta dispersão temática, característica estrutural da área de Saúde. As nuvens de palavras dos três períodos analisados mostram forte recorrência de termos como epidemiologia, obesidade, diabetes, trypanosoma cruzi, doença de Chagas, biomateriais, diagnóstico e plantas medicinais, indicando continuidade e consolidação de agendas científicas ao longo de quinze anos.

Esse padrão sustenta a excelência científica da área, mas também revela baixa convergência entre agendas, com cooperação concentrada em subdomínios altamente especializados (por exemplo, medicina regenerativa, psiquiatria, nanotecnologia farmacêutica). A integração entre grandes temas estratégicos, como doenças crônicas, doenças negligenciadas, avaliação de tecnologias, inovação industrial e saúde pública, permanece limitada.

Diferentemente das Ciências Agrárias, onde o desafio central é a baixa renovação temática, na Saúde o principal entrave é a fragmentação excessiva entre subáreas, dificultando a construção de missões integradas orientadas ao sistema de saúde.

4. Potencial Mobilizador das Redes: Um Exemplo Estruturante

O INCT de Medicina Regenerativa ilustra de forma clara o potencial e os limites do modelo atual. O instituto apresenta:

- a maior rede de pesquisadores da área;
- elevada produção científica e tecnológica;

- forte infraestrutura (plataformas de iPSC, bioimpressão, unidades GMP);
- criação de startups e transferência tecnológica;
- interação intensa com ANVISA, Fiocruz e Ministério da Saúde.

Entretanto, a análise das redes mostra que esse impacto decorre de um núcleo altamente concentrado, e não de uma articulação sistêmica com os demais INCTs da área. A maior parte dos pesquisadores externos ao cluster principal mantém baixa conectividade, e não há efeito estruturante consistente de transbordamento para outras redes.

Padrão semelhante é observado em INCTs como Teranóstica e Nanobiotecnologia, Nanotecnologia Farmacêutica e Avaliação de Tecnologias em Saúde: alto impacto científico, tecnológico e regulatório, mas cooperação concentrada em poucos atores centrais.

O exemplo reforça o achado central: o impacto em saúde não se converte automaticamente em integração em rede.

5. Oportunidades de Integração e Missões Temáticas

A análise combinada do Relatório de Redes e do Resumo Executivo aponta convergências estratégicas ainda pouco exploradas, com alto potencial de integração futura, especialmente em torno de missões como:

- Doenças crônicas – Obesidade – Diabetes – Avaliação de Tecnologias em Saúde;
- Doenças negligenciadas – Fitoprodutos – Produção pública – Regulação;
- Nanotecnologia – Teranóstica – Oncogenômica – Medicina de precisão;
- Saúde mental – Neurociência – Biomarcadores – Tecnologias digitais;
- Avaliação de tecnologias – Telessaúde – Digitalização do SUS.

Essas convergências indicam que o próximo ciclo do Programa INCT poderia evoluir de um modelo centrado em institutos isolados para um modelo de missões científicas inter-INCT, com governança explícita, compartilhamento de infraestrutura e integração de dados e plataformas.

6. Síntese Executiva

O conjunto dos INCTs da área de Saúde demonstra:

- produção científica e tecnológica de grande escala;
- forte relevância para políticas públicas e para o SUS;
- infraestrutura avançada em áreas críticas (biotecnologia, terapias avançadas, avaliação tecnológica);
- capacidade comprovada de interação com regulação, indústria e serviços de saúde.

Entretanto, enfrenta desafios estruturantes:

- persistência de altos percentuais de pesquisadores isolados;
- forte concentração de liderança científica em poucos INCTs;
- baixa transversalidade temática;
- integração inter-INCT limitada.

Mensagem central: O sistema é altamente produtivo e estratégico para a saúde pública brasileira, mas não integrado.

O fortalecimento dos INCTs aponta para a transformação de polos de excelência em uma rede nacional articulada, orientada por missões em saúde, inovação e soberania tecnológica.

7. Quadro Síntese – Principais Achados da Análise das Redes de Saúde

Dimensão	Evidências-chave	Principal achado
Conectividade das redes	~49% (2010–2015) → ~45,7% (2015–2020) → crescimento recente	Isolamento estrutural persistente
Estrutura das redes	Núcleos muito fortes + periferia extensa	Impacto concentrado
Clusters dominantes	Medicina Regenerativa; Psiquiatria; Teranóstica	Forte assimetria institucional
Produção científica	Centenas de milhares de produtos	Produção muito alta, pouco integrada
Temas e agendas	Alta dispersão semântica	Baixa convergência transversal
Integração inter-INCT	Limitada	Potencial mobilizador subutilizado

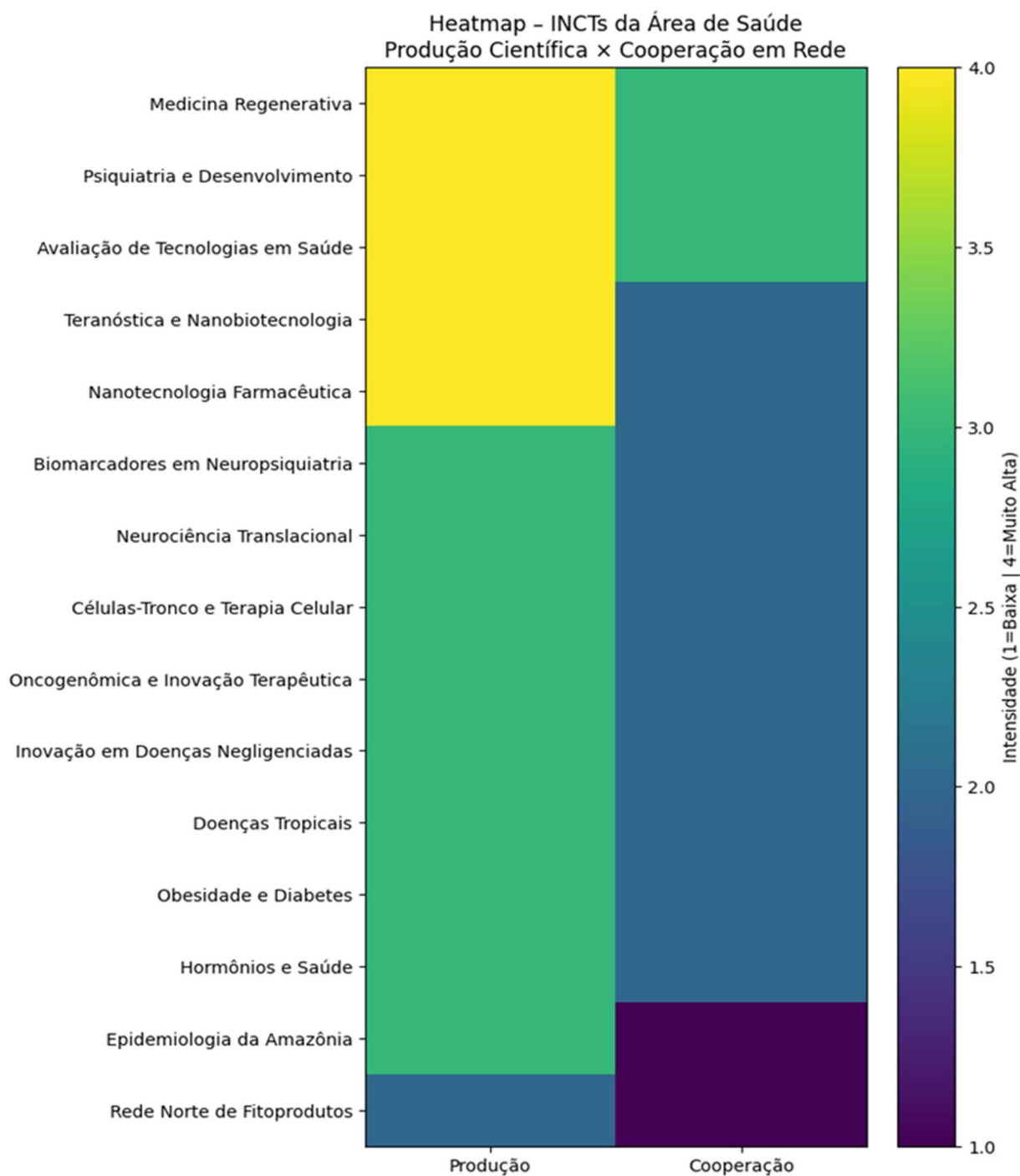
Eixo vertical (linhas): INCTs da área de Saúde

Eixo horizontal (colunas):

- Produção: artigos, patentes, plataformas, ensaios, biobancos, formação de RH
- Cooperação: coautorias internas, grau médio, densidade da rede, distribuição de centralidade

As cores indicam a escala de intensidade:

-  Roxo = Baixo (1)
-  Azul = Médio (2)
-  Verde = Alto (3)
-  Amarelo = Muito Alto (4)



Alta Produção x Cooperação Moderada-Alta

Medicina Regenerativa, Psiquiatria e Desenvolvimento, Avaliação de Tecnologias em Saúde

- Polos estruturantes da área
- Produção científica e tecnológica muito elevada

- Cooperação existente, porém concentrada em núcleos centrais (“supernós”)

→ Função sistêmica: motores de inovação, regulação e políticas públicas

→ Risco: dependência excessiva de poucos INCTs para articular a área

Alta Produção × Cooperação Média

Teranóstica, Nanotecnologia Farmacêutica, Biomarcadores,

Neurociência Translacional, Células-Tronco, Oncogenômica,

Doenças Negligenciadas, Doenças Tropicais, Obesidade e Diabetes, Hormônios e Saúde

- Produção consistente e impacto aplicado relevante
- Cooperação interna limitada
- Redes amplas, mas pouco densas

→ Leitura central: o impacto científico e tecnológico não escala automaticamente como cooperação em rede.

Produção Média × Cooperação Baixa

Epidemiologia da Amazônia, Rede Norte de Fitoprodutos

- Altíssima relevância territorial, social e estratégica para o SUS
- Baixa densidade relacional
- Muitos pesquisadores periféricos ou isolados

→ Leitura estratégica: candidatos prioritários a políticas de indução à cooperação inter-INCT.

O heatmap evidencia que os INCTs da área de Saúde apresentam produção científica e tecnológica de grande escala, mas cooperação estruturalmente limitada, concentrada em poucos polos.

O desafio estratégico associado aos INCTs consiste em converter excelência produtiva em articulação sistêmica, orientando redes e missões inter-INCT voltadas ao SUS, à inovação em saúde e à soberania tecnológica.

Achados das Redes e Alinhamento à ENCTI

Os achados da análise das redes dos INCTs na área de Saúde evidenciam elevada capacidade de produção científica, forte articulação com o SUS e contribuição direta à soberania sanitária nacional. As redes operam como plataformas avançadas de pesquisa, formação e inovação, mas apresentam assimetrias internas e dependência de poucos núcleos centrais, o que limita a cooperação ampliada e a circulação de conhecimento entre institutos.

Esses resultados dialogam diretamente com o Eixo I da ENCTI, ao reforçar a necessidade de fortalecer a integração em rede e reduzir desigualdades institucionais e territoriais por meio de mecanismos explícitos de indução à cooperação. No âmbito dos Eixos III e IV da ENCTI, a análise também evidencia o papel estratégico dos INCTs na formulação de políticas públicas, na preparação para emergências sanitárias e no desenvolvimento social, indicando a importância de valorizar, nos instrumentos de fomento e avaliação, dimensões de impacto social, territorial e ambiental como componentes estruturantes da CT&I.

6.2.5. ANÁLISE DAS REDES E SÍNTESE ESTRATÉGICA - INCTs – Ciências Biológicas

1. Estrutura e Funcionamento das Redes de Colaboração em Ciências Biológicas

A análise das redes científicas dos INCTs da área de Ciências Biológicas revela um sistema cientificamente robusto, diverso e de alto impacto, mas caracterizado por forte heterogeneidade estrutural e fragmentação interna. A área reúne 24 INCTs, com mais de 3.400 pesquisadores, distribuídos em diferentes subáreas, instituições e regiões do país, compondo um ecossistema amplo, porém pouco integrado.

Os dados de coautoria indicam que uma parcela significativa dos pesquisadores apresenta grau zero de conexão, ou seja, não estabelece vínculos formais de

coautoria no interior das redes analisadas. Esse padrão persiste ao longo dos três períodos estudados (2010–2015, 2015–2020 e 2020–2025), mesmo em INCTs com alta produção científica e forte inserção institucional. Tal achado sugere que o crescimento da produção científica não foi acompanhado por um fortalecimento proporcional da cooperação científica em rede.

As redes de Ciências Biológicas operam, predominantemente, a partir de núcleos centrais altamente produtivos e conectados, cercados por uma extensa periferia de pesquisadores com baixa densidade relacional. Essa configuração indica a presença de ilhas de excelência, mais do que de uma rede nacional plenamente articulada, limitando o potencial sistêmico de circulação de conhecimento, inovação e formação transversal de capacidades.

2. Concentração Temática, Clusters Dominantes e Assimetrias Estruturais

A análise estrutural das redes evidencia forte concentração de produção, conectividade e liderança científica em determinados clusters temáticos. Ao longo dos três períodos analisados, destacam-se como polos estruturantes das redes:

- INCT de Biologia Estrutural e Bioimagem
- INCT de Neuroimunomodulação
- INCT de Entomologia Molecular
- INCTs de Vacinas e Imunologia
- INCTs de doenças infecciosas e genômica médica

Esses clusters concentram pesquisadores com altíssimo número de contribuições científicas e elevado grau de conexões, funcionando como verdadeiros “supernós” que sustentam a coesão parcial das redes. Em contraste, outros INCTs apresentam grande número de pesquisadores, porém com baixa densidade de interações internas, configurando redes extensas, mas pouco articuladas.

As assimetrias também se expressam na distribuição de recursos humanos altamente qualificados. Há INCTs com centenas de doutores e forte massa crítica, enquanto outros operam com equipes reduzidas, ainda que altamente especializadas. Essa

desigualdade estrutural afeta diretamente a capacidade de articulação transversal, a maturidade organizacional das redes e o potencial de cooperação interinstitucional.

3. Continuidade Temática, Especialização e Baixa Renovação Semântica

A análise de similaridade semântica e das nuvens de palavras indica alta estabilidade temática ao longo de quinze anos. Termos como biodiversidade, taxonomia, tuberculose, *Trypanosoma cruzi*, conservação, mata atlântica e cerrado permanecem centrais nos três períodos analisados, refletindo a consolidação de agendas científicas maduras e altamente especializadas.

Essa continuidade sustenta a excelência científica e o reconhecimento internacional da área, especialmente em temas estratégicos para o país, como saúde pública, biodiversidade e doenças negligenciadas. No entanto, a baixa renovação semântica sugere limitações na incorporação de agendas emergentes transversais, como biologia de sistemas integrada, uso avançado de inteligência artificial, convergência saúde–ambiente–dados e saúde planetária.

O padrão observado indica que as redes de Ciências Biológicas operam de forma altamente especializada, com menor permeabilidade temática entre subáreas, o que reduz o potencial de recombinação científica e de resposta integrada a desafios complexos contemporâneos.

4. Potencial Mobilizador das Redes: Casos Estruturantes em Ciências Biológicas

A análise das redes permite identificar INCTs com impacto científico, tecnológico e social expressivo, cuja atuação, entretanto, não se traduz automaticamente em maior integração sistêmica das redes. Casos emblemáticos incluem:

- INCT de Biologia Estrutural e Bioimagem, com forte contribuição em diagnósticos, vacinas e infraestrutura de pesquisa em saúde;
- INCT de Vacinas, com plataformas tecnológicas estratégicas, interação com o SUS e parcerias industriais;

- INCT de Entomologia Molecular, com impacto direto em políticas públicas de controle vetorial;
- INCT Virtual da Flora e dos Fungos, referência nacional e internacional em dados abertos sobre biodiversidade.

Esses INCTs apresentam alto grau de aderência às políticas públicas, forte produção científica e resultados concretos para a sociedade. Contudo, as redes revelam que tais impactos derivam, majoritariamente, de núcleos centrais altamente organizados, enquanto parcelas significativas das redes permanecem periféricas ou pouco conectadas.

O achado central é que impacto não equivale automaticamente a integração em rede. O potencial mobilizador existe, mas depende de mecanismos explícitos de indução à cooperação transversal e inter-INCT.

5. Oportunidades de Integração e Missões Temáticas Inter-INCT

A análise integrada das redes e dos impactos revela oportunidades claras de articulação estratégica ainda pouco exploradas, especialmente em eixos como:

- Saúde, biologia molecular, imunologia e vacinologia
- Doenças infecciosas, genômica, bioinformática e SUS
- Biodiversidade, dados abertos, conservação e políticas territoriais
- Ambiente, saúde e adaptação às mudanças climáticas, com foco nos biomas brasileiros

Essas convergências sugerem que o próximo ciclo do Programa INCT em Ciências Biológicas deveria privilegiar missões científicas inter-INCT, orientadas a problemas complexos e estratégicos para o país, em lugar de estruturas excessivamente fragmentadas por especialidade.

A adoção de missões temáticas poderia transformar redes hoje paralelas em arranjos cooperativos estruturados, ampliando o retorno sistêmico do investimento público em CT&I.

6. Síntese Executiva – Ciências Biológicas

O conjunto dos INCTs de Ciências Biológicas demonstra excelência científica consolidada, elevado impacto social e forte contribuição às políticas públicas nacionais, especialmente nas áreas de saúde, biodiversidade, inovação biomédica e sustentabilidade ambiental.

Entretanto, a análise das redes evidencia desafios estruturantes: crescimento do isolamento relativo entre pesquisadores, forte concentração de liderança científica em poucos núcleos, baixa integração inter-INCT e limitada transversalidade temática.

O sistema é potente, diverso e estratégico, mas opera mais como um arquipélago de redes especializadas do que como uma rede nacional integrada. O principal desafio para o próximo ciclo do Programa INCT é converter a excelência acumulada em capacidade colaborativa sistêmica, orientada por missões científicas transversais, integradas e alinhadas aos grandes desafios nacionais.

7. Quadro Síntese – Principais Achados das Redes em Ciências Biológicas

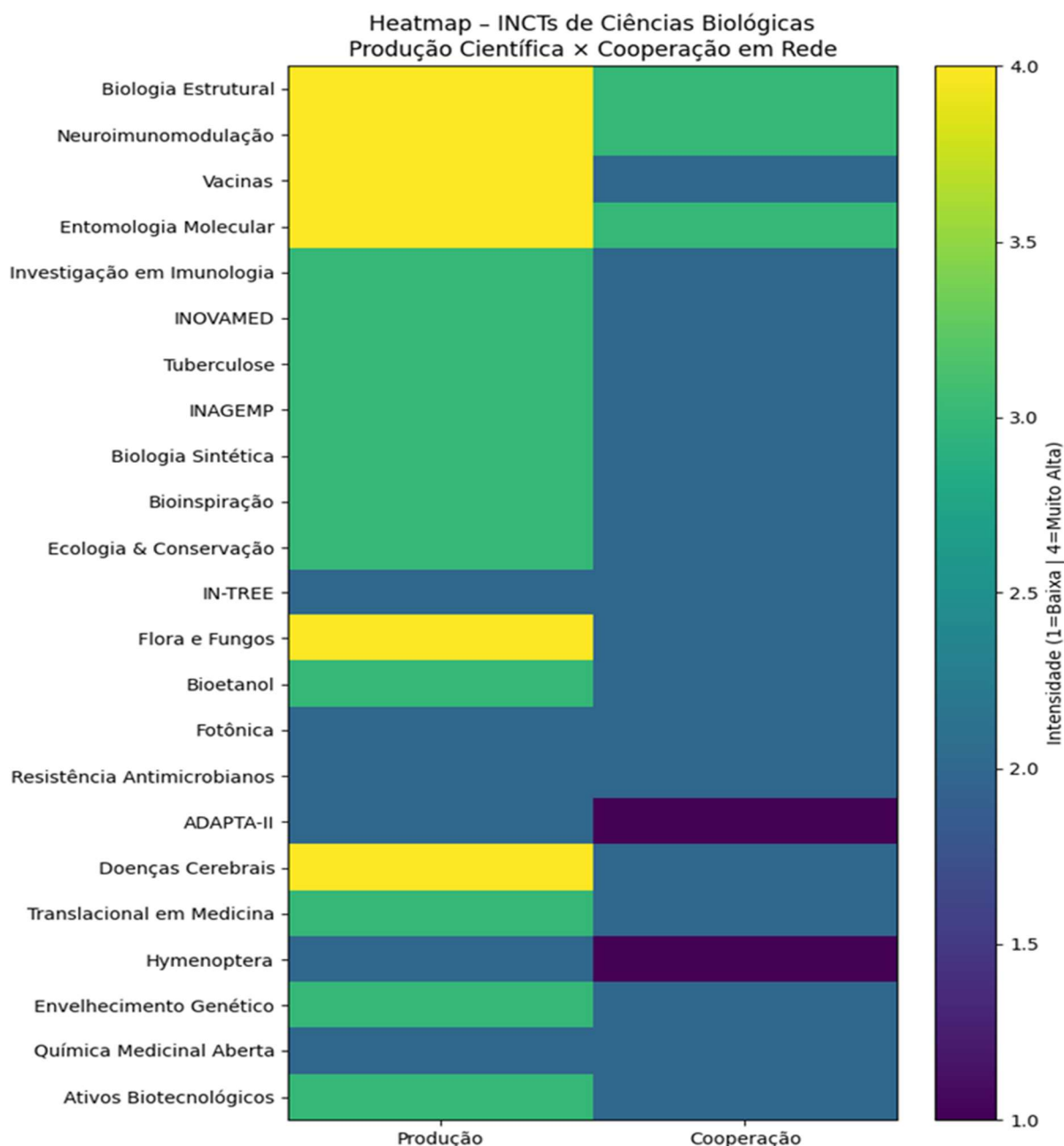
Achado central: Alta excelência científica e impacto social coexistem com fragmentação estrutural e baixa integração sistêmica.

Dimensão	Evidências-chave	Principal interpretação
Conectividade	Alto percentual de pesquisadores com grau zero	Cooperação não acompanha crescimento da produção
Estrutura das redes	Núcleos fortes + periferia extensa	Impacto concentrado em poucos grupos
Clusters dominantes	Biologia Estrutural, Neuroimunomodulação	Forte concentração temática
Produção científica	Elevada, porém desigual	Assimetrias institucionais
Renovação temática	Baixa ao longo de 15 anos	Especialização excessiva
Integração inter-INCT	Limitada	Potencial estratégico não explorado

- Produção: artigos, patentes, softwares, bases de dados, produtos tecnológicos, formação
- Cooperação: coautorias internas, grau médio, densidade da rede, centralidade distribuída.

As cores indicam a escala de intensidade:

-  Roxo = Baixo (1)
-  Azul = Médio (2)
-  Verde = Alto (3)
-  Amarelo = Muito Alto (4)



O heatmap evidencia que os INCTs de Ciências Biológicas apresentam excelência científica amplamente distribuída, mas cooperação estruturalmente limitada. A maior parte dos institutos situa-se no quadrante de alta produção com cooperação média, indicando que o impacto científico e social do sistema não se converte automaticamente em integração em rede.

O desafio estratégico associado aos INCTs consiste em transformar polos altamente produtivos em motores de articulação inter-INCT, por meio de missões temáticas, incentivos explícitos à cooperação e mecanismos de governança transversal.

INCT – Ciências Biológicas

	Produção	Cooperação
Biologia Estrutural e Bioimagem	 4	 3
Neuroimunomodulação	 4	 3
Vacinas	 4	 2
Entomologia Molecular	 4	 3
Investigação em Imunologia	 3	 2
Inovação em Medicamentos (INOVAMED)	 3	 2
Tuberculose	 3	 2
Genética Médica Populacional (INAGEMP)	 3	 2
Biologia Sintética	 3	 2
Bioinspiração	 3	 2
Ecologia, Evolução e Conservação da Biodiversidade	 3	 2
Estudos Interdisciplinares em Ecologia e Evolução (IN-TREE)	 2	 2
Virtual da Flora e dos Fungos	 4	 2
Bioetanol	 3	 2
Fotônica Aplicada à Biologia Celular	 2	 2
Pesquisa em Resistência a Antimicrobianos	 2	 2
Adaptações da Biota Aquática da Amazônia (ADAPTA-II)	 2	 1
Doenças Cerebrais, Excitotoxicidade e Neuroproteção	 4	 2
Translacional em Medicina	 3	 2
Hymenoptera Parasitóides	 2	 1
Envelhecimento e Doenças Genéticas	 3	 2
Centro de Química Medicinal de Acesso Aberto	 2	 2
Ativos Biotecnológicos – Seca e Pragas	 3	 2
Pesquisa em Resistência a Antimicrobianos	 2	 2

Achados das Redes e Alinhamento à ENCTI

Os achados da análise das redes científicas dos INCTs de Ciências Biológicas evidenciam elevado grau de maturidade científica, diversidade temática e forte inserção internacional, sustentadas por infraestruturas estratégicas e plataformas nacionais de dados e biotecnologia. Ao mesmo tempo, observa-se concentração de conectividade em poucos clusters e persistência de grupos periféricos com baixa articulação, o que limita a integração sistêmica do conjunto.

Esses resultados dialogam diretamente com o Eixo I da Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (ENCTI), ao reforçar a necessidade de indução à cooperação interinstitucional e de políticas diferenciadas para a consolidação de redes em distintos estágios de maturidade. A área apresenta, ainda, convergência direta com os Eixos II e III da ENCTI, ao sustentar cadeias estratégicas associadas à bioeconomia, à saúde, à biodiversidade e à soberania científica.

A análise das redes indica que o fortalecimento da governança de infraestruturas, dados e plataformas tecnológicas constitui condição essencial para transformar excelência científica em capacidade sistêmica orientada à inovação, à proteção da biodiversidade e ao interesse nacional.

6.2.6. ANÁLISE DAS REDES E SÍNTESE ESTRATÉGICA - INCTs – Ciências Humanas, Sociais Aplicadas e Educação

1. Estrutura e Funcionamento das Redes de Colaboração

A análise das redes científicas dos 13 INCTs da grande área de Ciências Humanas, Sociais Aplicadas e Educação revela um conjunto com alta diversidade temática e forte capacidade de impacto em políticas públicas, mas marcado por fragmentação interna e presença expressiva de pesquisadores com baixa ou nenhuma interação colaborativa. No período 2015–2020, 47,61% dos pesquisadores (677 de 1.422) apresentaram grau zero de conexão, evidenciando um padrão estrutural de isolamento em parte relevante do sistema.

Esse comportamento é reforçado pela dissociação entre volume de produção e inserção em rede: no mesmo período, o pesquisador com maior número de contribuições (732) apresentou grau de conexão baixo (4), enquanto os pesquisadores com maior grau (22) tinham produção bem menor, indicando que a capacidade de articulação em rede não é diretamente proporcional ao volume de produção.

Mensagem-chave: a área é altamente produtiva e socialmente estratégica, mas opera como um mosaico de redes temáticas com baixa densidade colaborativa média, o que reduz o potencial sistêmico de integração entre institutos, padronização de infraestruturas e circulação de capacidades.

2. Concentração Temática e Desigualdade entre INCTs

A dinâmica das redes evidencia concentração institucional e temática em clusters específicos ao longo do tempo. No período 2010–2015, o principal cluster foi composto por 31 pesquisadores que somaram 4.053 contribuições, com atuação predominantemente na área de Comportamento e Cognição, e forte presença institucional de UFSCar e USP.

No período 2015–2020, surge com força um cluster denso centrado na agenda de Democracia Digital: um grupo de 23 pesquisadores respondeu por 2.214 contribuições, sendo 21 vinculados ao INCT Democracia Digital, além de conexões com os INCTs de Estudos Comparados e Instituto da Democracia.

Esses padrões revelam assimetrias que impactam:

- a maturidade organizacional das redes;
- a capacidade de governança de plataformas e bases de dados;
- a formação de agendas transversais;
- a escala e reuso de produtos (observatórios, painéis, repositórios).

3. Continuidade Temática, Dispersão Semântica e Baixa Convergência

A análise das nuvens de palavras dos períodos 2010–2015 e 2015–2020 confirma elevada dispersão temática na grande área, com múltiplas linhas de pesquisa pouco conectadas entre si, contribuindo para assimetrias na colaboração e nos graus de conexão.

Apesar dessa dispersão, há eixos temáticos estruturantes recorrentes, com destaque para: “brasil”, “democracia”, “comunicação”, “políticas públicas”, além de termos como “amazônia”, “segurança pública”, “educação”, “relações internacionais” e “divulgação científica”, evidenciando continuidade temática ao longo do tempo.

Ao mesmo tempo, quando se observa a nuvem de palavras do cluster de Comportamento e Cognição (2010–2015), há forte densidade metodológica e temática (ex.: “aprendizagem relacional”, “equivalência de estímulos”, “controle de estímulos”, “implante coclear”, “criança”), reforçando que a coesão tende a ocorrer dentro de subdomínios, e não como convergência ampla entre INCTs.

4. Potencial Mobilizador das Redes: Um Exemplo Estruturante

O documento de redes acrescenta uma visão crítica essencial ao interpretar casos de impacto: institutos com grande produção e relevância pública podem continuar pouco integrados.

O cluster de 2015–2020 centrado em Democracia Digital ilustra isso de forma clara: a rede é densa e coesa dentro do cluster, com palavras-chave associadas a “comunicação e política”, “democracia digital”, “redes sociais”, “internet e política”, “eleições” e “mídia e eleições” — indicando forte capacidade de produzir evidência aplicada sobre tecnologia e processos democráticos.

Mas, paralelamente, o sistema mantém uma fração alta de pesquisadores com grau zero, e registra dissociação entre grande produção individual e baixa conexão em rede (caso do pesquisador com 732 contribuições e grau 4). Isso indica que o

potencial mobilizador existe e é expressivo, porém não se traduz automaticamente em integração sistêmica na grande área.

5. Oportunidades de Integração e Missões Temáticas

O Resumo Executivo identifica sobreposições temáticas em democracia, comunicação e monitoramento digital, com múltiplos INCTs produzindo bases e painéis relacionados a desinformação, eleições e mediação digital — o que gera redundância potencial, mas também uma oportunidade direta de padronização, interoperabilidade e unificação de repositórios.

Entre as oportunidades de integração mais imediatas destacam-se:

- Padronização e interoperabilidade de plataformas digitais, alinhando repositórios (geoespaciais, arqueológicos, desinformação, políticas públicas) com protocolos comuns de metadados e APIs; com exemplos explícitos como Portal Geometrópoles, LandScriptDeforestMap e coleções do Brasil Plural.
- Fortalecer interfaces entre pesquisa socioambiental e políticas de adaptação/clima, ampliando escala de aplicação em políticas municipais e federais.
- Integração entre INCTs de democracia digital, comunicação e políticas públicas para produtos conjuntos de regulação de plataformas e capacitação de gestores (com potencial de consolidação de evidências para órgãos como TSE e tribunais).
- Ações formativas em rede: cursos e capacitações com grande escala podem virar programas modulares replicáveis, com padronização de materiais e métricas de impacto.

Leitura estratégica: o próximo ciclo do Programa INCT pode privilegiar missões inter-INCT, com foco em (i) governança digital e democracia, (ii) território–cidade–desigualdades, (iii) socioambiental e adaptação, (iv) educação e políticas públicas baseadas em evidências.

6. Síntese Executiva

O conjunto dos INCTs de Ciências Humanas, Sociais Aplicadas e Educação demonstra:

- alta relevância para agendas estratégicas nacionais (democracia, comunicação, políticas públicas, educação, segurança pública, Amazônia e relações internacionais);
- capacidade de gerar produtos aplicados (observatórios, bases, painéis e plataformas), com impacto direto em políticas públicas;
- diversidade de enfoques e abrangência temática.

Entretanto, enfrenta desafios estruturantes:

- alta fração de pesquisadores com grau zero de conexão (ex.: 47,61% em 2015–2020);
- cooperação concentrada em clusters específicos (ex.: Comportamento e Cognição; Democracia Digital), com baixa convergência transversal;
- redundâncias e fragmentação potencial em plataformas e datasets, demandando governança de dados e interoperabilidade.

Mensagem central: o sistema é potente e socialmente estratégico, mas pouco integrado; o próximo ciclo deve transformar ilhas de excelência em infraestruturas e missões inter-INCT, com governança, interoperabilidade e sustentabilidade operacional.

7. Quadro Síntese – Principais Achados da Análise das Redes (Humanas)

Dimensão	Evidências-chave	Principal achado
Conectividade das redes	47,61% dos pesquisadores com grau zero (2015–2020)	Isolamento estrutural persistente
Estrutura das redes	Clusters densos + periferia extensa	Cooperação concentrada; baixa integração sistêmica
Clusters dominantes	Comportamento e Cognição (2010–2015); Democracia Digital (2015–2020)	Concentração temática e institucional

Dimensão	Evidências-chave	Principal achado
Temas e agendas	Dispersão semântica alta + eixos recorrentes (democracia, comunicação, políticas públicas etc.)	Continuidade temática sem convergência transversal
Produtos e plataformas	Múltiplos observatórios/painéis e bases	Oportunidade de interoperabilidade e governança de dados
Integração inter-INCT	Sobreposições e redundâncias em democracia/comunicação	Potencial de missões inter-INCT subutilizado

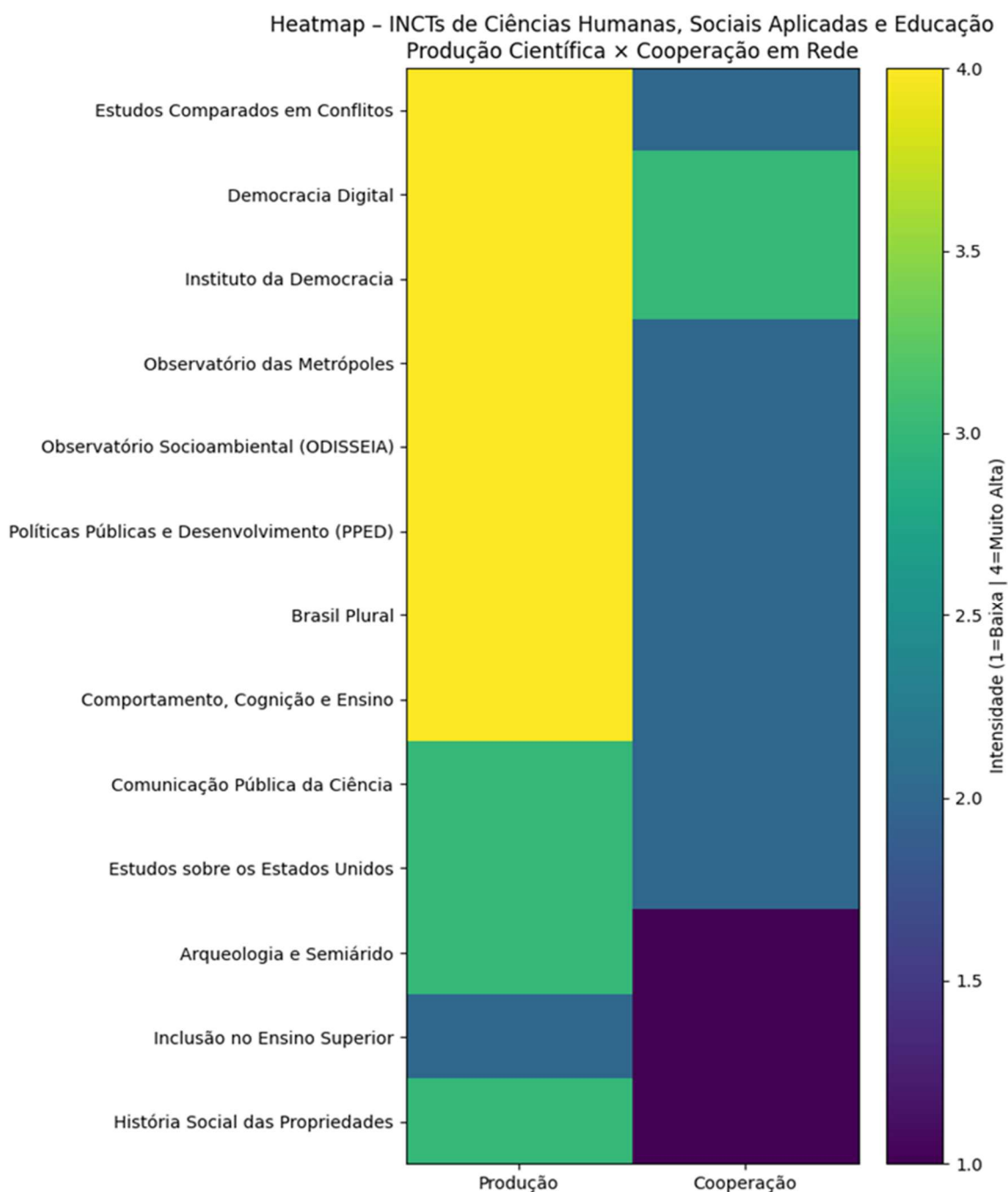
Eixo vertical (linhas): INCTs de Ciências Humanas, Sociais Aplicadas e Educação

Eixo horizontal (colunas):

- Produção: artigos, livros, capítulos, relatórios, plataformas, bases de dados, tecnologias sociais e formação
- Cooperação: coautorias internas, grau médio, densidade da rede, centralidade distribuída

As cores indicam a escala de intensidade:

-  Roxo = Baixo (1)
-  Azul = Médio (2)
-  Verde = Alto (3)
-  Amarelo = Muito Alto (4)



Alta Produção × Cooperação Moderada

(quadrante dominante da área)

INCTs como Estudos Comparados em Administração Institucional de Conflitos, Observatório das Metrópoles, ODISSEIA, PPED, Brasil Plural e Comportamento, Cognição e Ensino concentram produção científica e social muito elevada, mas com cooperação apenas média.

→ O padrão confirma o achado central das redes:

O impacto é alto, mas sustentado por núcleos centrais, não por redes amplamente integradas.

Alta Produção × Cooperação Alta

(casos de maior densidade relacional)

Os INCTs de Democracia Digital e do Instituto da Democracia e da Democratização da Comunicação se destacam por combinar produção elevada com cooperação acima da média, refletindo redes mais densas, agendas coesas e maior circulação interna do conhecimento.

→ Esses INCTs funcionam como referências de organização em rede dentro da grande área.

Produção Média × Cooperação Baixa

(isolamento estrutural)

INCTs como Arqueologia e Semiárido, Inclusão no Ensino Superior e História Social das Propriedades apresentam relevância temática e territorial elevada, mas baixa integração em rede, com muitos pesquisadores periféricos ou com grau zero de conexão.

→ São institutos estratégicos para agendas territoriais, patrimoniais e educacionais, mas exigem políticas explícitas de indução à cooperação.

O heatmap evidencia que os INCTs de Ciências Humanas, Sociais Aplicadas e Educação apresentam produção científica, social e institucional muito expressiva, mas operam majoritariamente em redes pouco densas, com cooperação que não acompanha o volume e a diversidade dos resultados alcançados.

O desafio estratégico associado aos INCTs consiste em transformar capacidade produtiva e impacto social em integração sistêmica, fortalecendo missões inter-INCT em democracia, políticas públicas, território, educação e sustentabilidade.

Achados das Redes e Alinhamento à ENCTI

Os achados da análise das redes dos INCTs de Ciências Humanas, Sociais Aplicadas e Educação evidenciam elevada capilaridade territorial, forte articulação com políticas públicas e produção de infraestruturas informacionais estratégicas, como observatórios, bases de dados e plataformas digitais. Embora a densidade de coautorias acadêmicas seja menor em comparação a outras áreas, as redes operam de forma amplamente conectada a governos, territórios e atores sociais, configurando verdadeiras infraestruturas de inteligência pública.

Esses resultados dialogam diretamente com o Eixo IV da Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (ENCTI), ao evidenciar o papel central da CT&I no desenvolvimento social, territorial e democrático. A análise reforça, ainda, a necessidade de reconhecer impactos não industriais como dimensões estruturantes da política de CT&I, valorizando tecnologias sociais, ciência cidadã, coprodução de conhecimento e o uso direto de evidências científicas na formulação, implementação e avaliação de políticas públicas.

A integração dessas redes às estratégias nacionais de CT&I constitui condição essencial para ampliar a coesão territorial, fortalecer a governança pública e expandir o valor social da ciência no país.

6.2.7. ANÁLISE DAS REDES E SÍNTESE ESTRATÉGICA - INCTs – Ecologia e Meio Ambiente

1. Estrutura e Funcionamento das Redes de Colaboração

A análise das redes científicas dos INCTs da área de Ecologia e Meio Ambiente revela um sistema altamente produtivo, qualificado e estratégico, mas marcado por forte assimetria estrutural, elevada dispersão temática e crescimento do isolamento entre pesquisadores ao longo do tempo.

A área é composta por três INCTs — INCT da Criosfera, INCT de Ciências Forenses e INCT em Áreas Úmidas II (INAU II) — reunindo 582 pesquisadores no período analisado (2010–2025). Apesar do volume expressivo de produção (mais de 47 mil

contribuições no período), a estrutura das redes indica baixa densidade colaborativa média e aumento progressivo do número de pesquisadores com grau zero de conexão.

Entre 2010–2015, a rede já apresentava forte dispersão; entre 2015–2020, cerca de 48% dos pesquisadores possuíam grau zero; no período mais recente (2020–2025), esse percentual sobe para aproximadamente 56%, indicando que o crescimento da produção não foi acompanhado por fortalecimento da cooperação científica em rede.

Mensagem-chave: O sistema é cientificamente robusto e estratégico, mas opera predominantemente por meio de ilhas de excelência, e não como uma rede nacional integrada e articulada.

2. Concentração Temática e Desigualdade entre INCTs

A dinâmica das redes evidencia concentração extrema de produção, conectividade e liderança científica em um único instituto: o INCT da Criosfera.

Ao longo dos três períodos analisados:

- O principal cluster da área é sistematicamente formado por pesquisadores do INCT da Criosfera;
- No período 2010–2015, o cluster dominante reuniu 39 pesquisadores responsáveis por 4.611 contribuições;
- Em 2015–2020, o cluster concentrou 28 pesquisadores com 3.157 contribuições;
- Em 2020–2025, o cluster voltou a crescer para 37 pesquisadores, com 3.510 contribuições — todos vinculados ao mesmo INCT.

Em contraste, os INCTs de Ciências Forenses e de Áreas Úmidas operam com redes significativamente menores, menor densidade de conexões e menor capacidade de articulação sistêmica, ainda que apresentem impacto tecnológico, social e territorial relevante.

Essa assimetria afeta:

- a maturidade organizacional das redes;
- a circulação de conhecimento entre subáreas;
- a formação de agendas transversais;
- o potencial de integração interinstitucional.

3. Continuidade Temática, Alta Dispersão Semântica e Baixa Convergência

A análise semântica confirma alta dispersão temática e baixa convergência entre agendas na grande área de Ecologia e Meio Ambiente.

As nuvens de palavras dos três períodos mostram forte estabilidade temática, com recorrência de termos como: antártica, sensoriamento remoto, biodiversidade, taxonomia, conservação, fungos, glaciologia, testemunhos de gelo e astrobiologia .

Essa continuidade sustenta a excelência científica da área, mas também evidencia:

- especialização excessiva;
- baixa recombinação temática;
- pouca convergência entre os INCTs.

A coesão temática ocorre dentro de subdomínios altamente especializados (especialmente a criosfera), e não como convergência ampla da grande área, diferentemente do que se esperaria de uma rede nacional integrada.

4. Potencial Mobilizador das Redes: Um Exemplo Estruturante

O caso do INCT da Criosfera é exemplar para compreender o potencial e os limites do modelo atual.

O instituto apresenta:

- liderança absoluta em produção científica;
- infraestrutura científica singular (módulos Criosfera 1 e 2);
- redes de monitoramento na Antártica, Andes e Ártico;

- forte inserção em políticas públicas estratégicas (PROANTAR, Plano Decenal para Pesquisa Antártica);
- elevada internacionalização e impacto em soberania científica.

Entretanto, a análise das redes mostra que:

- o impacto decorre de núcleos altamente concentrados;
- a maior parte dos pesquisadores da grande área permanece periférica ou isolada;
- não há efeito de transbordamento sistêmico para os demais INCTs da área.

Assim como no exemplo do INCT de Microrganismos em Ciências Agrárias, o caso da Criosfera demonstra que o impacto científico e político-institucional elevado não se converte automaticamente em integração em rede.

5. Oportunidades de Integração e Missões Temáticas

A análise combinada do Relatório de Redes e do Resumo Executivo aponta oportunidades claras de integração ainda não exploradas, especialmente em torno de missões temáticas inter-INCT, tais como:

- Clima – Criosfera – Oceanografia – Eventos extremos;
- Monitoramento ambiental – Sensoriamento remoto – Dados abertos;
- Ecologia aplicada – Perícia ambiental – Governança territorial;
- Mudanças climáticas – Políticas públicas – Adaptação e mitigação.

Essas convergências indicam que o próximo ciclo do Programa INCT em Ecologia e Meio Ambiente poderia evoluir de um modelo baseado em institutos isolados para um modelo de missões científicas articuladas, com governança explícita, compartilhamento de infraestrutura e integração de dados.

6. Síntese Executiva

O conjunto dos INCTs de Ecologia e Meio Ambiente apresenta:

- excelência científica consolidada, especialmente em pesquisa polar e monitoramento ambiental;
- infraestrutura estratégica singular, com impacto direto em soberania e políticas públicas;
- alta relevância ambiental, territorial e internacional.

Entretanto, enfrenta desafios estruturantes:

- crescimento do isolamento entre pesquisadores (até 56% com grau zero);
- concentração extrema de liderança em um único INCT;
- baixa integração interinstitucional;
- limitada transversalidade temática.

Mensagem central: O sistema é estratégico e altamente qualificado, mas não integrado.

O próximo ciclo do Programa INCT deve transformar polos de excelência em uma rede nacional articulada, capaz de responder de forma sistêmica aos desafios climáticos, ambientais e territoriais do país.

7. Quadro Síntese – Principais Achados da Análise das Redes em Ecologia e Meio Ambiente

Dimensão	Evidências-chave	Principal achado
Conectividade das redes	~48% (2015–2020) → ~56% (2020–2025) com grau zero	Isolamento crescente
Estrutura das redes	Núcleo forte (Criosfera) + periferia extensa	Impacto concentrado
Clusters dominantes	Criosfera em todos os períodos	Forte assimetria institucional
Produção científica	>47 mil contribuições (2010–2025)	Produção alta, pouco distribuída

Dimensão	Evidências-chave	Principal achado
Temas e agendas	Alta continuidade temática	Baixa convergência transversal
Integração inter-INCT	Muito limitada	Potencial mobilizador subutilizado

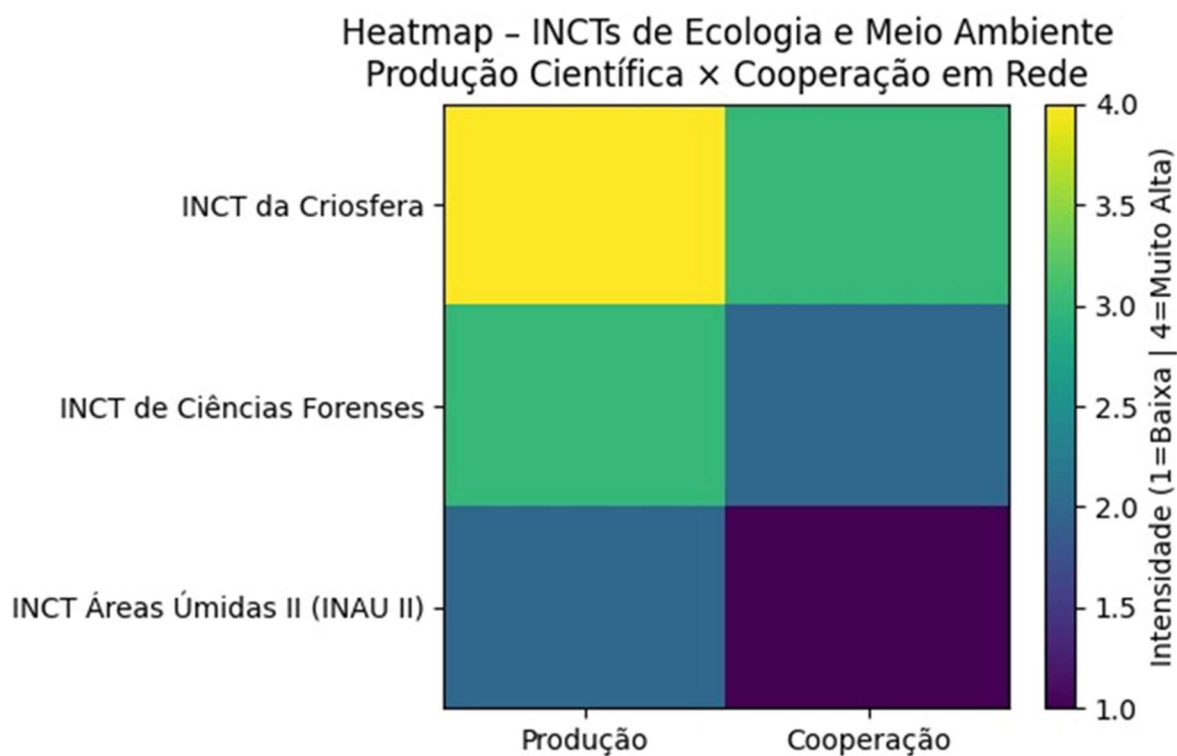
Eixo vertical (linhas): INCTs de Ecologia e Meio Ambiente

Eixo horizontal (colunas):

- Produção: artigos, bases de dados, infraestrutura científica, produtos tecnológicos, formação
- Cooperação: densidade de coautorias, grau médio, distribuição de centralidade

As cores indicam a escala de intensidade:

- Roxo = Baixo (1)
- Azul = Médio (2)
- Verde = Alto (3)
- Amarelo = Muito Alto (4)



INCT da Criosfera — Alta Produção × Cooperação Moderada-Alta

- Maior volume de produção científica da área
- Núcleo altamente conectado, com liderança clara
- Cooperação existe, mas concentrada em poucos “supernós”

→ Função sistêmica: polo estruturante nacional

→ Risco: dependência excessiva de um único instituto para articular a área

INCT de Ciências Forenses — Produção Alta × Cooperação Média

Produção científica e tecnológica consistente

Forte impacto aplicado (perícia ambiental, biobancos, tecnologias)

Rede funcional, porém pouco integrada ao conjunto da área

→ Leitura: impacto não se converte automaticamente em integração em rede

INCT Áreas Úmidas II (INAU II) — Produção Média × Cooperação Baixa

- Alta relevância ambiental e territorial
- Baixa densidade relacional
- Muitos pesquisadores periféricos ou isolados

→ Leitura estratégica: candidato prioritário a políticas de indução à cooperação

O heatmap evidencia que a área de Ecologia e Meio Ambiente apresenta excelência científica concentrada, com forte liderança do INCT da Criosfera, mas baixa cooperação sistêmica entre os institutos.

O desafio estratégico do próximo ciclo do Programa INCT é transformar polos altamente produtivos em eixos de articulação inter-INCT, reduzindo assimetrias, ampliando a circulação de conhecimento e fortalecendo missões nacionais em clima, biodiversidade e governança ambiental.

Achados das Redes e Alinhamento à ENCTI

Os achados da análise das redes dos INCTs de Ecologia e Meio Ambiente evidenciam estruturas altamente especializadas, com forte inserção internacional e papel estratégico na produção de evidências para mudanças climáticas, governança ambiental e segurança pública. Apesar do número reduzido de institutos, as redes apresentam elevada centralidade temática e operam infraestruturas críticas para o monitoramento ambiental e territorial do país.

Esses resultados dialogam diretamente com o Eixo III da Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (ENCTI), especialmente no que se refere ao tratamento de infraestruturas científicas, bases de dados e capacidades de monitoramento como ativos estratégicos de soberania nacional. No âmbito do Eixo IV da ENCTI, os INCTs da área também demonstram elevado potencial de contribuição ao desenvolvimento social, à adaptação climática e à proteção de territórios vulneráveis.

A análise das redes indica, contudo, que a sustentabilidade dessas capacidades depende de financiamento previsível, governança integrada e maior articulação com políticas públicas estruturantes, de modo a transformar excelência científica concentrada em impacto sistêmico de longo prazo.

6.3. Padrões de densidade, centralidade e cooperação entre áreas

A análise integrada das sete áreas temáticas evidencia padrões distintos, porém convergentes, de organização das redes científicas no âmbito do Programa INCT.

As áreas de Ciências Exatas e da Terra, Ciências Biológicas e Ciências da Saúde apresentam redes de alta densidade, com múltiplos núcleos fortemente conectados, elevada produção científica e intensa cooperação internacional. Essas áreas concentram infraestruturas científicas de grande porte, plataformas multiusuárias e fluxos contínuos de formação avançada, o que contribui para a manutenção de redes estáveis e resilientes ao longo do tempo.

As áreas de Engenharias, Energias e Tecnologias da Informação e de Ciências Agrárias e Agronegócios apresentam redes fortemente orientadas à aplicação, com conexões relevantes entre instituições científicas, setor produtivo e órgãos governamentais. Nessas áreas, observa-se elevada centralidade de alguns institutos-chave, que funcionam como hubs tecnológicos e regulatórios, articulando pesquisa, inovação e políticas públicas.

Já as redes das Ciências Humanas, Sociais Aplicadas e Educação caracterizam-se por alta capilaridade territorial e institucional, com ampla distribuição de nós e forte articulação com governos estaduais, movimentos sociais e instituições públicas. Embora apresentem menor densidade em termos de coautoria internacional, essas redes desempenham papel estratégico como infraestruturas de inteligência pública, conectando produção científica a políticas urbanas, educacionais, ambientais e democráticas.

Na área de Ecologia e Meio Ambiente, apesar do número reduzido de INCTs, as redes apresentam elevada centralidade temática e forte inserção internacional, especialmente em agendas climáticas, ambientais e forenses. A análise revela redes altamente especializadas, sustentadas por infraestruturas logísticas complexas e cooperação internacional intensiva.

6.4.Redes científicas como expressão da maturidade e da desigualdade estrutural

O mapeamento das redes evidencia que o Programa INCT atingiu um elevado grau de maturidade científica e institucional. Em todas as áreas, observam-se redes consolidadas, com trajetórias de longo prazo, lideranças reconhecidas e capacidade de formar novas gerações de pesquisadores.

Entretanto, essa maturidade convive com assimetrias estruturais persistentes, que se manifestam tanto na distribuição territorial quanto na concentração de infraestrutura e recursos humanos. As regiões Sudeste e Sul permanecem como polos centrais de conectividade, especialmente nas áreas de Exatas, Engenharias e Biológicas, refletindo desigualdades históricas do sistema científico nacional.

Ainda assim, o mapeamento revela avanços importantes na ampliação da participação de instituições das regiões Nordeste, Norte e Centro-Oeste, particularmente nas áreas de Ciências Agrárias, Humanas e Ecologia e Meio Ambiente. Em diversos casos, os INCTs funcionaram como vetores de interiorização da ciência, conectando instituições emergentes a redes nacionais e internacionais de excelência.

Esses achados indicam que o Programa INCT tem potencial comprovado para reduzir assimetrias regionais, desde que sustentado por políticas de continuidade, indução territorial e fortalecimento institucional de médio e longo prazo.

6.5.Efeitos da descontinuidade de fomento sobre as redes científicas

Um dos achados mais consistentes do mapeamento das redes diz respeito aos efeitos negativos da descontinuidade de financiamento e da instabilidade institucional sobre a densidade e a vitalidade das redes científicas.

Em praticamente todas as áreas, observam-se períodos de retração das interações, redução da mobilidade de pesquisadores e enfraquecimento da cooperação interinstitucional em momentos de interrupção ou incerteza quanto à continuidade do Programa. Esses efeitos são particularmente visíveis em redes altamente dependentes de infraestruturas compartilhadas, como Exatas, Biológicas, Saúde e Ecologia e Meio Ambiente.

Nas áreas aplicadas, como Engenharias e Agrárias, a descontinuidade compromete a capacidade de manter parcerias com o setor produtivo e órgãos governamentais, que demandam previsibilidade e estabilidade para contratos de médio e longo prazo. Já nas Ciências Humanas e Sociais, a instabilidade reduz a capacidade de manter bases de dados, observatórios e plataformas informacionais, que são essenciais para o suporte contínuo a políticas públicas.

Esses achados reforçam a leitura de que redes científicas não são imediatamente reconstruíveis após períodos de descontinuidade, e que a perda de conectividade representa também perda de capital científico, institucional e social.

Ainda assim, esses campos apresentam oportunidades relevantes para a incorporação de novas gerações de pesquisadores e para a abertura de novos temas e problemas de pesquisa.

6.6.Redes, políticas públicas e uso estratégico do conhecimento

O mapeamento das redes evidencia que, apesar da elevada aderência temática dos INCTs a agendas estratégicas nacionais, o uso sistemático dessas redes pelo Estado brasileiro permanece aquém de seu potencial.

As áreas de Saúde, Agrárias, Engenharias e Ecologia e Meio Ambiente apresentam múltiplos exemplos de redes científicas capazes de subsidiar diretamente políticas públicas, regulação e planejamento estatal. No entanto, essa articulação ocorre de forma fragmentada, muitas vezes dependente de iniciativas individuais e sem canais institucionais permanentes.

Nas Ciências Humanas, Sociais Aplicadas e Educação, as redes já operam como infraestruturas de apoio a políticas públicas, mas enfrentam limitações de reconhecimento institucional e de financiamento contínuo. O mapeamento indica que essas redes poderiam desempenhar papel ainda mais relevante se incorporadas de forma estruturada aos processos decisórios do Estado.

Esses resultados indicam que o fortalecimento do Programa INCT não depende apenas de seu desenho interno, mas da integração das redes científicas às rotinas institucionais de formulação, implementação e avaliação de políticas públicas.

6.7.Implicações estratégicas do mapeamento de redes para o futuro do Programa INCT

Em conjunto, o mapeamento das redes científicas revela que o Programa INCT já opera como um sistema nacional de redes de conhecimento, com elevada capacidade de produção científica, formação de recursos humanos, inovação tecnológica e apoio ao Estado.

Ao mesmo tempo, os achados indicam que o pleno aproveitamento desse potencial exige:

- modelos de governança compatíveis com redes complexas;
- políticas explícitas de redução de assimetrias regionais;
- institucionalização de canais permanentes entre INCTs e ministérios setoriais;
- reconhecimento dos INCTs como infraestruturas científicas estratégicas de Estado.

Essas evidências fundamentam diretamente as Convergências Sistêmicas apresentadas no Capítulo 8 e as Recomendações Estruturantes do Capítulo 9.

6.8. Implicações do mapeamento de redes

O mapeamento das redes científicas dos INCTs oferece evidências diretas sobre o funcionamento do Programa INCT enquanto política pública estruturante. Mais do que descrever padrões de cooperação, essa análise explicita condições institucionais essenciais para a sustentação de capacidades coletivas de longo prazo.

A primeira implicação refere-se à vulnerabilidade das redes à descontinuidade institucional e financeira. As evidências indicam que redes científicas complexas, sustentadas por infraestruturas compartilhadas e fluxos contínuos de formação, não são rapidamente reconstruídas após interrupções de fomento.

A segunda implicação diz respeito ao papel central da governança em rede, que se mostra tão decisiva quanto o volume de recursos mobilizados. Redes com mecanismos mais claros de coordenação, liderança distribuída e definição de prioridades coletivas apresentam maior resiliência e melhor aproveitamento dos recursos disponíveis.

Uma terceira implicação refere-se ao uso ainda insuficiente das redes científicas pelo Estado brasileiro. Apesar da elevada aderência temática dos INCTs a agendas estratégicas nacionais, a mobilização dessas capacidades ocorre de forma fragmentada e pouco institucionalizada. O conhecimento produzido pelas redes ainda não é incorporado de maneira sistemática aos processos regulares de formulação,

implementação e avaliação de políticas públicas, apontando para a necessidade de canais institucionais mais estáveis de interface entre os INCTs e o poder público.

Por fim, o mapeamento evidencia a necessidade de que os processos avaliativos futuros sejam sensíveis à dinâmica das redes científicas. Avaliações centradas exclusivamente em métricas individuais mostram-se insuficientes para capturar efeitos sistêmicos, maturidade relacional e capacidade de indução coletiva. A adoção de abordagens network-aware emerge como condição para avaliações mais aderentes à natureza do Programa e mais úteis à tomada de decisão em política pública.

Em síntese, o mapeamento das redes reforça a compreensão dos INCTs como uma infraestrutura científica em rede, cujo valor público depende da continuidade institucional, de modelos de governança adequados, do uso estratégico do conhecimento pelo Estado e de processos avaliativos compatíveis com sua complexidade, fundamentando as recomendações estruturantes apresentadas nos capítulos seguintes.

7. Contribuições dos Coordenadores

As contribuições dos coordenadores dos INCTs, registradas durante o Seminário Virtual de Avaliação, constituem uma fonte qualificada de evidências interpretativas sobre os resultados alcançados. De forma convergente, os depoimentos revelam elevado reconhecimento do programa como política de Estado, ao mesmo tempo em que apontam fragilidades institucionais que limitam o pleno aproveitamento das redes científicas já constituídas.

As contribuições sistematizadas neste capítulo expressam, portanto, a experiência acumulada de coordenação de redes científicas complexas, oferecendo uma leitura situada sobre os limites operacionais, institucionais e políticos do Programa INCT. Elas complementam as evidências analíticas apresentadas nos capítulos anteriores, ao revelar como decisões de desenho institucional, financiamento e governança se materializam na prática cotidiana das redes.

As contribuições dos coordenadores dos INCTs foram analisadas e organizadas a partir de eixos temáticos recorrentes, que expressam convergências estruturais sobre o funcionamento, os impactos e os desafios do Programa INCT. Essa sistematização permite ir além da descrição de experiências individuais, evidenciando padrões compartilhados e questões estratégicas centrais para o aprimoramento do Programa INCT enquanto política de Estado.

7.1. Continuidade institucional e previsibilidade de financiamento

A continuidade institucional e a previsibilidade de financiamento emergem como a principal preocupação compartilhada pelos coordenadores. Os depoimentos ressaltam que a instabilidade dos ciclos de fomento compromete a sustentabilidade das redes, a manutenção de infraestruturas críticas e a preservação de capacidades científicas construídas ao longo de mais de uma década.

Os coordenadores ressaltaram de maneira reiterada que o Programa INCT representa uma das mais bem-sucedidas iniciativas de apoio à ciência e tecnologia no Brasil nas últimas décadas, destacando seu papel na estruturação de redes nacionais de excelência e na consolidação de capacidades científicas estratégicas. Houve consenso de que os INCTs devem ser tratados como infraestruturas científicas de Estado, e não como projetos episódicos, dado o investimento acumulado, a maturidade das redes e sua capacidade de resposta a desafios nacionais complexos.

Outro ponto recorrente diz respeito à equiparação, nos instrumentos de fomento, entre INCTs consolidados e iniciativas emergentes. Os coordenadores argumentam que a ausência de diferenciação por estágios de maturidade desconsidera trajetórias, investimentos acumulados e funções sistêmicas distintas, resultando em riscos elevados de desestruturação de redes altamente consolidadas.

7.2. Governança, coordenação e gestão de redes científicas complexas

As contribuições dos coordenadores apontam fragilidades relevantes nos modelos atuais de governança, coordenação e gestão do Programa INCT. Um diagnóstico

amplamente compartilhado é o descompasso entre a complexidade das redes científicas operadas pelos INCTs e os instrumentos administrativos e regulatórios disponíveis, majoritariamente concebidos para projetos individuais ou de curto prazo.

Os coordenadores destacam a sobrecarga administrativa associada à gestão de redes multi-institucionais, multiestaduais e, em muitos casos, internacionais, frequentemente concentrada na figura do coordenador científico. A ausência de estruturas de apoio institucionalizadas, de mecanismos de coordenação interagências e de modelos de governança mais flexíveis é percebida como fator limitante para a eficiência e a sustentabilidade das redes.

Há também menções recorrentes à fragmentação da atuação das agências de fomento e à dificuldade de articulação entre instrumentos do CNPq, da Finep, da Capes e das Fundações Estaduais de Amparo à Pesquisa (FAPs). Os coordenadores indicam que essa fragmentação reduz a capacidade de planejamento integrado, amplia a insegurança institucional e dificulta a consolidação de estratégias de médio e longo prazo para os INCTs.

7.3. Articulação com políticas públicas e uso estratégico do conhecimento

As contribuições evidenciam o elevado potencial dos INCTs para subsidiar políticas públicas em áreas estratégicas, como saúde, meio ambiente, energia, agricultura, planejamento territorial, educação e governança democrática. Em diversos casos, os coordenadores relatam interações diretas e bem-sucedidas com ministérios setoriais, secretarias estaduais e municipais, agências reguladoras e órgãos do sistema de justiça, com impactos concretos na formulação, implementação e avaliação de políticas públicas.

Apesar desse potencial, os coordenadores convergem na avaliação de que a relação entre os INCTs e o Estado brasileiro permanece, em grande medida, fragmentada e dependente de iniciativas individuais, carecendo de canais institucionais permanentes e de reconhecimento formal. A ausência de mecanismos estruturados para a incorporação sistemática do conhecimento produzido pelas redes científicas nos

processos decisórios limita o retorno social dos investimentos realizados e reduz a efetividade do Programa como instrumento de política pública.

Nesse contexto, os coordenadores defendem a institucionalização de interfaces estáveis entre os INCTs e os ministérios setoriais, bem como o reconhecimento explícito do papel dessas redes como instâncias qualificadas de produção de evidências, assessoramento técnico e apoio à ação do Estado em agendas estratégicas nacionais.

7.4. Financiamento e escala das redes

As contribuições evidenciam forte preocupação com a insuficiência e fragmentação do financiamento, especialmente quando considerados o tamanho das redes e o caráter estruturante das agendas de pesquisa. Coordenadores relataram que valores aparentemente expressivos tornam-se limitados quando distribuídos entre dezenas de instituições e centenas de pesquisadores, comprometendo a capacidade de integração efetiva das redes e a realização de ações estruturantes.

Foi defendida a necessidade de diversificação das fontes de financiamento, incluindo maior participação de ministérios setoriais, fortalecimento do papel das FAPs e exploração de fontes internacionais, como bancos multilaterais, a exemplo de experiências anteriores bem-sucedidas no país. Também se destacou a importância de garantir continuidade aos INCTs bem avaliados, evitando a fragmentação de competências por meio da criação de redes concorrentes em áreas já consolidadas.

7.5. Gestão administrativa, burocracia e capacidade operacional

Outro eixo recorrente nas contribuições refere-se às dificuldades administrativas e burocráticas enfrentadas pelos coordenadores. Foram relatados entraves associados à prestação de contas, à gestão financeira via CPF do coordenador, às limitações do Cartão Pesquisa e à ausência de apoio administrativo institucional, que acabam por sobrecarregar pesquisadores com tarefas alheias à atividade científica

A discussão sobre a inexistência de personalidade jurídica própria dos INCTs (CNPJ) emergiu como tema sensível, sendo apresentada tanto como problema de viabilidade

administrativa quanto como questão conceitual relacionada à natureza pública dos institutos. Houve consenso de que a atual configuração impõe obstáculos significativos à captação de recursos complementares e à interação com empresas e agências financiadoras.

7.6. Comunicação científica e visibilidade institucional

Os coordenadores destacaram a necessidade de profissionalizar a comunicação dos INCTs, não apenas para divulgação científica, mas para interlocução estratégica com tomadores de decisão, outros ministérios e a sociedade em geral. Foi apontada a lacuna existente entre a excelência da produção científica e o reconhecimento público e institucional do valor gerado pelos INCTs, o que limita sua capacidade de influenciar agendas políticas e estratégicas. Também foi sugerida a revisão dos formatos de apresentação dos produtos da avaliação, com ênfase em sínteses executivas mais acessíveis, uso de recursos digitais e maior disseminação dos resultados em ambientes institucionais e educacionais.

7.7. Avaliação, reconhecimento institucional e diferenciação por estágios de maturidade

As contribuições dos coordenadores também convergem quanto à necessidade de aperfeiçoar os processos avaliativos do Programa INCT, de modo a torná-los mais compatíveis com sua natureza estratégica e sistêmica. Há críticas consistentes à aplicação de critérios homogêneos de avaliação, percebidos como inadequados para captar a diversidade de funções, trajetórias e níveis de maturidade dos institutos.

Os coordenadores ressaltam que avaliações excessivamente centradas em métricas tradicionais de produtividade científica tendem a subestimar impactos institucionais, sociais, territoriais e político-institucionais, especialmente no caso de INCTs mais consolidados ou fortemente orientados à interface com políticas públicas. Nesse sentido, defendem abordagens avaliativas diferenciadas, capazes de reconhecer funções distintas, como operação de infraestruturas críticas, formação avançada de recursos humanos, produção de dados estratégicos e assessoramento ao Estado.

Por fim, emerge a demanda por maior reconhecimento institucional e simbólico do papel desempenhado pelos INCTs no Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação. Os coordenadores enfatizam que o reconhecimento explícito dessas redes como infraestruturas científicas de Estado é condição fundamental para fortalecer sua legitimidade, assegurar sua continuidade e ampliar sua contribuição estratégica para o desenvolvimento científico, tecnológico e social do país.

7.8. Contribuições às Questões Orientadoras do Processo Avaliativo

As respostas dos coordenadores dos INCTs às questões orientadoras do processo avaliativo constituem um dos núcleos analíticos mais relevantes desta Avaliação Estratégica. Ao sistematizar percepções oriundas de todas as grandes áreas do conhecimento, esse conjunto de evidências oferece uma leitura transversal, qualificada e prospectiva sobre o papel do Programa INCT no Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (SNCTI). Mais do que opiniões individuais, trata-se de um acervo interpretativo que expressa consensos, tensões e prioridades estratégicas compartilhadas por redes científicas maduras, distribuídas em todo o território nacional.

De forma convergente, as contribuições indicam que o potencial de liderança internacional do Brasil não se manifesta de maneira homogênea nem deve ser compreendido exclusivamente em termos de protagonismo hegemônico. Em áreas como Ciências Agrárias, Saúde, Biológicas, Engenharias, Ecologia e Meio Ambiente, a liderança brasileira é frequentemente associada à combinação entre massa crítica instalada, singularidade dos biomas, sistemas produtivos tropicais, infraestrutura científica acumulada e capacidade de resposta a desafios globais — como segurança alimentar, transição energética, mudanças climáticas, saúde pública e bioeconomia. Já nas Ciências Humanas, Sociais Aplicadas e Educação, a noção de liderança assume contornos distintos, sendo compreendida como capacidade de referência internacional, produção de conhecimento situado no Sul Global, inovação conceitual e metodológica, e contribuição qualificada para o debate democrático, as políticas públicas e os direitos humanos.

As respostas também evidenciam amplo consenso quanto à existência de áreas críticas e emergentes que demandam reforço estratégico no próximo ciclo do Programa INCT. Entre essas áreas, destacam-se: o uso intensivo de inteligência artificial e ciência de dados; a integração de grandes bases informacionais e a interoperabilidade de sistemas; a pesquisa em adaptação e mitigação das mudanças climáticas; a translação do conhecimento científico em soluções tecnológicas, sociais e regulatórias; a bioeconomia baseada na biodiversidade; a medicina de precisão, terapias avançadas e vigilância genômica; além do fortalecimento de abordagens interdisciplinares voltadas à democracia, à redução das desigualdades, à governança territorial e à resposta a crises sanitárias, ambientais e sociais. Em praticamente todas as áreas, emerge a preocupação com a retenção de talentos, a absorção de jovens doutores e a sustentabilidade das capacidades científicas já formadas.

Outro eixo central das contribuições refere-se à aderência dos INCTs às políticas públicas e aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Os coordenadores ressaltam que essa aderência já ocorre de forma substantiva, ainda que nem sempre sistematizada ou visível institucionalmente. A produção científica dos INCTs está fortemente alinhada a políticas nacionais de saúde, agricultura, meio ambiente, clima, educação, ciência e tecnologia, bem como a uma ampla gama de ODS, com destaque para os ODS 2, 3, 4, 5, 9, 10, 12, 13, 15, 16 e 17. No entanto, foi recorrente a avaliação de que o impacto dos INCTs poderia ser ampliado por meio de instrumentos mais claros de demonstração de aderência, como matrizes de alinhamento, sínteses executivas orientadas a gestores públicos, indicadores de impacto antes e depois da intervenção científica, e maior institucionalização do diálogo com ministérios setoriais, governos subnacionais e organismos internacionais.

De modo transversal às áreas do conhecimento, as respostas às questões orientadoras revelam que os INCTs já operam, na prática, como infraestruturas científicas estratégicas do Estado brasileiro, ainda que sem o reconhecimento institucional pleno correspondente a essa função. As redes científicas consolidadas demonstram elevada capacidade de geração de conhecimento, formação de recursos humanos, cooperação internacional, inovação tecnológica e contribuição para políticas públicas. Contudo, essa capacidade encontra limites na descontinuidade do financiamento, na fragmentação institucional, na ausência de mecanismos

permanentes de articulação interministerial e na carência de instrumentos específicos para a translação ciência–política–sociedade.

Nesse sentido, as contribuições às questões orientadoras não apenas informam a avaliação retrospectiva do Programa INCT, mas fundamentam uma agenda prospectiva, que orienta as recomendações estruturantes apresentadas nos capítulos finais deste e-book.

De forma convergente, as contribuições dos coordenadores reforçam três mensagens centrais:

- (i) os INCTs já operam como infraestruturas científicas estratégicas e não como projetos episódicos;
- (ii) a ausência de previsibilidade institucional e financeira compromete a sustentabilidade das redes e a preservação do investimento público acumulado; e
- (iii) há subutilização sistemática das capacidades científicas dos INCTs pelo próprio Estado brasileiro. Essas mensagens fundamentam diretamente as convergências sistêmicas e as recomendações estruturantes apresentadas nos capítulos seguintes.

Essas contribuições são retomadas e integradas no Capítulo 8, onde os achados do processo avaliativo são reorganizados em convergências sistêmicas orientadas à decisão de política pública.

8. Contribuições dos Avaliadores

As contribuições dos avaliadores, registradas no Seminário Virtual de Avaliação dos INCTs, oferecem uma leitura externa, reflexiva e sistêmica sobre o Programa INCT, seu desenho institucional, seus efeitos estruturantes e os limites do modelo vigente de avaliação e fomento. Diferentemente das contribuições dos coordenadores, centradas na experiência direta de gestão das redes, as falas de natureza avaliativa enfatizam o Programa INCT como política pública, os efeitos sistêmicos do processo avaliativo e o papel da avaliação como instrumento de aprendizagem institucional e de orientação estratégica do Estado.

De forma convergente, os avaliadores reconheceram a relevância do Programa INCT como uma das iniciativas mais robustas da política científica brasileira nas últimas décadas. Ao mesmo tempo, destacaram a necessidade de alinhar sua escala, governança e instrumentos de avaliação ao grau de maturidade alcançado pelas redes científicas constituídas, evitando a aplicação de modelos avaliativos incompatíveis com a complexidade e o caráter estruturante do Programa.

8.1. Avaliação como instrumento estratégico de política pública

Os avaliadores destacaram positivamente a abordagem qualitativa, interpretativa e multidimensional adotada no processo de avaliação, reconhecendo seu avanço em relação a modelos excessivamente baseados em métricas quantitativas isoladas. O uso combinado de dados quantitativos, análise de redes e leitura qualitativa foi apontado como adequado à complexidade dos INCTs, desde que acompanhado por curadoria humana qualificada, critérios interpretativos transparentes e clareza quanto aos limites das evidências disponíveis.

Ao mesmo tempo, foram identificados limites informacionais relevantes, especialmente relacionados à padronização de dados, à atualização das bases institucionais e à heterogeneidade na forma como os institutos reportam suas equipes, produtos e impactos. Essas limitações, segundo os avaliadores, não invalidam os achados do processo, mas evidenciam a necessidade de aperfeiçoamento contínuo dos instrumentos de coleta, integração e tratamento das informações, reforçando o papel da avaliação como instrumento estratégico de qualificação da própria política pública de CT&I.

8.2. Avaliação contínua, temporalidade e efeitos sistêmicos

Outro eixo recorrente nas contribuições avaliativas refere-se à temporalidade do processo de avaliação. Os avaliadores apontaram que avaliações concentradas exclusivamente no encerramento dos ciclos de fomento tendem a perder a capacidade de orientar ajustes estratégicos ao longo da trajetória dos institutos. Nesse sentido, foi defendida a institucionalização de modelos de avaliação contínua

e formativa, capazes de acompanhar a evolução das redes, identificar gargalos precocemente e potencializar entregas científicas, tecnológicas e sociais.

Nesse contexto, ressaltou-se a importância de considerar os efeitos excepcionais da pandemia de COVID-19 sobre a dinâmica das redes científicas, especialmente no que se refere à mobilidade internacional, à cooperação presencial e à intensidade das interações institucionais. A leitura avaliativa destacou que indicadores de colaboração, densidade de redes e produtividade devem ser interpretados à luz desse contexto, evitando conclusões descoladas das condições reais enfrentadas pelos INCTs no período analisado.

8.3. Comunicação estratégica, impacto e uso público da avaliação

As contribuições dos avaliadores também enfatizaram a fragilidade da comunicação institucional do Programa INCT e de seus resultados. Foi observado que, apesar da elevada qualidade da produção científica e da expressiva formação de recursos humanos, os impactos mais amplos, sociais, tecnológicos, ambientais e institucionais, permanecem pouco visíveis para a sociedade, o setor produtivo e os tomadores de decisão.

Nesse sentido, os avaliadores defenderam a necessidade de transformar os produtos da avaliação em instrumentos estratégicos de comunicação, com formatos mais acessíveis, sintéticos e adequados à leitura digital, sem prejuízo da profundidade analítica. A avaliação, nessa perspectiva, não deve se encerrar como exercício técnico, mas funcionar como ativo público de inteligência, capaz de subsidiar políticas públicas, orientar decisões governamentais e fortalecer a legitimidade social da ciência.

8.4. Avaliação, aprendizagem institucional e indução de políticas

Por fim, os avaliadores ressaltaram que o principal valor do processo avaliativo reside em sua capacidade de produzir aprendizagem institucional. A avaliação dos INCTs foi compreendida não como mecanismo punitivo ou classificatório, mas como

oportunidade de reflexão coletiva sobre os rumos do Programa, suas virtudes, fragilidades e possibilidades de aprimoramento.

As contribuições convergem para a compreensão de que avaliações estratégicas, quando bem conduzidas, devem alimentar ciclos virtuosos de formulação, implementação, monitoramento e revisão de políticas públicas de CT&I. Nesse sentido, os avaliadores enfatizaram que os resultados deste processo devem subsidiar diretamente decisões futuras do CNPq e do MCTI, contribuindo para a consolidação do Programa INCT como política de Estado de longo prazo, alinhada aos desafios científicos, tecnológicos, sociais e ambientais do país.

As contribuições dos avaliadores convergem para a compreensão de que a avaliação estratégica deve ser tratada como instrumento ativo de política pública, capaz de induzir comportamentos, orientar decisões de financiamento e ajustar o desenho institucional dos programas. Nesse sentido, a avaliação dos INCTs não se encerra na produção de diagnósticos, mas deve alimentar ciclos contínuos de formulação, implementação e revisão das políticas de CT&I.

Essas contribuições são retomadas e integradas no Capítulo 8, onde os achados do processo avaliativo são reorganizados em convergências sistêmicas orientadas à decisão de política pública.

9. Convergências Sistêmicas Reveladas pela Atuação dos INCTs Avaliados

A análise integrada dos resultados revelados nas trajetórias de atuação dos INCTs avaliados, combinando os achados por área temática, o mapeamento das redes científicas, as contribuições dos coordenadores e avaliadores e a leitura transversal dos impactos gerados, permite identificar um conjunto de convergências sistêmicas que atravessam todo o Programa INCT.

Essas convergências não se referem a especificidades disciplinares ou institucionais, mas a padrões estruturais recorrentes, observados de forma consistente nas

diferentes áreas do conhecimento, territórios e tipos de impacto analisados. Sua identificação é central para compreender os limites e potencialidades do Programa enquanto política pública e para orientar, de forma fundamentada, o redesenho do próximo ciclo do INCT.

Ao explicitar essas convergências, este capítulo cumpre a função de organizar o aprendizado coletivo do processo avaliativo e de preparar o terreno analítico para as recomendações estruturantes apresentadas no capítulo seguinte.

9.1.Continuidade institucional como condição de impacto

Uma convergência central identificada ao longo do processo avaliativo é o fato de que os INCTs já operam, na prática, como infraestruturas científicas permanentes, independentemente da intermitência dos ciclos de fomento. Em todas as áreas analisadas, os resultados mais robustos estão associados a trajetórias de investimento continuado, estabilidade mínima de financiamento e previsibilidade institucional.

Os achados demonstram que os INCTs operam como capacidades acumulativas, cuja efetividade depende da preservação de redes científicas, infraestruturas compartilhadas, equipes altamente qualificadas e relações institucionais construídas ao longo do tempo. Interrupções ou incertezas recorrentes quanto à continuidade do Programa produzem efeitos sistêmicos negativos, que vão além da redução temporária da produção científica, afetando a coesão das redes, a formação de recursos humanos e a capacidade de resposta a demandas estratégicas do Estado.

Essa convergência reforça a leitura do Programa INCT como política de Estado, e não como instrumento episódico de fomento, indicando que decisões sobre sua continuidade têm implicações diretas sobre a preservação de ativos científicos e institucionais estratégicos para o país.

9.2.Governança em rede como gargalo estrutural

Outra convergência central identificada refere-se à governança das redes científicas construídas pelos INCTs avaliados. Embora os institutos apresentem elevado grau de

maturidade científica, capacidade técnica e liderança acadêmica, os mecanismos formais de governança em rede mostram-se, em muitos casos, insuficientes para lidar com a complexidade, a escala e a diversidade institucional das redes.

O processo avaliativo evidencia que fragilidades de coordenação, definição de prioridades coletivas, compartilhamento de infraestruturas e tomada de decisão em rede limitam a eficiência sistêmica do INCT. Em contraste, redes que desenvolveram arranjos mais claros de governança, ainda que informais, demonstram maior resiliência, maior capacidade de articulação interinstitucional e melhor aproveitamento dos recursos disponíveis.

9.3. Infraestruturas científicas como ativos estratégicos

A avaliação revela convergência clara quanto ao papel das infraestruturas científicas como ativos estratégicos centrais dos INCTs avaliados. Laboratórios multiusuários, plataformas tecnológicas, bases de dados, biobancos, observatórios, redes de monitoramento e sistemas informacionais sustentam, de forma transversal, a produção científica, a inovação, a formação de recursos humanos e a prestação de serviços ao Estado e à sociedade.

Essas infraestruturas não se limitam a suportar projetos específicos, mas constituem bens públicos científicos, cujo valor decorre de sua continuidade, uso compartilhado e integração sistêmica. A avaliação demonstra, contudo, que a sustentabilidade dessas infraestruturas é altamente sensível à instabilidade de financiamento e à ausência de modelos de custeio compatíveis com sua operação de longo prazo.

A convergência observada aponta para a necessidade de reconhecer explicitamente essas infraestruturas como ativos estratégicos de Estado, demandando instrumentos específicos de financiamento, gestão e avaliação, distintos daqueles aplicáveis a projetos convencionais de pesquisa.

9.4. Formação de recursos humanos e sustentabilidade das capacidades científicas

A formação de recursos humanos emerge, de forma convergente, como um dos impactos mais estruturantes dos INCTs avaliados. Em todas as áreas, os institutos atuaram como ambientes privilegiados de formação de mestres, doutores, pós-doutores e jovens pesquisadores, contribuindo para a renovação e a sustentabilidade do sistema científico nacional.

Entretanto, a avaliação também revela fragilidades associadas à absorção desses recursos humanos pelo próprio sistema de CT&I e pelo setor produtivo. A ausência de estratégias articuladas de inserção profissional, associada à instabilidade do financiamento, compromete a retenção de talentos e a continuidade das trajetórias científicas formadas no âmbito dos INCTs avaliados, configurando um desafio sistêmico que extrapola o Programa, mas que nele se manifesta de forma particularmente aguda.

9.5. Uso ainda insuficiente do conhecimento pelo Estado

Apesar da elevada relevância temática dos INCTs avaliados e de sua aderência a agendas estratégicas nacionais, o processo avaliativo evidencia convergência quanto ao uso ainda insuficiente do conhecimento produzido pelas redes científicas nos processos regulares de formulação, implementação e avaliação de políticas públicas.

Em diversas áreas, há exemplos consistentes de contribuição direta dos INCTs a políticas públicas, marcos regulatórios e estratégias governamentais. No entanto, essas interfaces ocorrem de forma fragmentada, frequentemente dependentes de iniciativas individuais, relações pessoais ou demandas ad hoc, sem mecanismos institucionais permanentes que assegurem a incorporação sistemática do conhecimento científico à ação estatal.

Essa convergência revela um descompasso entre a capacidade instalada nas redes científicas construídas pelos INCTs avaliados e sua efetiva mobilização pelo Estado,

indicando a necessidade de criar canais mais estruturados de interação entre os INCTs e os processos decisórios governamentais.

9.6. Potencial de redução de desigualdades regionais

Por fim, o processo avaliativo revela convergência quanto ao potencial dos INCTs como instrumento de enfrentamento das desigualdades regionais no Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação. Embora persistam assimetrias históricas na distribuição de infraestrutura, recursos humanos e centralidade das redes, os INCTs avaliados demonstraram capacidade efetiva de integrar instituições de diferentes regiões, promover a interiorização da ciência e fortalecer polos emergentes de pesquisa.

Em várias áreas, observam-se impactos positivos na formação de recursos humanos, na consolidação de capacidades locais e na articulação territorial de agendas científicas e tecnológicas. Esses resultados indicam que, quando adequadamente desenhado e sustentado, o INCT pode operar como instrumento potente de indução territorial e de redução de assimetrias estruturais.

Essa convergência aponta para a importância de incorporar, de forma mais explícita, objetivos e instrumentos de desenvolvimento regional no redesenho dessa agenda, alinhando o fomento científico a estratégias mais amplas de coesão territorial e desenvolvimento sustentável.

9.7. Avaliação como instrumento de aprendizagem institucional

Outra convergência central refere-se à compreensão compartilhada da avaliação como instrumento de aprendizagem institucional, e não como mecanismo punitivo ou meramente classificatório. Coordenadores e avaliadores reconheceram os avanços do modelo qualitativo, interpretativo e multidimensional adotado, bem como o papel complementar das ferramentas de inteligência artificial associadas à curadoria humana.

Ao mesmo tempo, convergem as percepções sobre a necessidade de institucionalizar modelos de avaliação contínua e formativa, capazes de acompanhar a evolução das

redes ao longo do tempo, orientar ajustes estratégicos e alinhar avaliação, renovação e lançamento de novos editais. O exercício da avaliação corrobora e reforça a compreensão de que a própria avaliação deve ser entendida como componente intrínseco da política pública, integrada ao ciclo de gestão do Programa, e não como uma etapa ex post dissociada de sua condução.

9.8. Comunicação, legitimidade social e visibilidade do Programa

Por fim, a avaliação revela convergência quanto à fragilidade da comunicação institucional no âmbito da operação dos INCTs avaliados. Apesar da robustez da produção científica e da relevância social das agendas abordadas, os resultados e impactos gerados pelos INCTs avaliados permanecem pouco visíveis para a sociedade, para o setor produtivo e para os tomadores de decisão fora do sistema de CT&I.

Essa convergência aponta para a necessidade de compreender a comunicação não apenas como divulgação científica, mas como estratégia de legitimidade pública, capaz de traduzir impactos, demonstrar retornos do investimento público e fortalecer o apoio social e político à ciência. A avaliação, nesse sentido, deve ser concebida também como instrumento de comunicação estratégica e de construção de confiança entre ciência, Estado e sociedade.

Síntese final das convergências

Em conjunto, as convergências sistêmicas do processo avaliativo indicam que o fortalecimento dos INCTs depende menos da criação de novos instrumentos isolados e mais da integração, qualificação e institucionalização de práticas já existentes. O reconhecimento dos INCTs como infraestruturas de inteligência científica de Estado, a valorização da diversidade e da maturidade das redes construídas, a articulação estruturada com políticas públicas, a avaliação contínua e a comunicação estratégica emergem como pilares centrais para os próximos INCTs.

Essas convergências reforçam a compreensão dos INCTs como uma infraestrutura científica em rede, cujo impacto e sustentabilidade dependem de condições institucionais, organizacionais e políticas que extrapolam o desempenho individual de cada Instituto. Ao explicitar esses padrões estruturais, este capítulo sistematiza o aprendizado coletivo produzido pela Avaliação Estratégica e estabelece a base analítica que sustenta as Recomendações Estruturantes para os Próximos Ciclos do Programa INCT, apresentadas no capítulo seguinte.

Nesse sentido, as convergências sistêmicas aqui consolidadas reafirmam o papel das redes construídas pelos INCTs como instrumento essencial para o desenvolvimento científico, tecnológico, social e sustentável do país, orientando decisões públicas futuras, ampliando seus impactos e maximizando o valor público gerado pelo investimento em ciência, tecnologia e inovação.

10.Recomendações Estruturantes Orientadas pelas Capacidades dos INCTs

Este capítulo consolida as Recomendações Estruturantes decorrentes da Avaliação Estratégica dos Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia, organizadas com o objetivo de subsidiar decisões de política pública. Diferentemente dos capítulos anteriores, de caráter analítico e interpretativo, as recomendações aqui apresentadas são orientadas à ação, considerando os INCTs avaliados e suas capacidades como infraestrutura estratégica de inteligência científica de Estado e elemento central da execução da política nacional de CT&I.

As recomendações apresentadas neste capítulo decorrem diretamente das convergências sistêmicas identificadas ao longo do processo avaliativo, da leitura integrada dos achados por área temática, das contribuições dos coordenadores e avaliadores e das respostas às questões orientadoras da avaliação. Não se trata, portanto, de proposições normativas isoladas, mas de diretrizes estratégicas fundamentadas em evidências, orientadas ao fortalecimento dos INCTs como política de Estado de longo prazo.

As recomendações aqui sistematizadas visam ampliar o impacto científico, tecnológico, social e institucional dos INCTs, assegurando a sustentabilidade das capacidades já constituídas e sua adequada articulação com as prioridades nacionais de ciência, tecnologia e inovação.

As recomendações apresentadas a seguir estão organizadas em três camadas complementares:

- (i) governança e institucionalidade dos INCTs;
- (ii) financiamento, continuidade e sustentabilidade das redes científicas construídas pelos INCTs; e
- (iii) uso estratégico do conhecimento produzido pelos INCTs na formulação e implementação de políticas públicas.

Essa organização reflete as convergências sistêmicas identificadas ao longo da avaliação e busca orientar decisões de política pública de forma integrada, reconhecendo o Programa INCT como infraestrutura científica estratégica de Estado.

10.1.Reconhecer formalmente a rede INCT como infraestrutura de inteligência científica de Estado

Recomenda-se o reconhecimento explícito da rede INCT como infraestrutura de inteligência científica estratégica do Estado brasileiro, compatível com sua maturidade, escala e impacto sistêmico. Esse reconhecimento deve se refletir em instrumentos institucionais que garantam maior previsibilidade, continuidade e estabilidade dos institutos, superando a lógica de ciclos descontínuos de fomento.

Esse reconhecimento não pressupõe, necessariamente, a criação de novas personalidades jurídicas, mas sim a adoção de tratamentos institucionais diferenciados, compatíveis com a função estruturante e de longo prazo desempenhada pelos INCTs. Trata-se de reconhecer essas redes como ativos estratégicos do Sistema Nacional de CT&I, cuja descontinuidade implica perdas significativas de investimento público, capital humano e capacidade científica

acumulada. Nesse sentido, a principal garantia do INCT reside na possibilidade de participação periódica em editais públicos de financiamento.

10.2. Institucionalizar modelos de avaliação contínua, formativa e sistêmica

Recomenda-se a institucionalização de um modelo de avaliação contínua e formativa, articulando momentos de acompanhamento, reflexão estratégica e avaliação de resultados ao longo dos ciclos de fomento. Esse modelo deve combinar abordagens qualitativas e quantitativas, incorporar análise de redes e manter a curadoria humana como elemento central da interpretação dos dados.

A avaliação contínua deve ser concebida como instrumento de gestão estratégica, integrada às bases institucionais existentes e orientada à melhoria dos Institutos, sem ampliação indevida da carga burocrática sobre pesquisadores e coordenadores. Seu objetivo central é orientar ajustes em tempo real, subsidiar decisões de renovação e alinhar avaliação, gestão e lançamento de novos editais.

10.3. Fortalecer a articulação interministerial e a interface com políticas públicas

Recomenda-se o fortalecimento de mecanismos institucionais permanentes de articulação entre os INCTs e os ministérios setoriais, ampliando a incorporação do conhecimento científico na formulação, implementação e avaliação de políticas públicas.

Esses mecanismos devem ser coordenados no âmbito do MCTI, em articulação com o CNPq e demais agências do sistema de CT&I, assegurando transversalidade interministerial e evitando iniciativas episódicas ou personalizadas. A consolidação dessa interface reforça o papel dos INCTs como produtores de evidências qualificadas para decisões estratégicas do Estado.

10.4. Assegurar sustentabilidade financeira e diversificação de fontes de financiamento

Recomenda-se o fortalecimento da sustentabilidade financeira do Programa INCT por meio da diversificação de fontes de financiamento, incluindo maior integração com fundos setoriais, fundações estaduais de amparo à pesquisa, ministérios setoriais e fontes internacionais de cooperação.

A previsibilidade orçamentária é condição essencial para a manutenção de infraestruturas científicas, a retenção de recursos humanos qualificados e a consolidação de parcerias nacionais e internacionais de longo prazo. A internacionalização estratégica deve ser considerada como dimensão estruturante, articulando cooperação científica, atração de talentos e participação em agendas globais, sem comprometer a ancoragem territorial e nacional das redes.

10.5. Aprimorar os instrumentos de gestão e apoio administrativo às redes científicas

Recomenda-se o aperfeiçoamento dos instrumentos de gestão administrativa e financeira dos INCTs, compatibilizando-os com a escala e a complexidade das redes científicas. Isso inclui a revisão de modelos excessivamente centrados na figura do coordenador, a ampliação do apoio administrativo institucional e a simplificação de procedimentos burocráticos.

Essas medidas contribuem para liberar tempo e energia dos pesquisadores para atividades-fim, ampliando a eficiência, a governança e o impacto do investimento público em ciência, tecnologia e inovação.

10.6. Valorizar a formação de recursos humanos e a sustentabilidade das trajetórias científicas

Recomenda-se o fortalecimento de estratégias voltadas à absorção, retenção e valorização de recursos humanos altamente qualificados formados no âmbito dos INCTs. Isso inclui articulação com políticas de pós-graduação, inovação, setor

produtivo e serviço público, de modo a garantir continuidade às trajetórias científicas e técnicas formadas.

A sustentabilidade do sistema científico nacional depende diretamente da capacidade de integrar formação avançada, oportunidades profissionais e estabilidade institucional, especialmente para jovens pesquisadores e doutores recém-formados.

10.7. Fortalecer a comunicação estratégica e a legitimidade pública dos INCTs

Recomenda-se a consolidação de uma estratégia de comunicação institucional, orientada não apenas à divulgação científica, mas à tradução de impactos, à prestação de contas à sociedade e ao fortalecimento da legitimidade pública da ciência.

Os produtos da avaliação podem ser utilizados como instrumentos ativos de comunicação com gestores, formuladores de políticas, setor produtivo e sociedade civil, ampliando a compreensão do valor público gerado pelos INCTs e reforçando o apoio social e político ao investimento em ciência.

10.8. Fortalecer a governança de dados, ciência aberta e ética na pesquisa

Recomenda-se o fortalecimento da governança de dados científicos no âmbito do Programa INCT, incluindo diretrizes para interoperabilidade, ciência aberta responsável, proteção de dados sensíveis e uso ético de ferramentas digitais e de inteligência artificial.

Essa agenda é central para ampliar a transparência, a reprodutibilidade científica, a cooperação internacional e o valor público do conhecimento produzido, além de alinhar o Programa INCT às melhores práticas nacionais e internacionais em ciência aberta e ética da pesquisa.

Síntese das Recomendações Estruturantes

Este quadro consolida, de forma integrada, os principais problemas estruturais identificados na Avaliação Estratégica dos INCTs e as recomendações correspondentes, orientadas à decisão de política pública.

Dimensão estratégica	Problema estrutural identificado na avaliação	Evidências convergentes (Cap. 4–8)	Recomendação estruturante	Implicações práticas para o próximo ciclo do INCT
Institucionalidade do Programa	O INCT ainda é tratado, nos instrumentos de fomento, como projeto temporário, apesar de operar como infraestrutura científica permanente	Redes maduras em todas as áreas; infraestruturas de grande porte; formação continuada; inserção em políticas públicas	Reconhecer formalmente o Programa INCT como infraestrutura científica estratégica de Estado	Ajustar editais, contratos e avaliações para refletir lógica de continuidade e não de encerramento episódico
Arquitetura do Programa	Equiparação entre redes consolidadas e propostas emergentes gera fragmentação de capacidades	Perda de conectividade em ciclos descontínuos; sobreposição temática; competição entre redes maduras	Diferenciar INCTs consolidados e INCTs emergentes, com instrumentos, metas e prazos distintos	Criar modalidades específicas de renovação, consolidação e indução temática
Governança das redes	Ausência de modelos de governança compatíveis com redes complexas e multi-institucionais	Relatos recorrentes dos coordenadores; dificuldades de coordenação interna; sobrecarga administrativa	Instituir modelos de governança próprios para redes científicas de grande escala	Prever apoio administrativo, instâncias colegiadas internas e instrumentos de coordenação

Dimensão estratégica	Problema estrutural identificado na avaliação	Evidências convergentes (Cap. 4–8)	Recomendação estruturante	Implicações práticas para o próximo ciclo do INCT
Financiamento	Descontinuidade e imprevisibilidade comprometem sustentabilidade das redes	Redução de densidade das redes; perda de parcerias; fragilização de infraestruturas	Garantir financiamento plurianual previsível, compatível com a escala das redes	Articular FNDCT, CNPq, Finep, CAPES, FAPs e ministérios setoriais
Escala e adequação dos recursos	Valores fragmentados tornam-se insuficientes frente ao tamanho das redes	Distribuição entre dezenas de instituições e centenas de pesquisadores	Escalonar o financiamento segundo maturidade, complexidade e impacto esperado	Evitar pulverização excessiva; priorizar ações estruturantes
Infraestruturas científicas	Risco de obsolescência e subutilização de infraestruturas de alto custo	Evidente nas áreas de Exatas, Biológicas, Saúde e Meio Ambiente	Tratar infraestruturas dos INCTs como ativos estratégicos nacionais	Integrar políticas de infraestrutura, manutenção e uso multiusuário
Avaliação	Avaliações pontuais e ex post têm baixa capacidade indutora	Avaliadores defendem avaliação contínua e formativa	Institucionalizar avaliação contínua, formativa e estratégica	Usar avaliação para ajustes em tempo real e indução de políticas
Articulação com políticas públicas	Subutilização sistemática das capacidades científicas dos INCTs pelo Estado	Relatos convergentes de coordenadores e avaliadores	Criar canais institucionais permanentes entre INCTs e ministérios setoriais	Incorporar INCTs à formulação, monitoramento e avaliação de políticas
Integração interinstitucional	Fragmentação entre CNPq, Finep, CAPES, FAPs e órgãos setoriais	Dificuldade de ações integradas e sinérgicas	Fortalecer coordenação interagências no âmbito do Programa INCT	Planejamento conjunto e chamadas articuladas

Dimensão estratégica	Problema estrutural identificado na avaliação	Evidências convergentes (Cap. 4–8)	Recomendação estruturante	Implicações práticas para o próximo ciclo do INCT
Redução de assimetrias regionais	Concentração histórica de capacidades em poucas regiões	Evidências territoriais nas sete áreas	Usar o INCT como instrumento ativo de indução territorial	Fortalecer núcleos regionais e instituições emergentes
Formação e retenção de talentos	Risco de evasão de jovens doutores e descontinuidade formativa	Apontado em várias áreas	Integrar políticas de formação, fixação e absorção de talentos aos INCTs	Articular com CAPES, universidades e políticas de pessoal
Comunicação e visibilidade	Baixa visibilidade institucional do valor público gerado	Distanciament o entre excelência científica e reconhecimento público	Profissionalizar a comunicação estratégica do Programa INCT	Produzir sínteses executivas, painéis e produtos de comunicação
Uso estratégico da avaliação	Resultados avaliativos pouco incorporados às decisões	Avaliação vista como encerramento, não como insumo	Transformar a avaliação em instrumento ativo de decisão	Usar resultados para desenho de editais, prioridades e investimentos

Recomendações estratégicas e decisórias para o fortalecimento dos INCTs

Eixo decisório	Diagnóstico-chave	Recomendação central	Decisão requerida do Estado
Natureza do Programa	INCT opera como infraestrutura, mas é tratado como projeto	Reconhecer o INCT como infraestrutura científica estratégica de Estado	Ajustar editais, contratos e avaliações à lógica de continuidade
Arquitetura institucional	Redes maduras e emergentes são tratadas de forma indistinta	Diferenciar INCTs consolidados e INCTs emergentes	Criar modalidades específicas de renovação e indução
Governança	Redes complexas sem modelo de gestão adequado	Instituir governança própria para redes multi-institucionais	Prever apoio administrativo e instâncias colegiadas
Financiamento	Descontinuidade compromete sustentabilidade	Garantir financiamento plurianual previsível	Articular FNDCT, CNPq, Finep, CAPES, FAPs e setoriais
Escala dos recursos	Pulverização reduz impacto	Escalonar recursos conforme maturidade e complexidade	Priorizar ações estruturantes e evitar fragmentação
Infraestruturas	Risco de obsolescência e subutilização	Tratar infraestruturas dos INCTs como ativos nacionais	Integrar políticas de manutenção e uso compartilhado
Avaliação	Avaliação pontual tem baixo poder indutor	Institucionalizar avaliação contínua e formativa	Usar avaliação para ajustes estratégicos em tempo real
Políticas públicas	Capacidade científica subutilizada pelo Estado	Criar canais permanentes INCT–ministérios	Incorporar INCTs à formulação e avaliação de políticas
Territorialidade	Assimetrias regionais persistem	Usar o INCT como instrumento de indução territorial	Fortalecer núcleos regionais e instituições emergentes
Valor público	Baixa visibilidade institucional dos impactos	Profissionalizar comunicação estratégica do Programa	Produzir sínteses executivas e painéis de impacto

As recomendações aqui apresentadas foram formuladas com o orientar a formulação de editais futuros e sua articulação com a Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação.

11.Considerações finais

A Avaliação Estratégica dos 104 Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia evidencia que o Programa INCT alcançou um patamar de maturidade científica, institucional e territorial que o posiciona como uma das mais relevantes infraestruturas de produção de conhecimento do Estado brasileiro. Ao longo de mais de uma década, os INCTs consolidaram redes científicas complexas, formaram recursos humanos altamente qualificados, estruturaram infraestruturas estratégicas e contribuíram de forma direta para políticas públicas em áreas críticas para o desenvolvimento nacional.

Os achados apresentados neste e-book demonstram, de forma convergente, que os principais desafios enfrentados pelo Programa não decorrem de limitações científicas ou de desempenho das redes, mas de questões estruturais de institucionalidade, governança, financiamento e uso estratégico do conhecimento pelo próprio Estado. A avaliação revela, portanto, que o país dispõe hoje de capacidades científicas consolidadas, mas ainda não plenamente reconhecidas nem utilizadas como ativo estratégico de política pública.

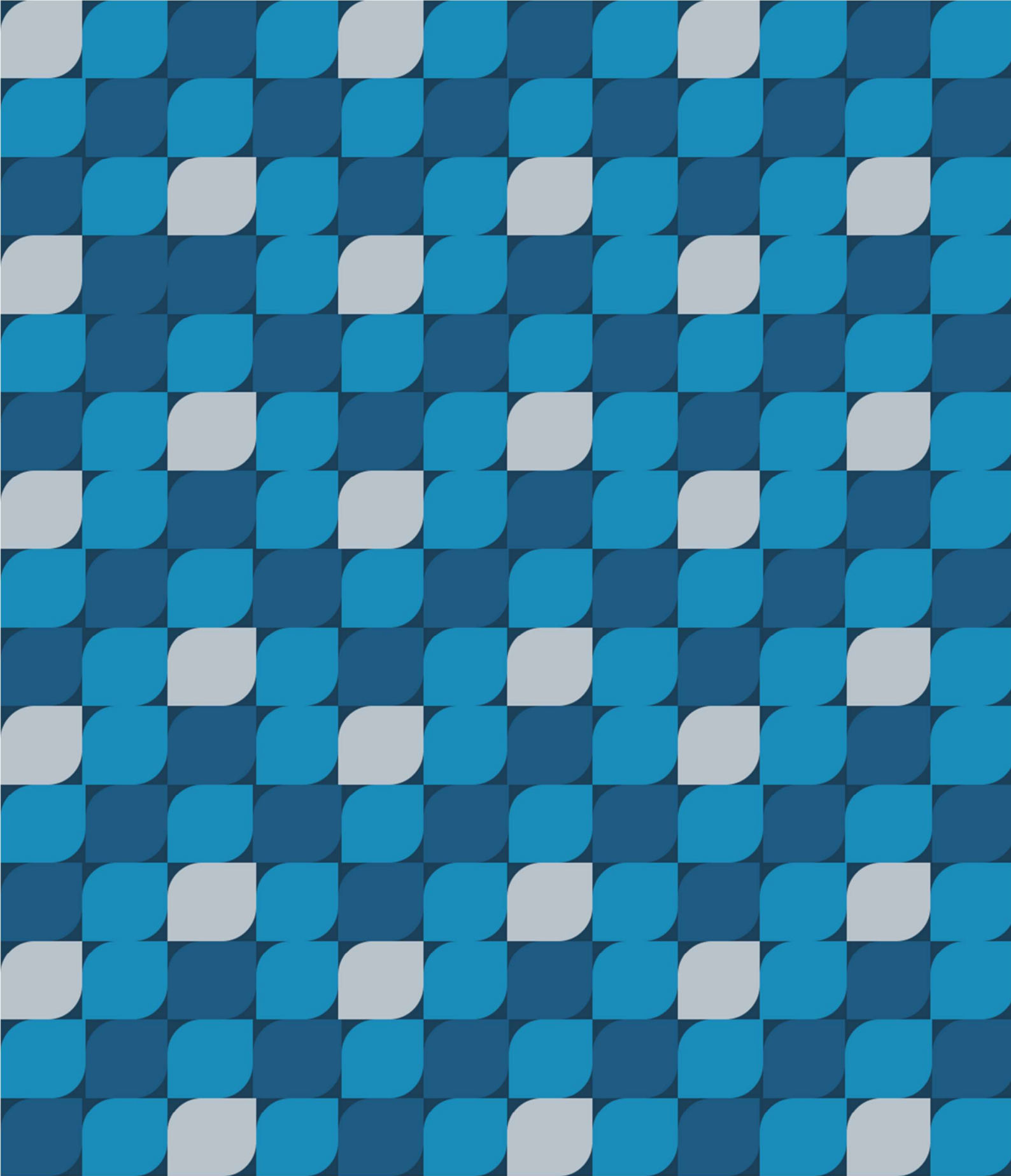
Nesse sentido, o momento atual coloca uma decisão central para o Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação: avançar na consolidação do Programa INCT como política de Estado de longo prazo, ou correr o risco de fragmentar redes maduras, desperdiçar investimentos públicos acumulados e comprometer a capacidade nacional de responder a desafios científicos, tecnológicos, sociais e ambientais cada vez mais complexos.

As recomendações estruturantes apresentadas neste documento oferecem caminhos claros para essa decisão, ao indicar ajustes possíveis e factíveis no desenho institucional do Programa, na previsibilidade do financiamento, nos modelos de governança e na articulação entre ciência e políticas públicas. Sua implementação

não exige a criação de novas estruturas, mas o reconhecimento e o fortalecimento das capacidades já existentes.

Por fim, este e-book é apresentado como instrumento ativo de reflexão e decisão, destinado a subsidiar o CNPq, o MCTI e demais órgãos do Estado brasileiro na formulação do próximo ciclo do Programa INCT e em sua articulação com a Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação. Ao fazê-lo, reafirma-se a convicção de que investir na continuidade, na integração e no uso estratégico das redes científicas já constituídas é condição indispensável para o fortalecimento da soberania científica, do desenvolvimento sustentável e da democracia no Brasil.

Ao sistematizar evidências, interpretações e recomendações, este e-book também contribui para o fortalecimento da cultura de avaliação estratégica no Brasil, reafirmando a avaliação como instrumento de aprendizagem institucional e aprimoramento contínuo das políticas públicas de ciência, tecnologia e inovação.



tds.company



MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO

