Série Documentos Técnicos

Dezembro 2011 - nº 12

Eletrônica orgânica: contexto e proposta de ação para o Brasil

cgee
Centro de Gestão e Estudos Estratégicos
Ciência, Tecnologia e Inovação

A **Série Documentos Técnicos** tem o objetivo de divulgar resultados de estudos e análises realizados pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) com a participação de especialistas e instituições vinculadas aos temas a que se refere o trabalho.

Textos com indicação de autoria podem conter opiniões que não refletem necessariamente o ponto de vista do CGEE.

cgee

Eletrônica orgânica: contexto e proposta de ação para o Brasil

Centro de Gestão e Estudos Estratégicos
Ciência, Tecnologia e Inovação

Organização Social supervisionada pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação - MCTI

© Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE)

O Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) é uma associação civil sem fins lucrativos e de interesse público, qualificada como Organização Social pelo executivo brasileiro, sob a supervisão do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Constitui-se em instituição de referência para o suporte contínuo de processos de tomada de decisão sobre políticas e programas de ciência, tecnologia e inovação (CT&I). A atuação do Centro está concentrada nas áreas de prospecção, avaliação estratégica, informação e difusão do conhecimento.

Presidente

Mariano Francisco Laplane

Diretor Executivo

Marcio de Miranda Santos

Diretores

Antonio Carlos Filgueira Galvão
Fernando Cosme Rizzo Assunção
Gerson Gomes

Edição e revisão | *Tatiana de Carvalho Pires*
Design gráfico | *Eduardo Oliveira*
Gráficos e diagramação | *Mariana Brito*
Apoio técnico ao projeto | *Rafael Amaral Shayani*

Catalogação na Fonte

C389e
Eletrônica Orgânica: contexto e proposta de ação para o Brasil - Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2011

60 p.; il, 24 cm

1. Semicondutores orgânicos. 2. Incentivos. 3. Ciência, Tecnologia e Inovação. 3. Brasil. I. CGEE. II. Título

CDU 621.382 (81)

Centro de Gestão e Estudos Estratégicos
SCN Qd 2, Bl. A, Ed. Corporate Financial Center sala 1102
70712-900, Brasília, DF
Telefone: (61) 3424.9600
http://www.cgee.org.br

Esta publicação é parte integrante das atividades desenvolvidas no âmbito do 2º Contrato de Gestão CGEE – 1º Termo Aditivo/Ação: Avaliação de Programas em CT&I /Subação: Semicondutores Orgânicos na Indústria da Informação e Comunicação – 51.31.10 /MCTI/2010.

Todos os direitos reservados pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE). As informações contidas neste documento de trabalho não poderão ser reproduzidas, armazenadas ou transmitidas sem prévio consentimento do CGEE.

Tiragem impressa: 500 unidades. Impresso em 2011. Gráfica Qualidade

Eletrônica orgânica: contexto e proposta de ação para o Brasil

Supervisão

Fernando Cosme Rizzo Assunção

Consultor

Luis Marcelo Coelho Acosta

Demétrio Antônio da Silva Filho

Revisor Técnico

Marco Cremona

Equipe técnica CGEE

Elyas Ferreira de Medeiros

cgee

Centro de Gestão e Estudos Estratégicos

Ciência, Tecnologia e Inovação

Colaboradores

O texto deste documento foi construído a partir de contribuições diretas dos colaboradores aqui citado, aos quais o CGEE agradece e cumprimenta cordialmente:

Adelaide Maria de Souza Antunes | *INPI*
Adriano Reinaldo Viçoto Benvenho | *UFABC*
Alexandre Marletta | *UFU*
Ana Maria Rocco | *UFRJ*
Andressa Gusmão | *UFRJ*
Carlos Venicius Frees | *ABDI*
Celio Costa Vaz | *Orbital Engenharia*
Daniel Bicalho Hoefle
Danielle Moraes | *CSEM Brasil*
Demétrio A. da Silva Filho | *UnB*
Eduardo Grizendi | *INATEL*
Emy Niyama | *NODDtech*
Fernando Ely | *CTI*
Fernando Josepetti Fonseca | *USP*
Henrique De Oliveira Miguel | *MCT*
José Geraldo de Melo Furtado | *CEPEL*
José Gil Oliveira | *USP*
José Mauro Fernandes Braga | *UFF*
Isac Roizenblatt | *Consultor*
Ivo Alexandre Hümmelgen | *UFPR*
Jeferson Borghetti Soares
Josealdo Tonholo | *UFAL*
Leni Akcelrud | *UFPR*
Lilian Ribeiro Mendes | *BNDES*
Lucimara Stolz Roman | *UFPR*
Luis Marcelo Coelho Acosta | *Rio Grande Ltda.*
Luiz Otavio Siqueira Cesar | *CSEM Brasil*
Manuel Steidle | *Fundação CERTI*
Marco Antonio Galdino | *CEPEL*
Marco Cremona | *INMETRO*
Nair Stem | *USP*
Neyde Murakami Iha | *USP*
Nelson Veissid | *INPE*
Patrícia Boson
Paulo Roberto Krahe | *Finep*
Rafael Amaral Shayani | *UnB*
Reinaldo Lopes Ferreira | *Elo Design*
Roberto Mendonça Faria | *INEO*
Rosana C. Di Giorgio | *CNPEM*
Victor Pellegrini Mammana | *CTI*
Vladimir Kudrjawzew | *ECO2Corp*

Sumário

CAPÍTULO 1
Resumo executivo 7

CAPÍTULO 2
Apresentação 9

CAPÍTULO 3
Precedentes 11

CAPÍTULO 4
Eletrônica orgânica 13

CAPÍTULO 5
Pesquisa científica e tecnológica 25

CAPÍTULO 6
Proposta de ação 31

ANEXO 1 49

ANEXO 2 55

CAPÍTULO 1

Resumo executivo

A indústria eletrônica é um dos principais pilares da moderna economia industrial em diversos países, sendo responsável por grande fatia do comércio internacional. A base da indústria eletrônica são os dispositivos semicondutores confeccionados com materiais inorgânicos, sendo o Silício o mais comum deles.

Contudo, uma nova classe de materiais semicondutores, agora à base de Carbono, tem despontado com grandes perspectivas no cenário tecnológico: são os semicondutores orgânicos. Deles deriva uma nova forma de eletrônica: a eletrônica orgânica. Dispositivos semicondutores orgânicos combinam, em um único elemento, a característica semicondutora e a flexibilidade dos plásticos, o que abre portas a inúmeras inovações de produto e processos de fabricação.

A atividade tecnológica, da qual um dos principais indicadores é a quantidade de registros de patentes, tem buscado novas rotas de pesquisa. O objetivo é proporcionar, aos equipamentos à base de eletrônica orgânica, um desempenho técnico que lhes permita competir com a já estabelecida indústria baseada em eletrônica de semicondutores inorgânicos.

Paralelamente, e não menos importante, está o desafio de migrar a pesquisa científica e tecnológica para um ambiente empresarial a fim de que se favoreça o surgimento e o crescimento de novas empresas e novos negócios cuja base tecnológica seja a eletrônica orgânica.

Nesse cenário se enquadram os resultados deste estudo, o qual propõe a integração de instrumentos de fomento e apoio já existentes em dois programas de ação: um de incentivo ao desenvolvimento tecnológico; outro, de apoio ao nascimento de empresas e de negócios (em novas empresas ou em empresas já estabelecidas).

O primeiro programa de ação chama-se "Empreendedorismo em Eletrônica Orgânica com Planos de Negócios". O nome aqui exposto apenas visa expressar o conceito e o propósito, e não pretende ser definitivo. Sua característica principal é promover a interação entre a comunidade acadêmica e empresarial a fim de que novos negócios e empresas possam surgir e se desenvolver.

O evento motivador para a formação de parcerias é uma premiação (por meio de subvenção econômica para o desenvolvimento do produto) ao melhor plano de negócios que objetive comercializar uma tecnologia desenvolvida em laboratório nacional (estatal ou privado).

A forma que se pretende fomentar essa interação é a partir do encadeamento de instrumentos de fomento, ação e apoio já existentes da Finep e do Sebrae, por exemplo. A experiência consolidada da Finep na construção de editais e de aproximação de empresas inovadoras junto às fontes de capital, além da própria subvenção econômica, aliada à experiência do Sebrae na orientação quanto à confecção de planos de negócios assegura robustez metodológica à iniciativa. Os instrumentos disponíveis não são novos, porém é inovadora a forma de organizá-los para proporcionar que ideias migrem dos laboratórios aos produtos, e depois às prateleiras.

O segundo programa de ação é nomeado "Demonstradores de tecnologia". Sua finalidade é incentivar que os grupos de pesquisa vençam desafios técnicos que atualmente retardam a adoção da tecnologia orgânica.

Neste caso, o evento motivador é o desafio de melhorar algum parâmetro de desempenho técnico dos dispositivos à base de eletrônica orgânica. A premiação (em forma de bolsas e outros incentivos de apoio à pesquisa) se dá ao grupo de pesquisa que apresentar a melhor solução.

Intensa mobilização de especialistas e larga produção bibliográfica precederam as conclusões a que se acaba de chegar. Este estudo, e suas recomendações, são proposição de ações que deverão contribuir para o efetivo desenvolvimento da tecnologia e de negócios de eletrônica orgânica no Brasil.

CAPÍTULO 2

Apresentação

A presente publicação é fruto de um esforço coordenado, multi-institucional, promovido pelo CGEE e que faz parte de sua missão de subsidiar processos de tomada de decisão em temas relacionados à ciência, tecnologia e inovação, por meio de estudos prospectivos baseados em ampla articulação de pessoas e instituições, com visão de longo prazo.

Nesta publicação, os resultados consolidados dos estudos e propostas do CGEE para o tema "eletrônica orgânica" são apresentados à sociedade em geral e, em particular, aos formuladores de políticas públicas, executivos empresariais e empreendedores, e comunidade acadêmica.

O presente volume contém a síntese de uma série de estudos conduzidos pelo CGEE, cuja abrangência percorre desde os detalhes técnicos dos dispositivos baseados nessa tecnologia até recomendações para o desenvolvimento de estratégias e políticas para o setor.

Organização do documento

O **Capítulo 3** introduz o contexto que precede a confecção deste documento. Apresenta uma listagem das principais obras (algumas publicadas, outras não) que marcaram a investigação do CGEE neste campo tão recente da pesquisa tecnológica.

O **Capítulo 4** é dedicado à tecnologia propriamente dita. Inicia-se com conceitos básicos, os quais não são desenvolvidos, pois pertencem a uma extensa literatura técnica produzida pelo CGEE. Os conceitos básicos, nesta posição, cumprem a função de favorecer a leitura e entendimento do potencial de aplicações e desafios que as tecnologias baseadas em semicondutores orgânicos apresentam. Para tanto, estão dispostas sequencialmente as *Seções 4.2 Aplicações* e *4.3 Tecnologia*. Esta última aborda, de forma simplificada, os temas *cadeia de valor, processos de fabricação* e *tecnologias concorrentes*, no intuito de proporcionar ao leitor um cenário de entendimento que lhe favoreça a compreensão das ações propostas.

Com a mesma intenção é disposto o **Capítulo 5**, que ilustra a dinâmica da pesquisa científica e tecnológica no Brasil e no exterior.

Percorrida a contextualização, necessária em um tema complexo e multifacetado, abordamos a estratégia (ações propostas) no **Capítulo 6**.

Este tem início com a apresentação do mais recente diagnóstico (Seção 6.1) realizado pelo CGEE, o qual subsidia a *estrutura da estratégia* (Seção 6.2) com diversas informações. Finalmente, a estratégia é *detalhada* em propostas que podem ser apreciadas, submetidas à discussão e implantadas.

CAPÍTULO 3
PRECEDENTES

A sistematização das informações e conhecimento com vistas ao traçado de políticas públicas teve início em 2006 com uma série de notas técnicas temáticas. Estas, e as que se seguiram, abordaram aspectos variados com o objetivo de construir diagnósticos e recomendações.

Cronologicamente, a produção do CGEE no tema teve o seguinte desenvolvimento:

- **2006, outubro:** Aplicações comerciais existentes utilizando semicondutores orgânicos.
- **2006, novembro:** Líderes mundiais em eletrônica orgânica.
- **2006, novembro:** Avaliação do potencial de aplicações possíveis dos semicondutores orgânicos.
- **2006, dezembro:** Grupos de pesquisa brasileiros diretamente relacionados a semicondutores orgânicos, e as atividades de pesquisa correlatas.
- **2007, fevereiro:** Prospecção tecnológica e de competência de P&D para aplicações em semicondutores orgânicos.
- **2007, maio:** Semicondutores orgânicos, tecnologia do futuro.
- **2007, julho:** Estudo sobre aplicações tecnológicas de semicondutores orgânicos.
- **2007, dezembro:** Semicondutores orgânicos, Proposta para Uma Estratégia Brasileira.
- **2008, dezembro:** Semicondutores orgânicos, Um Enfoque na Cadeia de Valor.
- **2009, fevereiro:** Semicondutores orgânicos para iluminação.
- **2009, junho:** Expanded report: Organic electronics, A Brazilian Perspective to Value Chain.
- **2009, julho:** Cadeia de valor de semicondutores orgânicos, relatório consolidado.
- **2011, junho:** Indústria da eletrônica orgânica no Brasil - Resultado da avaliação das estratégias propostas em 2007 e roadmap para o estabelecimento da indústria da eletrônica orgânica no Brasil.

CAPÍTULO 4
ELETRÔNICA ORGÂNICA

Conceitos

Semicondutores constituem uma classe de materiais que possuem um valor de condutividade intermediário, entre os materiais isolantes (borracha, por exemplo) e os condutores (metais, por exemplo). Essa característica dá margem a que tratamentos químicos lhe sejam feitos com o objetivo de controlar, por exemplo, a direção de passagem da corrente elétrica. Nesse caso, por meio da adição de outros elementos químicos, permite-se a passagem da corrente elétrica em apenas uma direção, bloqueando a passagem na direção contrária.

A partir desses materiais são construídos diversos dispositivos semicondutores (diodos e transistores, por exemplo), que formam a base da moderna eletrônica e também da indústria contemporânea.

Semicondutores típicos são o Silício, o Germânio o GaAs entre outros. Todos eles são denominados de semicondutores intrínsecos (porque a característica de semicondutor é própria do material) e inorgânicos.

Os semicondutores orgânicos tipicamente são compostos orgânicos, ou seja, à base de carbono, que apresentam características próprias dos semicondutores.

Estudos pioneiros nos quais se observa a propriedade de semi-condutividade em materiais orgânicos foram relatados no começo do Séc. 20 (BERNANOSE, DESTRIAU, KASHA). No entanto, é a partir do final dos anos 1980 (TANG, CGEE 2007, p.15) que a eletrônica orgânica passou a receber significativa atenção tanto por parte da comunidade científica quanto por parte das empresas, interessadas nas amplas possibilidades de novos produtos que poderiam ser desenvolvidos com base na nova tecnologia.

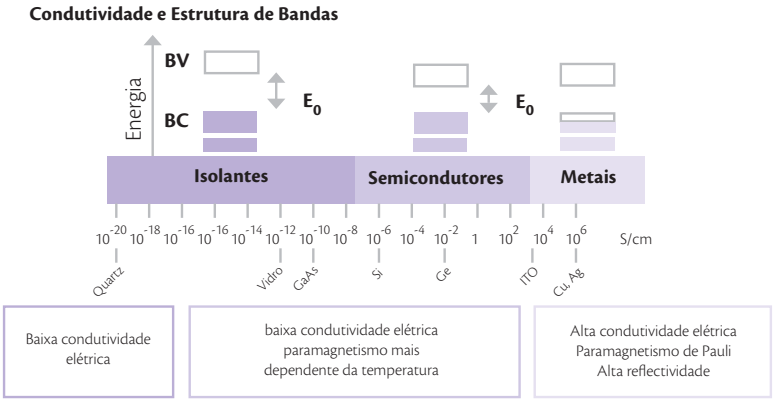


Figura 1 - Posicionamento dos materiais semicondutores no conjuto das demais categorias de materiais

Fonte: Cremona, 2006, p.8

Esse interesse é motivado pela possibilidade de combinar, em um único material, as características elétricas dos semicondutores "com as propriedades dos plásticos comuns, tais como a baixa densidade, a processabilidade e a flexibilidade de síntese" (DA SILVA FILHO, 2008, p5).

Telas (displays) construídas a partir de materiais orgânicos podem ser flexíveis, uma característica que as telas baseadas nos semicondutores tradicionais e nos cristais líquidos não possuem. Além disso, as telas "orgânicas" podem ser bem mais delgadas e são capazes de fornecer cores "cheias e brilhantes com tempo de resposta ágil e amplo campo de visualização" abrindo interessantes perspectivas para a concepção de novos produtos (ROMAN, 2006, p. 4).

A flexibilidade proporcionada pela tecnologia de semicondutores orgânicos também motiva aplicações inovadoras para dispositivos que convertem a energia solar em energia elétrica (células fotovoltaicas orgânicas), que podem ser maleáveis e permitem aplicações antes não imaginadas: roupas recobertas com sensores fotovoltaicos, guarda-sóis que fornecem energia elétrica e que podem ser dobrados como os guarda-sóis comuns, dentre outras aplicações (DA SILVA FILHO et al., 2009, p. 66-70).

Também no campo do processo produtivo, os materiais orgânicos apresentam atraentes novidades, pois permitem (para algumas aplicações) a utilização de técnicas produtivas de baixo custo (COX, 2009, p. 4).

Não obstante os atrativos acima mencionados, a eletrônica orgânica é uma tecnologia nova, repleta de desafios.

No campo dos dispositivos fotovoltaicos orgânicos, por exemplo, a eficiência das células ainda não é satisfatória (DA SILVA FILHO et al., 2009, p. 62-63) se comparadas às congêneres inorgânicas.

As luminárias à base de diodos orgânicos emissores de luz (OLED) ainda são sensíveis à temperatura (acima de 300C), atualmente requerem uma manufatura mais complexa que as atualmente disponíveis, apresentando também problemas de estabilidade para altos valores de luminância, (CREMONA, 2006, p 13,21). De qualquer forma, grandes empresas como a Philips e a Osram já estão comercializando, apesar dos custos ainda elevados, produtos de iluminação baseados em OLEDs.

As vantagens e benefícios para o futuro em contraposição às dificuldades e ineficiências atuais formam parte do cenário de qualquer tecnologia em estágio de desenvolvimento, especialmente no caso das tecnologias de ruptura (BURGELMAN et al,2004,em particular as p.6-7, como resumo e guia para a compreensão de conceitos e aplicações de estratégia tecnológica).

Por esse motivo, o estabelecimento de um pensamento estratégico (que é constituído de ações), com todas as implicações que o mesmo traduz – liderança, comprometimento, honestidade intelectual e desejo de crescimento – é fundamental para o desenvolvimento desta indústria emergente (PORTER, 1996, com destaque para o quadro à p. 78).

Na próxima seção estão listadas algumas das mais atraentes aplicações decorrentes do uso da tecnologia de semicondutores orgânicos.

Aplicações

As aplicações mais correntes para a tecnologia de semicondutores orgânicos são:

1. Iluminação de estado sólido.
2. Display.
3. Sinalização luminosa (cartazes).
4. Fotônica.
5. Sensores.
6. Dispositivos fotovoltaicos.
7. Películas e recobrimentos protetores (anti-estáticos e anti-RF).
8. RFID (ativos e semi-ativos).
9. Lógicas, memórias e eletrônica em geral.
10. Baterias.

Fonte: (CREMONA, 2006)

Algumas destas aplicações já possuem produtos comerciais (displays, iluminação, películas anti-estáticas, RFID passivos). As outras ainda estão em fase de pesquisa laboratorial.

A Figura 2 ilustra, de forma gráfica , as aplicações potenciais para essa tecnologia.

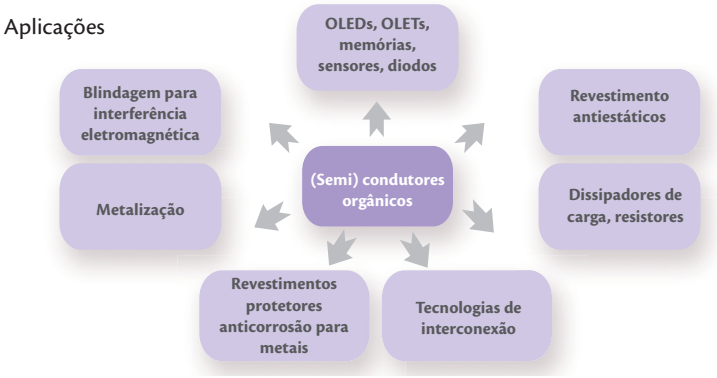


Figura 2 - Possibilidades de aplicações da tecnologia de semicondutores orgânicos (fonte: Cremona, 2006)

Iluminação de estado sólido

A iluminação representa 20% de toda a eletricidade gerada, transmitida, distribuída e consumida no mundo. O mercado global da iluminação elétrica está hoje em torno de u$ 75 bilhões e os EUA retém 20% deste total. Pesquisas do Departamento de Energia dos EUA (DOE) mostram que a iluminação de estado sólido poderá chegar a movimentar em 2025 um mercado de u$ 50 bilhões com uma consequente redução dos consumos elétricos da ordem de 25%. Neste mercado está contida também a fatia relacionada com a tecnologia dos OLEDs.

Principais usos para a aplicação de iluminação utilizando a tecnologia de OLEDs	
Iluminação geral de ambientes.	Sinalização, propaganda.
Design (moda, arte, tendências).	Brinquedos.
Incorporado em roupas, calçados.	Luzes de emergência.
Backlight (retroiluminação) para aparelhos eletrônicos portáteis. Backlight para TFT-LCD e TV.	Painéis de automóveis, embarcações e aviões.

Figura 3 - Aplicação de iluminação para a tecnologia de semicondutores orgânicos (Cremona, 2006)

Telas (Displays)

Os displays planos (Flat Panel Displays, FPD) podem ser utilizados em uma grande variedade de aplicações e produtos. De qualquer forma, cada um possui diferentes requisitos técnicos e especificações para um display eletrônico: um terminal de caixa eletrônico 24h precisa de um display com um ângulo de visão muito estreito para proteger a privacidade do usuário, enquanto um aparelho de TV deve ter idealmente um ângulo de visão muito grande para permitir a muitos usuários de assistir o programa.

O mercado de displays baseados em OLEDs é fragmentado, sendo que a aplicação mais promissora parece ser a relacionada com os aparelhos eletrônicos móveis (Mobile Handset Display).

Existem diversas vantagens de se utilizar um indicador/tela de tipo OLED:

Campo de visão: boa visibilidade em um amplo ângulo de visão.

Tamanho pequeno: a espessura de uma tela baseada em tecnologia OLED pode chegar a

menos de 2 mm e o tamanho para definição do elemento de imagem (pixel) é inferior a qualquer outra tecnologia.

Qualidade da imagem: Alta definição e alto contraste. Além disso, a velocidade de processamento é muito grande, devido ao menor tempo de switch-on e switch-off dos OLEDs em relação às telas baseadas em cristais líquidos (LCD).

Baixo consumo de energia: transformação eficiente de energia elétrica em energia luminosa com baixo aquecimento.

Possibilidade de utilizar suportes flexíveis: os OLED são, atualmente, a única tecnologia que pode ser fabricada sobre suportes plásticos, metálicos e outros flexíveis.

Algumas aplicações da tecnologia de OLEDs:

- Assistentes digitais pessoais (PDAs)
- Mostradores audiovisuais
- Telefones celulares
- Jogos portáteis
- Eletrônicos de saúde pessoais
- Mostradores de informação dinâmica
- Câmeras digitais

Entretanto, o número de aplicações possíveis cresce diariamente e não está restrita a um setor específico da indústria ou tipo de produto (ROMAN, 2006).

Sensores

Os sensores, e particularmente os sensores impressos em substratos flexíveis e/ou descartáveis, representam potencialmente uma vasta área de aplicação para a eletrônica orgânica O interesse neste tipo de tecnologia vem principalmente dos seguintes fatores:

- Melhor funcionalidade para os usuários finais: grande área, dispositivos dobráveis (flexibilidade), dispositivos "vestíveis", dispositivos ultrafinos;
- Facilidade de integração dos dispositivos em folha (impressos) em produtos e sistemas;
- Produção eficiente de dispositivos em folha em grandes áreas (tecnologia roll-to-roll a mesma usada para a impressão de jornais e revistas);
- Baixo custo de fabricação (uma vez implantada a tecnologia).

Fonte: (CREMONA, 2006)

Dispositivos RFID

Uma aplicação particular no campo dos sensores, e uma das mais interessantes aplicações da eletrônica orgânica, é aquela relacionada com os sensores do tipo RFID = Radio Frequency Identification. Estes pequenos dispositivos podem ser eletronicamente identificados (com troca de dados em algum caso) a uma determinada distância. Apesar da transmissão radio ser tipicamente definida entre 300 Hz e 300 MHz, os RFID utilizam, também, frequências da ordem de 100 Hz e de GHz (microondas). Estes dispositivos são geralmente chamados de "tags" (etiquetas) e podem ser utilizados sozinhos (os smart cards são um exemplo) ou integrados a outros dispositivos para monitorar sua identidade de forma remota.

Algumas vezes, os sensores RFID utilizam etiquetas que desempenham funções extras como, por exemplo, "sentir" o que está acontecendo num dado ambiente ou gravar dados atualizados para uma futura interrogação (remota). O principio básico pode ser ilustrado na Figura 4:

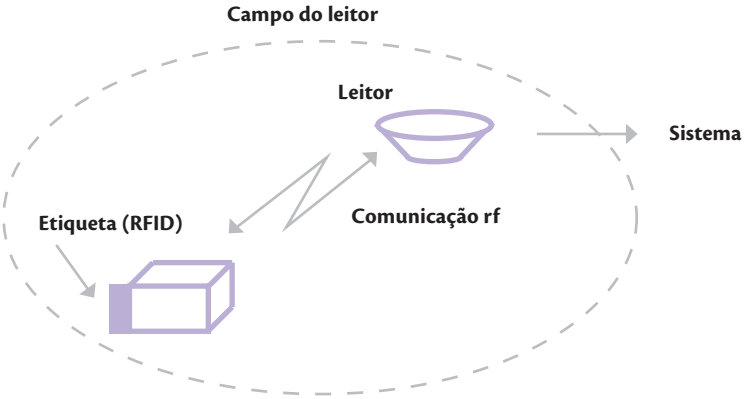


Figura 4 - Ilustração do principio de funcionamento da tecnologia de identificação por rádio freqüência

Fonte: (Cremona, 2006)

Um sensor RFID consiste de um circuito integrado (IC) com uma antena (tipicamente uma pequena bobina) e um encapsulamento (packaging) de proteção (tipo um cartão de plástico) que é função da aplicação. As etiquetas inteligentes são também chamadas de "transponders" e existem de muitos formatos e tamanhos. Alguns destes sensores podem ser pequenos como um grão de arroz. (CREMONA, 2006).

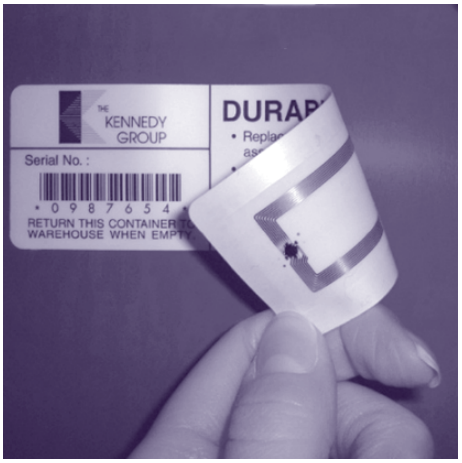


Figura 5 - Exemplo de etiqueta eletrônica (Fonte: Cremona, 2006).

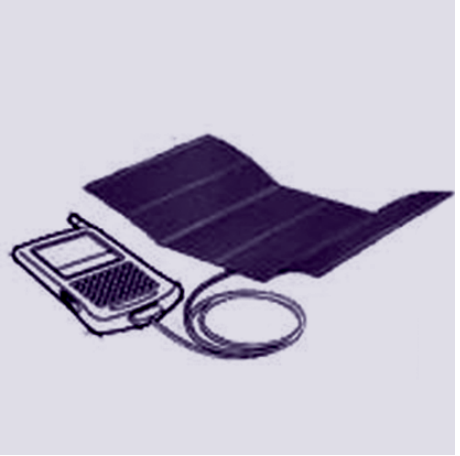


Figura 6 – Exemplo de carregador dobrável para celular (Fonte: Roman, 2006)

Figura 7 – Acima uma lâmpada LED tradicional - semicondutor inorgânico. Abaixo, uma lâmpada WOLED - semicondutor orgânico (Fonte: Da Silva Filho, 2009)

Figura 8 - Integração de células solares em roupas. Produto da G24i (Fonte: Da Silva Filho et al., 2009)

Figura 9 - Exemplo de produção roll-to-roll de painéis de iluminação OLED (Fonte GE apud Da Silva Filho et al., 2009)

Figura 10 - Tela de AM-OLED (OLED de matriz ativa) no Samsung Galaxy S II

Tecnologia

Cadeia de valor

O termo "cadeia de valor" foi introduzido por Michael E. Porter para caracterizar a coleção de atividades de uma empresa, desde o design de um produto até a produção, mercado, entrega e suporte do mesmo (PORTER, 1985).

A Figura 11 ilustra a cadeia de valor no caso da eletrônica orgânica.

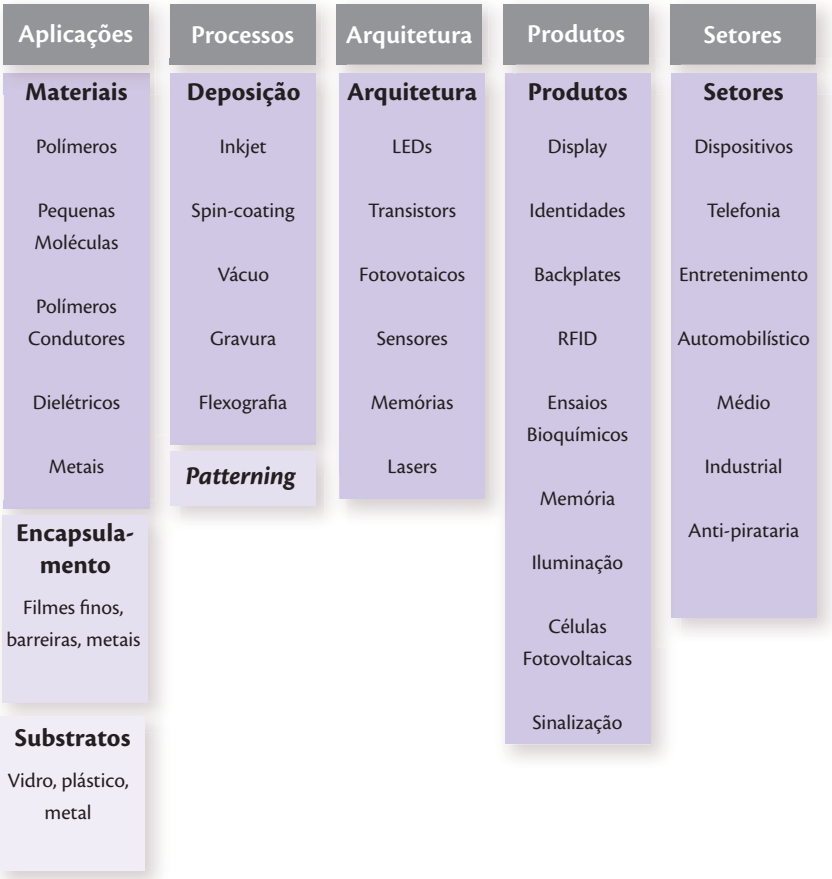


Figura 11 - Cadeia de valor para a eletrônica orgânica. (Fonte: Da Silva Filho, 2008)

Outra forma de representar a cadeia de valor é ilustrada na Figura 12.

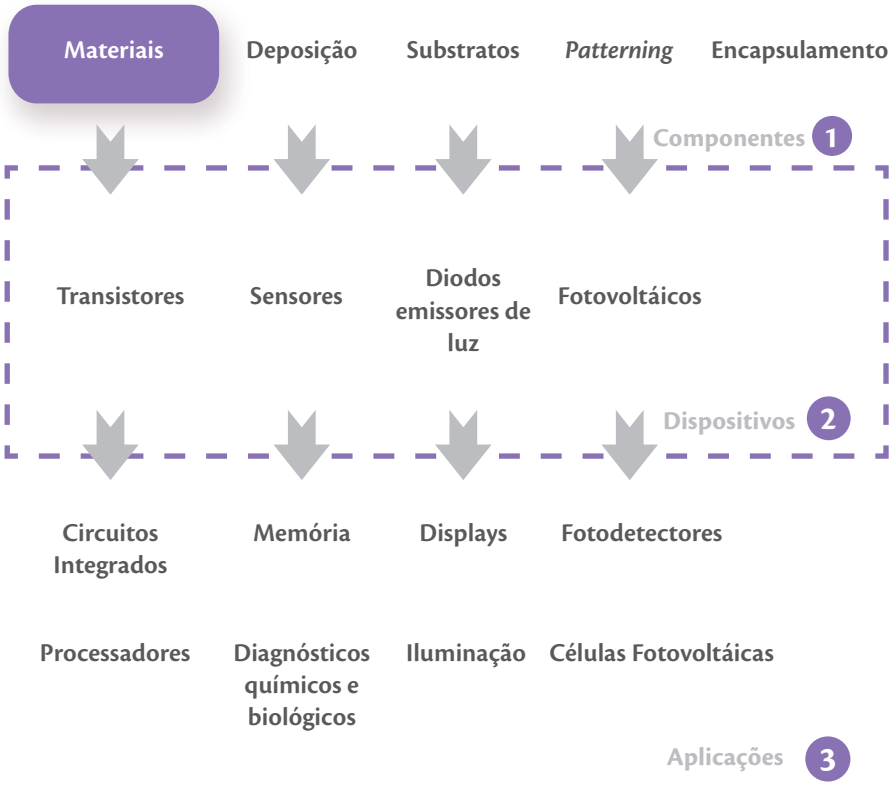


Figura 12 - Representação da cadeia de valor para eletrônica orgânica (Fonte: CRUICKSHANK, 2006)

CAPÍTULO 5

Pesquisa científica e tecnológica

Origens

Na década de 1960, estudos sobre as propriedades de fotocondução de semicondutores orgânicos formaram a base de muito do que se sabe atualmente a respeito destes materiais. Em 1963, Pope, Kallman e Magnante mostraram que cristais orgânicos de antraceno emitiam luz quando se aplicava uma tensão de operação de 400 V (POPE 1963, GURNEE 1965). Em 1964, Helfrich e Schneider, também utilizando cristais de antraceno, conseguiram emissão de luz com tensões mais baixas que Pope, mesmo assim operando próximo a 100 V (HELFRICH, 1969). Deixando de lado a extração de luz esses experimentos mostraram que em determinadas situações era possível conduzir corrente elétrica em materiais orgânicos.

Em 1976, Hideki Shirakawa, Alan Heeger e Alan MacDiarmind mostraram que a condutividade elétrica de certos polímeros orgânicos pode ser dramaticamente alterada. A dopagem do poliacetileno com iodo deu origem a um filme metálico, com propriedade elétricas semelhante a dos metais. Por esta descoberta, estes cientistas ganharam o prêmio Nobel de 2000 em química e aumentaram o interesse por estes novos materiais.

O primeiro relato de eletroluminescência em filmes orgânicos foi em 1975, por Roger Partridge, no Laboratório Nacional de Física, na Inglaterra. O interesse nos materiais orgânicos com relação à eletrônica, só veio ganhar forças em 1987, quando C. Tang e S. VanSlyke apresentaram, pela Eastman Kodak, o primeiro dispositivo emissor de luz eficiente baseado em materiais orgânicos funcionando a tensões da ordem de 10 V ou menos (TANG, 1987). Para isso, eles usaram moléculas conjugadas, em um dispositivo bicamada: uma camada de uma molécula aromática transportadora de buracos e bloqueadora de elétrons; e outra camada de uma molécula fluorescente pertencente à classe dos complexos metálicos dos quelatos, tris-(8- hidróxidoquinolina)--Alumínio (Alq3), transportadora de elétrons e responsável pela emissão do dispositivo. Esse tipo de dispositivo ficou conhecido como OLED, do inglês, Organic Light Emitting Diode. Desde a sua descoberta, os OLEDs vêm se aprimorando constantemente. Os primeiros OLEDs acendiam

por uma fração de tempo quase imperceptível. Atualmente, a vida média dos OLEDs chega a 150 mil horas. Com esta vida média, esses materiais são fortes candidatos a essencialmente qualquer tipo de aplicação tecnológica que emita luz.

Pesquisa científica

Exterior

Mesmo estando num avançado estágio de comercialização de vários produtos, pelo menos no que diz respeito a pequenos displays (celulares), a pesquisa básica em semicondutores orgânicos é bastante ativa. Como exemplo, um levantamento na "Web of science" com o termo "organic semiconductors" gerou um número de 35.136 publicações desde o ano de 1997 até novembro de 2011, mostrando um crescimento exponencial no número de publicações ano a ano. Vários dos artigos de destaque nesta área são publicados nas principais revistas de circulação internacional e com alto parâmetro de impacto, como Science, Nature, Nature Materials, Physics Review Letters, Chemical Physics Letters, entre outras.

Intensa atividade de pesquisa tem sido realizada sobre dispositivos semicondutores orgânicos, sua tecnologia e aplicações. Miranda (2006) estudou a produção científica de uma amostra de 37 pesquisadores estrangeiros de renome perante a comunidade científica. Os resultados desse estudo estão tabulados na Tabela 1. Esta apresenta volumes expressivos de produção (média de 367 artigos por pesquisador), constituindo-se referência para seus pares ao redor do mundo (média de 2900 citações por artigo).

Tabela 1 - Alguns indicadores da produção científica internacional em uma amostra de pesquisadores

Total de pesquisadores da amostra	37
Número de vezes em que os principais artigos dos pesquisadores dessa amostra foram citados (Times Cited - total)	107.315
Média das vezes em que os principais artigos dos pesquisadores dessa amostra foram citados (Times Cited - total)	2.900
Número total de publicações (dos pesquisadores da amostra)	13.584
Média de publicações por pesquisador (da amostra)	367

Fonte: elaboração própria, segundo dados de Miranda, 2006

Brasil

De uma forma geral, o investimento em CT&I no país cresceu consideravelmente nos últimos anos, resultado de ação articulada e de longo prazo do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT). Várias formas inovadoras de financiamento proporcionaram um bom desenvolvimento em áreas estratégicas. Os semicondutores orgânicos têm sido objeto de pesquisa básica no Brasil há mais de duas décadas, e tiveram um impulso maior com a introdução de programas como Pronex, Institutos do Milênio e Redes Cooperativas de Nanociências e Nanotecnologias, no final da década de 1990 e inicio de 2000. Cada um desses programas proporcionou uma atuação mais coordenada e participativa das competências nacionais neste tema, acelerando de forma bastante eficaz o desenvolvimento desta área. Atualmente, o Brasil conta com o Instituto Nacional de Eletrônica Orgânica, (INEO-INCT), que reune mais de 27 Instituições e 35 grupos de pesquisa diretamente envolvidos com a pesquisa em eletrônica orgânica. As atividades do INEO-INCT são divididas em três eixos: a) eletrônica orgânica; b) Bio-sistemas e compostos naturais; c) divulgação científica. Entre 2009 e 2010 o INEO publicou mais de 160 artigos em revistas científicas internacionais, formou mais de cem estudantes (entre doutores, mestres, etc...), e publicou em torno de dez patentes. Uma das metas do INEO é o fortalecimento da interação entre o setor empresarial e o setor da academia para o desenvolvimento de produtos de eletrônica orgânica.

No Brasil, a atividade de pesquisa tem se intensificado, com os principais resultados de produção sintetizada na Tabela 2.

Tabela 2 - Alguns indicadores da produção científica nacional em uma amostra de pesquisadores

Total de pesquisadores da amostra	20
Número de vezes em que os principais artigos dos pesquisadores dessa amostra foram citados (Times Cited - total)	2.306
Média das vezes em que os principais artigos dos pesquisadores dessa amostra foram citados (Times Cited - total)	115
Número total de publicações (dos pesquisadores da amostra)	1985
Média de publicações por pesquisador (da amostra)	99

Fonte: elaboração própria, segundo dados de Roman, 2006-b)

Pesquisa tecnológica

Uma forma de avaliar a atividade tecnológica é por meio da análise de patentes, que permite estudar os padrões da pesquisa tecnológica, caminhos e estratégias empregadas pelos principais agentes (empresas depositárias, inventores, instituições de pesquisa, entre outros).

Estudo da consultora Rio Grande (2011) identificou 5718 patentes utilizando as palavras-chave: OLED, SM-OLED, P-OLED, SMOLED, PLED, AMOLED ou PLED. Estas palavras poderiam estar tanto no título da patente, quanto no seu resumo (abstract). A busca realizada incluia resultados europeus (European Patent Office), americanos (USPTO), asiáticos, e sul-americanos.

Tabela 3 - As vinte 20 empresas mais ativas em pesquisa tecnológica no campo de OLEDs

Principais companhias patenteadoras OLED, SM-OLED, P-OLED, SMOLED, PLED, AMOLED ou PLED	
SAMSUNG	DAEWOO
EASTMAN KODAK	CORNING INC
LG	IGNIS INNOVATION
AU OPTRONICS	RITDISPLAY
SEIKO EPSON CO	HITACHI
KONINKL PHILIPS	SONY
OSRAM	THOMSON LICENSING
CAMBRIDGE DISPLAY	GEN ELECTRIC
MATSUSHITA	BASF
TOSHIBA	GRACEL DISPLAY

Fonte: Rio Grande, 2011

A Tabela 3 lista as empresas com maior atividade de patentes no período 2000 a 2009. A Figura 13 indica numericamente a atividade dessas empresas.

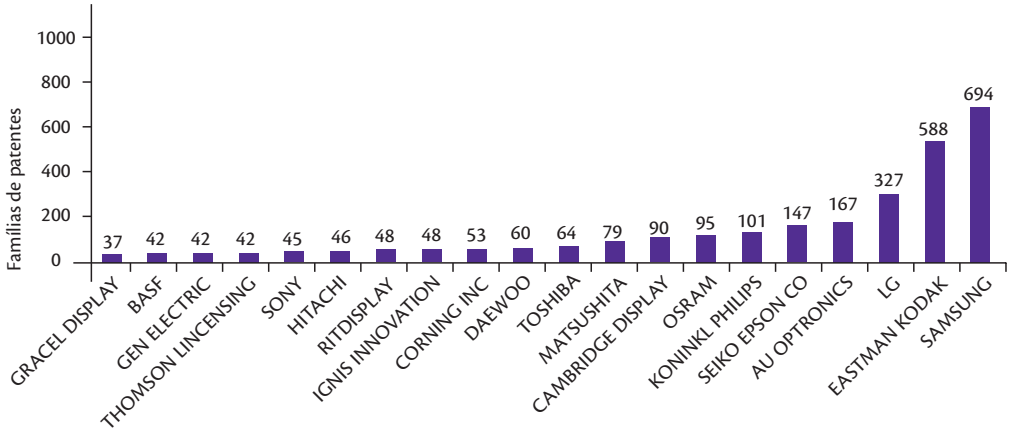


Figura 13 - As 20 empresas mais ativas em pesquisa tecnológica no campo de OLEDs, por número de aplicações

Fonte: Rio Grande, 2011

A Figura 14 indica o aumento consistente da atividade tecnológica até 2007, registrando uma queda em 2008, que se torna acentuada em 2009. Nessa figura estão contabilizadas as patentes tanto de pesquisa em tecnologia propriamente dita quanto as patentes que se referem a aplicações das tecnologias.

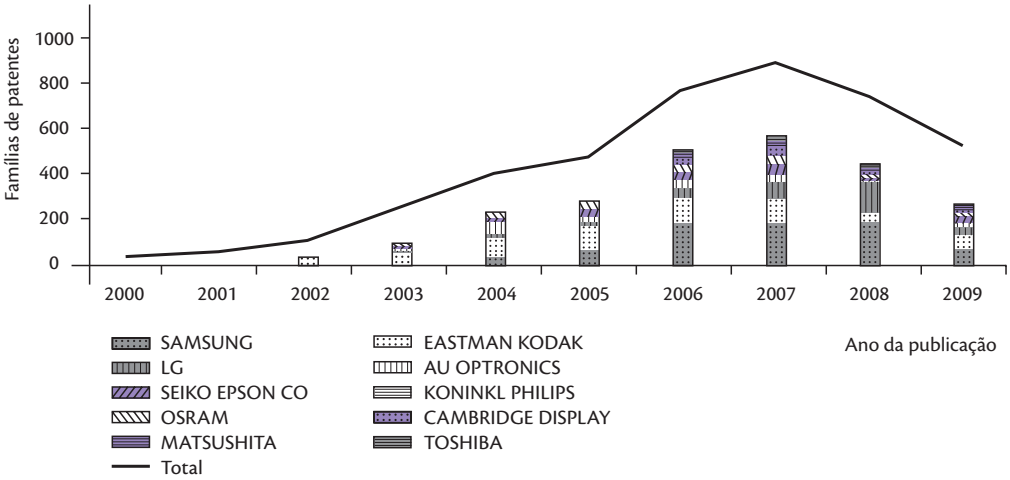


Figura 14 – Atividade tecnológica relacionada a OLED, 2000-2009

Fonte: Rio Grande, 2011

Se forem consideradas apenas as patentes que se referem à pesquisa da tecnologia propriamente dita, o perfil é o indicado na Figura 15. Essa figura indica uma retomada da atividade de pesquisa, mas que ainda não possui volume suficiente para influenciar o perfil de queda apresentado na Figura 14.

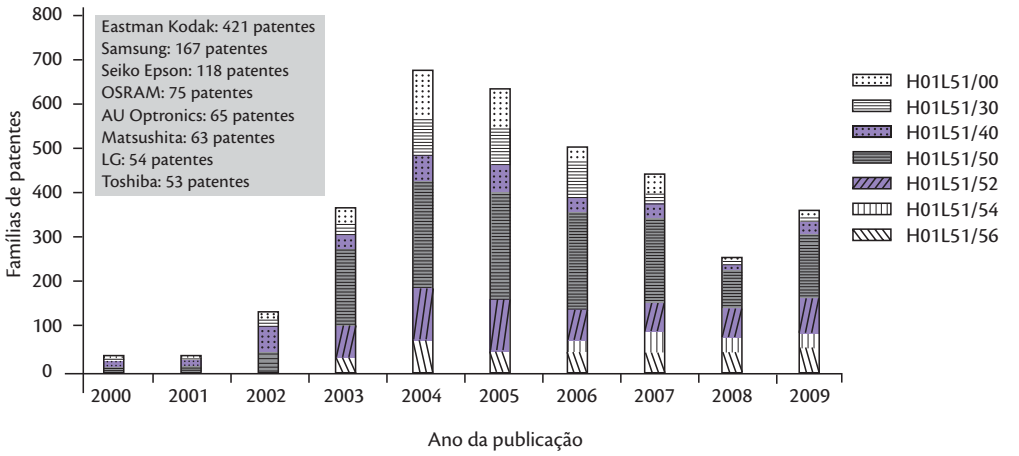


Figura 15 - Perfil do depósito de patentes (mundo, 2000-2009) apenas para a pesquisa de tecnologia de OLED propriamente dita, sem considerar as aplicações

Fonte: Rio Grande, 2011

O que se pode concluir é que a pesquisa tecnológica cedeu (de 2004 a 2008) impulso para a pesquisa por aplicações. Porém, a partir de 2009, há novo crescimento, provavelmente motivado pela necessidade de melhor desempenho e maturidade das tecnologias (para fazer concorrência à revitalização das tecnologias tradicionais).

CAPÍTULO 6

Proposta de ação

O contexto desenhado nos capítulos precedentes é característico de tecnologias de ruptura que enfrentam sucessivas fases de amadurecimento. Os avanços, acompanhados de eufóricas esperanças, alternam-se com retrocessos ou perda de competitividade perante tecnologias concorrentes. O fenômeno não é raro e, muitas vezes, apresenta sérios dilemas de decisão para o gestor, seja ele um executivo de uma empresa privada, um empreendedor iniciando seu negócio, ou o formulador de políticas públicas.

Há um descompasso entre as potencialidades da tecnologia e a demanda do mercado, entre os requisitos dos consumidores e o desempenho atual da tecnologia. Há dificuldades para se decidir onde e quanto investir; e como investir. O estabelecimento de uma cadeia produtiva parece uma barreira praticamente intransponível e não se sabe por onde começar. Não há informações sobre o mercado, modelos de negócios e concorrência que pareçam ser estáveis e críveis no médio prazo. A estas e outras questões, que constituem o "dilema do inovador" (CHRISTENSEN, 1997. De especial interesse para o nosso tema são a introdução e os capítulos 2 e 11), devem ser dadas respostas específicas que sejam apropriadas à natureza do problema.

O desenvolvimento de negócios baseados em tecnologias de ruptura possui um perfil bastante distinto do investimento em tecnologias já estabelecidas. Grande parte dessa diferença corre por conta das incertezas associadas às novas tecnologias.

O extenso diagnóstico realizado pelo CGEE (DE MEDEIROS E SHAYANI, 2011) confirma essa diferenciação e apresenta elementos importantes para subsidiar a proposta de ação.

Diagnóstico

De Medeiros et Shayani (2011) retomam as recomendações do Estudo de 2007 (CGEE, 2007) e o submetem para apreciação e atualização por um grupo de aproximadamente 300 especialistas e profissionais atuantes no setor, "os quais identificaram a situação atual, os gargalos existentes e as articulações multi-institucionais necessárias" (DE MEDEIROS E SHAYANI, 2011, p.3).

Dessa consulta resultaram as restrições listadas na Tabela 4, no quadro à esquerda.

Decorre que essas restrições geram problemas no curto e longo prazos, pois limitam a capacidade nacional de germinar e desenvolver novas empresas e negócios, minando os esforços para a implantação de uma estrutura industrial e de uma cadeia produtiva estável e próspera no campo da eletrônica orgânica.

Além disso, também afetam o desenvolvimento tecnológico propriamente dito, pois não favorecem pesquisa conjunta e integrada com vistas ao desenvolvimento de tecnologias e protótipos mais maduros e de melhor desempenho.

Os problemas decorrentes dessas restrições são listados na Tabela 4, no quadro à direita.

Na Tabela 4, o distanciamento entre empresas e centros de pesquisa, uma restrição apontada à esquerda da tabela, é um dos fatores que pode explicar o baixo índice de nascimento de novas empresas ou novos negócios. Se a distância é grande, é difícil a tarefa de fazer algo em conjunto. Este problema (o baixo índice de nascimento de novos negócios) é decorrente da restrição apontada (grande distância).

No entanto, essa restrição (o distanciamento) isola cada participante em seu "mundo". As empresas não tomam conhecimento das possibilidades abertas pela pesquisa da academia, que, por sua vez, fica sem conhecer quais são as verdadeiras exigências de maturidade e desempenho que a tecnologia necessita alcançar para poder ser bem sucedida no mercado.

Por isso, o distanciamento provoca outro problema: as tecnologias desenvolvidas têm baixa maturidade e desempenho insuficiente para inserção em produtos comercializáveis.

Tabela 4 - Restrições ao desenvolvimento da indústria e problemas delas decorrentes

Restrições ao desenvolvimento da indústria de semicondutores orgânicos segundo consulta a especialistas e profissionais do setor (DE MEDEIROS ET. SHAYANI, 2011)	Problema que decorre da restrição apontada no quadro à esquerda.
Distanciamento entre empresas e centros de pesquisa.	• Baixo índice de surgimento de novas empresas e novos negócios. • Tecnologia com baixa maturidade e desempenho insuficiente.
Baixo estímulo à efetiva fabricação e comercialização de produtos inovadores baseados em semicondutores orgânicos.	• Baixo índice de nascimento de novas empresas e novos negócios
Escassez de equipes multidisciplinares para tratar o assunto de forma mais ampla.	• Baixo índice de nascimento de novas empresas e novos negócios. • Tecnologia com baixa maturidade e desempenho insuficiente
Baixa penetração dos semicondutores orgânicos nos produtos comercialmente utilizados.	• Baixo índice de nascimento de novas empresas e novos negócios.
Difícil concorrência no mercado nacional com os produtos importados, notadamente os de origem chinesa, devido à elevada carga tributária.	• Baixo índice de nascimento de novas empresas e novos negócios.
Baixa integração entre as políticas públicas e o setor de semicondutores orgânicos.	• Baixo índice de nascimento de novas empresas e novos negócios. • Tecnologia com baixa maturidade e desempenho insuficiente.
Dificuldade em encontrar investidores dispostos a financiar produtos sem mercado consolidado.	• Baixo índice de nascimento de novas empresas e novos negócios.
Falta de conhecimento da população em geral sobre a importância e as vantagens da utilização de semicondutores orgânicos.	• Baixo índice de nascimento de novas empresas e novos negócios.
Escassez de recursos humanos com conhecimentos técnicos sobre tecnologias emergentes	• Tecnologia com baixa maturidade e desempenho insuficiente. • Baixo índice de nascimento de novas empresas e novos negócios.
Indefinições e incertezas quanto a aspectos de regulamentação, normas, padrões técnicos e garantia da qualidade, tanto na produção para atender ao mercado nacional quanto para integração ao mercado mundial.	• Tecnologia com baixa maturidade e desempenho insuficiente. • Baixo índice de nascimento de novas empresas e novos negócios.
Incentivos insuficientes para que os produtos a serem produzidos em território nacional sejam competitivos no mercado mundial (exportação).	• Tecnologia com baixa maturidade e desempenho insuficiente. • Baixo índice de nascimento de novas empresas e novos negócios.

Fonte: Elaboração própria e De Medeiros et. Shayani, 2011

Dessa forma, a restrição distanciamento entre empresas e centros de pesquisa acarreta dois problemas fundamentais:

- Baixo índice de nascimento de novas empresas e novos negócios.
- Tecnologia com baixa maturidade e desempenho insuficiente.

A dificuldade em encontrar investidores dispostos a financiar produtos sem mercado consolidado é outra forte restrição que possui uma repercussão imediata e extraordinária no baixo índice de nascimento de novos negócios. Os empresários brasileiros dificilmente se aventuram em novos negócios que não possuam ganhos quase que imediatos. Novas tecnologias são sempre vistas com desconfiança e, mais importante, a participação de membros da academia é, para muitos empresários, sinônimos de atraso na obtenção dos objetivos. O que leva de volta ao problema do distanciamento entre empresas e centros de pesquisa citado anteriormente.

Raciocínio similar, empregado para as demais restrições, leva à síntese que completa as informações presentes na Tabela 4.

Esses problemas, somados, produzem perda de competitividade e dificuldade de manutenção do patamar tecnológico alcançado e, em última instância, podem ser traduzidos como atraso para o país.

A Figura 16 estrutura essa questão de forma analítica, segundo modelo para formulação de programas utilizado no Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea) (CASSIOLATO & GUERESSI, 2010).

De acordo com De Medeiros e Shayani (2011), "a consulta aos especialistas permite inferir que o país possui diversas iniciativas na área de semicondutores orgânicos, porém é necessário coordenar os esforços em busca de um objetivo comum, aproximando academias e empresas, e estimulando que elas sejam direcionadas para produtos competitivos que possam ser inseridos no mercado." (grifo nosso).

O distanciamento entre as empresas (dinâmica empreendedora), a academia (conhecimento) e o capital, é um dos fatores que desfavorece o nascimento de novas empresas e de novos negócios, e isso é um empecilho ao desenvolvimento livre da indústria.

Paralelamente, a manutenção de um baixo grau de maturidade tecnológica por longos períodos desestimula a pesquisa e põe em risco não apenas a indústria infante, mas também os investimentos já realizados em pesquisa básica.

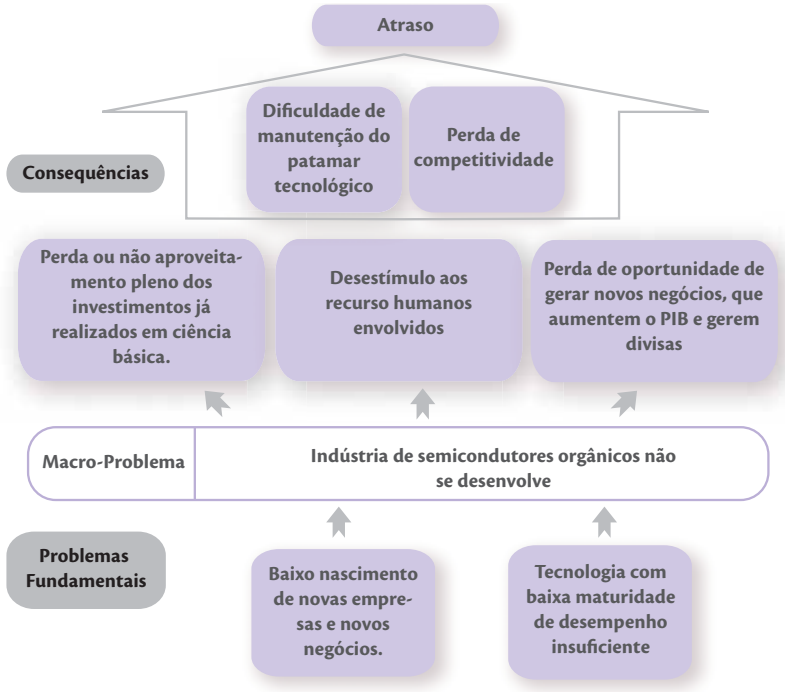


Figura 16 - Estrutura analítica do problema. (Fonte: Elaboração própria).

Estrutura da ação

No decorrer dos estudos realizados pelo CGEE, a participação de empresas privadas aportou importantes contribuições. No entanto, quantitativamente, o Brasil é o lar de um limitado número de empresas com negócios em semicondutores orgânicos. Não obstante, é na inserção de produtos no mercado, uma atividade essencialmente empresarial, que se espera o crescimento do setor de eletrônica orgânica.

O estímulo ao surgimento de novas empresas, a fim de que prosperem novos negócios, e se engendre um círculo virtuoso de progresso econômico e de cooperação quantitativamente relevante entre empresas e a academia, é um dos vetores mais relevantes para o desenvolvimento do país nessa área.

Pequenas e médias empresas e grandes corporações se complementam em uma estrutura industrial economicamente madura e sustentável no longo prazo.

Políticas de sucesso em todo o mundo têm se apoiado no dinamismo e flexibilidade das pequenas e médias empresas para desenvolver novas áreas de negócios e novos adensamentos nas cadeias produtivas. Pequenas empresas são mais ágeis para testar novos conceitos, possuem reduzida burocracia e o empreendedor tem grande autonomia de decisão.

A solução proposta deve combater os problemas fundamentais (baixo índice de nascimento de novas empresas e novos negócios e tecnologia com baixa maturidade e desempenho insuficiente). A construção analítica da solução é similar à formulação do problema e está ilustrada na Figura 17.

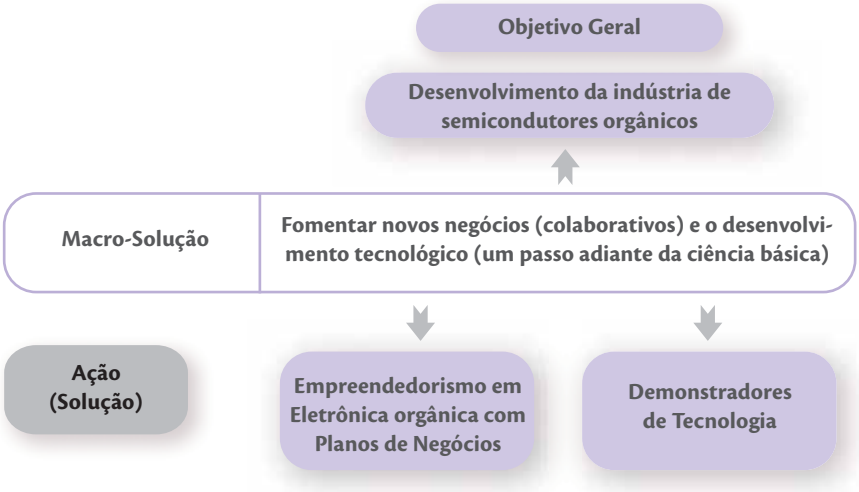


Figura 17 - Estrutura analítica da solução

Fonte: Elaboração própria

A solução contém duas ações propostas para combater as duas causas raízes do problema:

- Empreendedorismo em eletrônica orgânica com planos de negócios: visa proporcionar aumento do número de empresas e negócios de base tecnológica em semicondutores orgânicos.
- Demonstradores de tecnologia: propõe-se ao aumento do desempenho e maturidade tecnológica de protótipos e produtos.

Cabe aqui frisar que um fator importante a ser evitado nestas propostas é a tentação de investir dinheiro em ações que possam ter um retorno mais imediato, mas que não visam uma transferência de tecnologia para o país. Em outras palavras, a sugestão é de priorizar ações, grupos, centros ou instituições que impliquem o nascimento de uma indústria brasileira de eletrônica orgânica. Neste caso, pode até existir a participação de uma ou mais empresas estrangeiras que, pela utilização do mercado brasileiro, serão obrigadas a desenvolver ações de transferência de tecnologia, formação de recursos humanos, etc, nesta área. O que deve ser evitado são iniciativas que favoreçam somente a instalação de "montadoras de tecnologia", mais ou menos especializadas, que nada contribuem ao crescimento e desenvolvimento do país, mas que abrem as portas do mercado brasileiro a empresas estrangeiras.

As seções seguintes apresentam as especificações das duas ações propostas.

Empreendedorismo em eletrônica orgânica com planos de negócios

O fundamento desta ação é promover a integração entre os diversos atores do cenário de negócios de base tecnológica, reduzindo distâncias entre empresas já estabelecidas, empreendedores de novos negócios e comunidade acadêmica (pesquisadores, professores, e alunos).

Consiste em promover a associação entre empreendedores (já no mercado ou novos entrantes) e acadêmicos (professores, alunos, pesquisadores) por meio da elaboração de um plano de negócios com o objetivo de comercializar um produto à base de tecnologia desenvolvida na academia e/ou empresa de origem dos participantes.

A Figura 18 identifica o fluxo de eventos e as instituições (proposta) envolvidas.

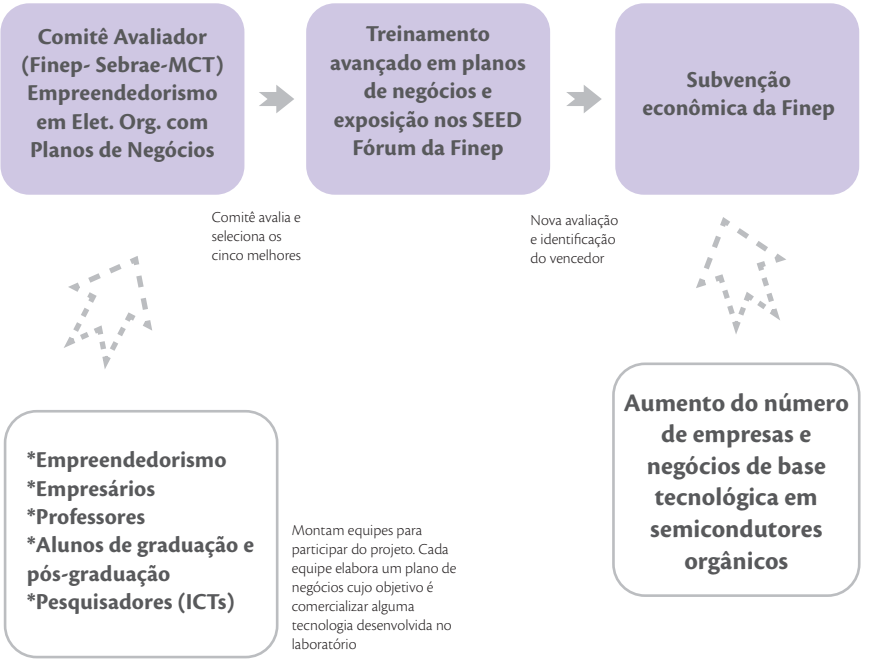


Figura 18 - Fluxo de eventos e instituições envolvidas (proposta).

Demonstradores de tecnologia

Esta ação também busca promover a integração entre os diversos atores do cenário de negócios de base tecnológica, porém possui foco no desenvolvimento de tecnologias. Podem participar pesquisadores, professores, alunos de graduação ou pós-graduação, por exemplo.

Consiste em promover um desafio para o fornecimento de tecnologia com parâmetros de desempenho audazes a fim de incentivar a busca por novas soluções e avançar a fronteira do conhecimento no Brasil.

O comitê organizador estabelece parâmetros de desempenho que espera encontrar nas tecnologias propostas pelos participantes. Os grupos que apresentarem soluções mais próximas das

especificadas pelo comitê receberão ainda mais incentivos para pesquisa, na forma de bolsas e auxílios do CNPq (proposta).

A Figura 19 identifica o fluxo de eventos e as instituições (proposta) envolvidas.

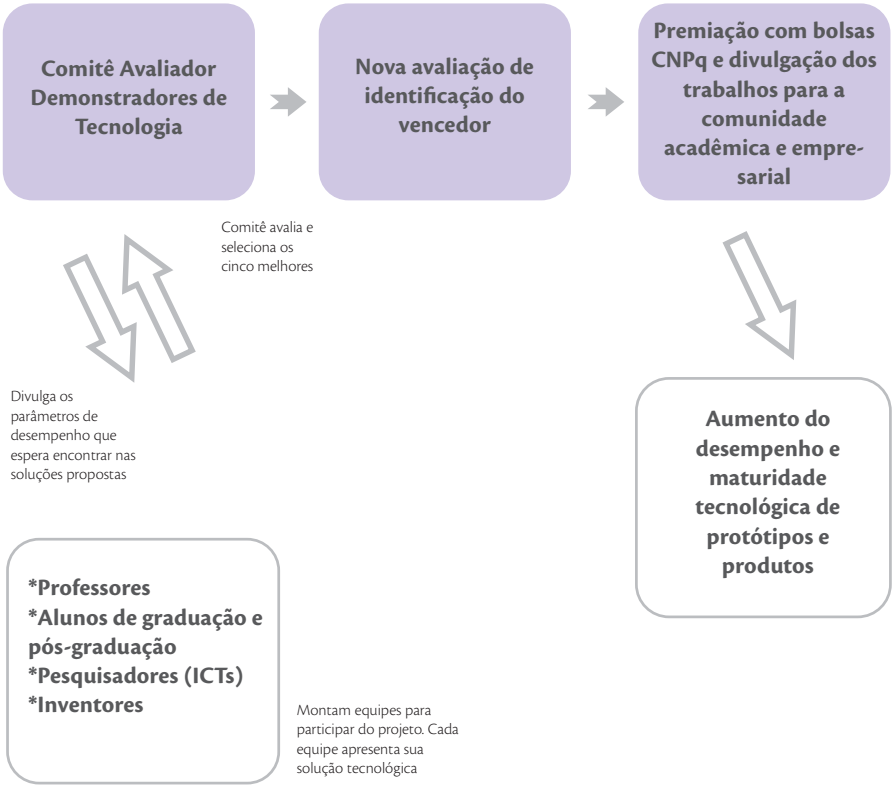


Figura 19 - Fluxo de eventos e instituições envolvidas (proposta).

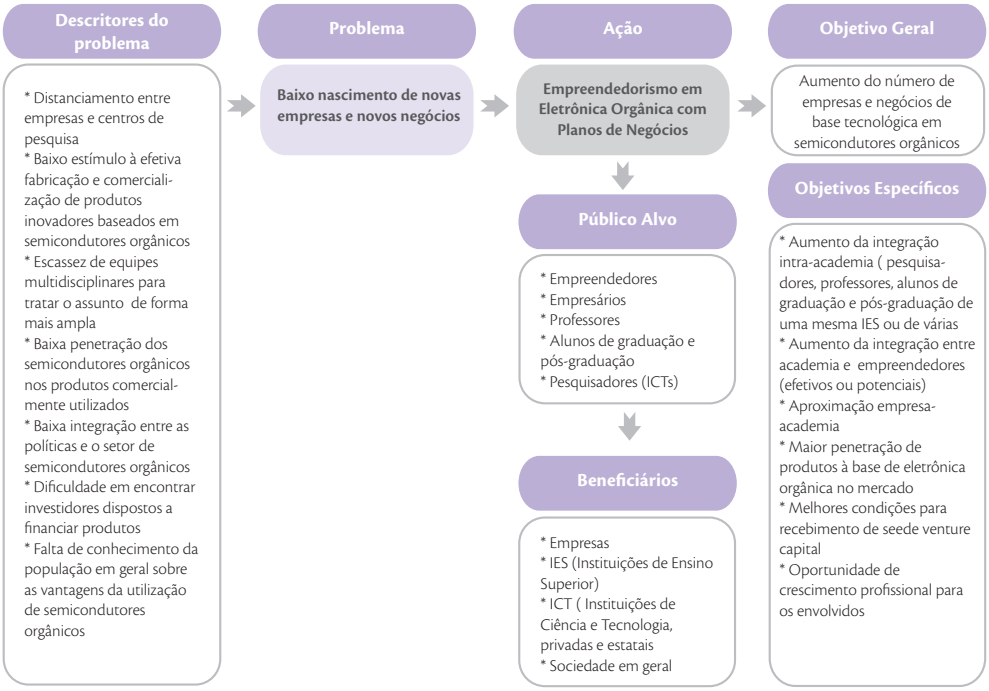


Figura 20 - Estrutura analítica para o projeto Empreendedorismo em Eletrônica Orgânica com Planos de Negócio.

As instituições mencionadas nas ilustrações anteriores são sugestivas e de forma alguma excluem a participação de outras instituições que possuam a competência necessária. (DE MEDEIROS E SHAYANI, 2011).

As ações apresentadas visam responder às mais urgentes necessidades para o desenvolvimento da indústria de eletrônica orgânica no país, e estão alinhadas com os resultados dos seminários e workshops promovidos pelo CGEE (Anexo 1). (DE MEDEIROS E SHAYANI, 2011).

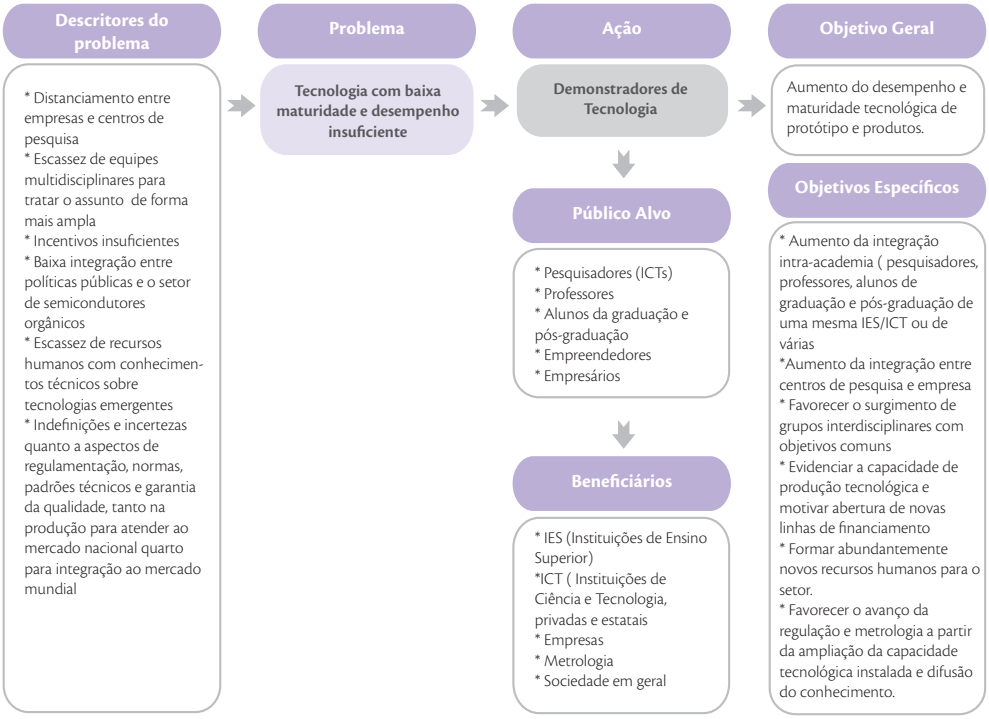


Figura 21 - Estrutura analítica para o projeto Demonstradores de Tecnologia.

Finalmente, o quadro de ações que se acaba de desenhar não deixa de pertencer a um macro--processo de desenvolvimento, o qual é ilustrado pelo *roadmap* proposto em De Medeiros e Shayani (2011), no Anexo 2.

Referências

BERNANOSE, A.; COMTE, M.; VOUAUX, P. A new method of light emission by certain organic compounds. **J. Chim. Phys**. n. 50, p. 64, 1953.

BURGELMAN, R.A.; CHRISTENSEN, C.M.; WHEELWRIGHT, S.C. **Strategic management of technology and innovation,** 4ª ed., McGraw-Hill, New York, USA, 2004.

CASSIOLATO, M.; GUERESI, S. **Como elaborar modelo lógico: roteiro para formular programas e organizar avaliação**, Nota Técnica, IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, Brasília – DF, 2010.

CENTRO de Gestão e Estudos Estratégicos - CGEE. **Semicondutores orgânicos: proposta para uma estratégia brasileira**, CGEE, Brasília, DF, 2007.

CHRISTENSEN, C. M. **The Innovator's dilemma**. Harvard Business School Press, Cambridge, USA, 1997.

COX, P. **Expanded report: organic electronics, a Brazilian perspective to value chain**, Nota Técnica, CGEE – Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, Brasília, DF, 2009.

CREMONA, M. **Avaliação do potencial de aplicações possíveis dos semicondutores orgânicos,** Nota Técnica, CGEE – Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, Brasília, DF, 2006.

CRUICKSHANK, C. **Commercial analysis of the organic semiconductor industry**. In: ORGANIC ELECTRONICS CONFERENCE, 2006. Frankfurt, Germany, 2006.

Da SILVA FILHO, D. **Semicondutores orgânicos, um enfoque na cadeia de valor**. Nota Técnica, CGEE – Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, Brasília, DF, 2008.

____. **Semicondutores orgânicos para iluminação, Relatório de Atividades**, CGEE – Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, Brasília, DF, 2009.

Da SILVA FILHO, D.; COX, G.P.; Veres, J. **Cadeia de valor de semicondutores orgânicos, relatório consolidado**. Nota Técnica, CGEE – Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, Brasília, DF, 2009.

DESTRIAU G. ; SADDY J. Préparation de substances luminescentes particulièrement sensibles à l'action des champs électriques. **Journal de Phisique et le Radium** , v. 6, n. 1, p. 12, 1945.

De MEDEIROS, E.F.; SHAYANI, R.A. **Indústria da eletrônica orgânica no Brasil - resultado da avaliação das estratégias propostas em 2007 e roadmap para o estabelecimento da indústria da eletrônica orgânica no Brasil**, Documento de Trabalho, CGEE – Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, Brasília, DF, 2011.

GURNEE, E.; FERNANDEZ, R. **US Patent 3172862,** 1965.

HELFRICH, W., SCHNEIDER, W.G. Recombination radiation in anthracene crystals. **Physical Review Letters**, v. 14, n. 7, p., 229-231, 1965.

KASHA, M. **Chem. Rev.** v. 41, n. 2, 1947, p. 401

MIRANDA, P. **Líderes mundiais em eletrônica orgânica**, Nota Técnica, CGEE – Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, Brasília, DF, 2006.

POPE, M.; KALLMANN, H.P.; MAGNANTE, P. Electroluminescence in organic crystals. **Journal of Chemical Physics**, v. 38, p. 2042, 1963. Doi: 10.1063/1.

PORTER, M. E. **Competitive advantage: creating and sustaining superior performance.** New York: Collier Macmillan. 1985.

____. What is strategy? **Harvard Business Review**, Cambridge, USA, November-December, 1996, p. 61-78.

RIO GRANDE. **Organic electronics: market, research and technology**, São José dos Campos, SP, 2011

ROMAN, L.S. **Aplicações comerciais existentes utilizando semicondutores orgânicos**, Nota Técnica, CGEE – Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, Brasília, DF, 2006.

____. **Grupos de pesquisa brasileiros diretamente relacionados a semicondutores orgânicos, e as atividades de pesquisa correlatas**, Nota Técnica, CGEE – Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, Brasília, DF, 2006.

Colaboradores

Contribuições diretas ou indiretas de especialistas colaboradores enriqueceram os estudos realizados pelo CGEE desde 2006 até a presente data. O CGEE agradece e cumprimenta a cada um cordialmente:

Adelaide Maria de Souza Antunes, *aantunes@inpi.gov.br*, é especialista sênior do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (Inpi), professora permanente do Programa de Pós Graduação do Mestrado Profissional em PI e Inovação do Inpi, professora permanente do Programa de Pós Graduação de Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos da Escola de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Adriano Reinaldo Viçoto Benvenho, *adriano.benvenho@ufabc.edu.br*, é doutor em Física; Professor da Universidade Federal do ABC na área de síntese e caracterização de semicondutores. Atua principalmente no desenvolvimento de dispositivos optoeletrônicos orgânicos.

Alexandre Marletta, *marletta@ufu.br*, é doutor em Física e professor do Instituto de Física da Universidade Federal de Uberlândia. Atua principalmente no estudo das propriedades fotofísicas de semicondutores orgânicos. Membro do INCT de Eletrônica Orgânica.

Ana Maria Rocco, *amrocco@eq.ufrj.br*, é professora da Escola de Química (EQ) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e coordena o Grupo de Materiais Condutores e Energia (GMCE). Atua nas áreas de Química e Engenharia Química, em diferentes especialidades, dentre as quais pode-se destacar a Química do Estado Condensado, a Nanotecnologia e o setor de Energia.

Andressa Gusmão, mestre em Engenharia Química, da Escola de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Carlos Venicius Frees, *carlos.frees@abdi.com.br*, é especialista em projetos TIC da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI).

Celio Costa Vaz, *celiovaz@orbital-eng.com*, é doutor em Ciência pelo Instituto de Aeronáutica e Espaço - IAE. Diretor de Engenharia da Orbital Engenharia.

Daniel Bicalho Hoefle, *danielhoefle@gmail.com*, é engenheiro químico.

Danielle Moraes, *danielle.moraes@csembrasil.com.br*, é doutora em Física pela UniversidadeFederal do Rio de Janeiro (UFRJ). Trabalhou durante oito anos na Agência Européia de Pesquisa Nuclear (Cern), na Suíça, na pesquisa e coordenação de projetos no âmbito de colaboração industrial. Atualmente é gerente de P&D e projetos no CSEM Brasil e responsável pelo termo de cooperação técnica assinado com o governo de Minas Gerais e Fapemig para desenvolver produtos com eletrônica orgânica.

Demétrio A. da Silva Filho, *dasf@unb.br*, é professor doutor do Instituto de Física da Universidade de Brasília (UnB) e consultor do CGEE.

Eduardo Grizendi, *egrizendi@inatel.br*, é mestre em Engenharia de Telecomunicações, com graduação em engenharia eletrônica, e professor no Instituto Nacional de Telecomunicações (Inatel), Inatel na área de Desenvolvimento de Negócios. Consultor de empresas e instituições de pesquisa em incentivos à inovação, blog: *www.eduardogrizendi.blogspot.com*, colabora com a RNP, o CGEE e o Softex.

Emy Niyama, *emy.niyama@noddtech.com*, é doutora em Ciência dos Materiais, com graduação e mestrado em Química. Atualmente é diretora e sócia fundadora da NODDtech, que desenvolve novos produtos fluorescentes destinados ao mercado de marcadores de segurança que permitem certificação de origem e rastreamento de produtos, além da linha já disponível no mercado de marcadores de proteínas. A empresa também atua no desenvolvimento de displays OLED com recursos provenientes do INOVA 2009 (FINEP-SEBRAE/RS).

Fernando Ely, *fernando.ely@cti.gov.br*, é Tecnologista Pleno no Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer (CTI). Possui mestrado e doutorado em Química pela Universidade Federal de Santa Catarina e pós-doutorado em displays e eletrônica orgânica pelo Centro de Pesquisas Renato Archer (Cenpra/MCT). Tem experiência na área de Química, com ênfase em Síntese Orgânica, e também em Displays, Eletrônica Orgânica e Células Solares.

Fernando Josepetti Fonseca, *fernando.fonseca@poli.usp.br*, é professor da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, onde atua no desenvolvimento de dispositivos eletrônicos envolvendo materiais orgânicos tais como sensores, OTFT, PLED e células solares orgânicas.

Henrique de Oliveira Miguel, *henrique@mct.gov.br*, é Coordenador-Geral de Microeletrônica do Ministério de Ciência e Tecnologia (Sepin/MCT).

José Geraldo de Melo Furtado, *furtado@cepel.br*, é doutor em Engenharia de Materiais; pesquisador nas áreas de Materiais Eletro-Eletrônicos, Microscopia e Eletroquímica, atuando no Centro de Pesquisas de Energia Elétrica da Eletrobrás (Cepel).

José Gil Oliveira, *gil@iee.usp.br*, é mestre de ciências da energia pela USP, doutorando em Engenharia Elétrica pela Escola Politécnica da USP e atualmente Chefe da Seção Técnica de Fotometria do Instituto de Eletrotécnica de Energia. Atua junto ao Laboratório Piloto de Programas de Proficiência por Comparações Interlaboratoriais do Programa Brasileiro de Etiquetagem, PBE – Inmetro/Procel-Eletrobrás.

José Mauro Fernandes Braga, *jmfbraga@oi.com.br*, é doutor em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos. É Professor Associado da Escola de Engenharia da Universidade Federal Fluminense (UFF) e da Faculdade de Administração e Ciências Contábeis. Membro-fundador da Sociedade Brasileira de Finanças (SBF).

Isac Roizenblatt, *isac.roizenblatt@uol.com.br*, é engenheiro eletricista, mestre em Energia, doutor em Arquitetura e Urbanismo e Consultor da Pró Light and Energy Consultants.

Ivo Alexandre Hümmelgen, *iah@fisica.ufpr.br*, é professor do Departamento de Física da Universidade Federal do Paraná.

Jeferson Borghetti Soares, *jborghettisoares@yahoo.com.br*, é engenheiro químico, MSc. e DSc. em ciências de planejamento energético pela Coppe/UFRJ. Foi pesquisador da COPPE/UFRJ entre 1997 e 2005. Trabalha na Empresa de Pesquisa Energética (EPE).

Josealdo Tonholo, *tonholo@qui.ufal.br*, é professor da Universidade Federal de Alagoas.

Leni Akcelrud, *leni@ufpr.br*, é coordenadora do Laboratório de Polímeros Paulo Scarpa da Universidade Federal do Paraná (LaPPS UFPR), com atividades envolvendo a síntese de polímeros eletrônicos.

Lilian Ribeiro Mendes, *lilian@bndes.gov.br*, é gerente setorial do Departamento do BNDES (AI/Detic) responsável pelo financiamento ao setor de Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC).

Lucimara Stolz Roman, *lsroman@fisica.ufpr.br*, atua no desenvolvimento de células solares orgânicas na Universidade Federal do Paraná (UFPR).

Luiz Otavio Siqueira Cesar, *l.cesar@csembrasil.com.br*, atua junto ao Centro de Inovações CSEM Brasil e FIR Capital.

Manuel Steidle, *mas@certi.org.br*, atua junto à Fundação Certi.

Marco Antonio Galdino, *marcoag@cepel.br*, é pesquisador do Centro de Pesquisas de Energia Elétrica da Eletrobras (Cepel). Atua na área de energia solar e tem interesse em células fotovoltaicas orgânicas, principalmente do tipo Dye Sensitized Solar Cells (DSC).

Marco Cremona, *cremona@fis.puc-rio.br*, é professor doutor do Departamento de Física da PUC-Rio e, também, coordenador do laboratório de dispositivos orgânicos, Lador, da Divisão de Metrologia de Materiais (Dimat) do Inmetro.

Nair Stem, *nairstem@hotmail.com*, é bacharel em Física (IFUSP), mestre e doutora em Engenharia (EPUSP). Atualmente, pós-doutoranda da EPUSP, se dedicando ao desenvolvimento e caracterização de filmes finos (dióxido de titânio dopado com carbono entre outros), e à otimização de etapas de processos para dispositivos.

Neyde Murakami Iha, *neydeiha@iq.usp.br*, atua no Instituto de Química da Universidade de São Paulo.

Nelson Veissid, *veissid@las.inpe.br*, atua no Laboratório Associado de Sensores e Materiais do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

Patrícia Boson, *tita@uaigiga.com.br*, é engenheira civil, especialização em recursos hídricos; atuação na área de formulação de políticas públicas, planejamento e gestão de recursos hídricos e meio ambiente.

Paulo Roberto Krahe, *pkrahe@finep.gov.br*, atua na Financiadora de Estudos e Projetos (Finep)

Rafael Amaral Shayani, *shayani@unb.br*, é professor do Departamento de Engenharia Elétrica da Universidade de Brasília, e realiza pesquisas com sistemas solares fotovoltaicos.

Reinaldo Lopes Ferreira, *reinaldo@rlf.com.br*, é mestre em Engenharia da Produção, diretor da Elo Design e professor associado da Fundação Dom Cabral.

Roberto Mendonça *Faria, faria@ifsc.usp.br*, do Instituto de Física de São Carlos/USP; é Coordenador do INCT de Eletrônica Orgânica.

Rosana C. Di Giorgio, *rosana.giorgio@bioetanol.org.br*, é Gestora de Negócios do Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia do Bioetanol (CNPEM – CTBE).

Victor Pellegrini Mammana, *victor.mammana@cti.gov.br*, é Chefe da Divisão de Superfícies de Interação e Displays (DSID) do Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer (CTI).

Vladimir Kudrjawzew, *vladimir@eco2corp.com.br*, presidente da ECO2Corp.

Anexo I

Propostas para solução de gargalos e articulação multi-institucional necessária segundo De Medeiros e Shayani (2011)

Inovação

Gargalo identificado:
1 – Distanciamento entre empresas e centros de pesquisa. Muitas pesquisas são realizadas sobre assuntos teóricos, com pouca possibilidade de convergência para produtos de mercado, não oferecendo, em curto prazo, uma solução para as demandas apresentadas pelo mercado consumidor.

Item	Proposta de solução	Responsável
1.1	Estabelecer as linhas e políticas de atuação para as atividades de P&D, promovendo a interação entre Universidades, Institutos e Centros de Pesquisas com o setor produtivo e com os potenciais grandes consumidores de componentes semicondutores.	MCT / CNPq, Finep
1.2	Incentivar P&D diretamente relacionados ao setor produtivo nacional, através de editais específicos.	MCT, Finep
1.3	Estimular a criação de Centros de Pesquisa e Desenvolvimento dentro das próprias indústrias.	Centros de Desenvolvimento Tecnológicos, Finep
1.4	Estimular que Centros de Pesquisa e Universidades se aproximem das empresas, através de editais específicos focados no desenvolvimento de produtos.	MCT, Finep
1.5	Estimular o estabelecimento de parcerias entre universidades e indústrias.	Finep
1.6	Estimular a pesquisa em tecnologia e no desenvolvimento de produtos	FAPs, Finep
1.7	Estimular que as empresas invistam em pesquisa, para usufruir da transferência de tecnologia.	Empresas, Finep

Gargalo identificado:
2 – Baixo estímulo à efetiva fabricação e comercialização de produtores inovadores baseados em semicondutores orgânicos.

Item	Proposta de solução	Responsável
2.1	Estimular projetos inovadores em empresas, através da subvenção econômica, de componentes ou produtos utilizando semicondutores orgânicos.	Finep, CNPq
2.2	Realizar chamadas temáticas de inovação tecnológica para Universidades/Centros de Pesquisa que, em parceria com empresas tecnológicas, possam elaborar produtos/aplicações/inovações tecnológicas utilizando a eletrônica orgânica.	Finep
2.3	Integrar os diferentes grupos de pesquisa existentes.	Finep

Gargalo identificado:
3 – Escassez de equipes multidisciplinares para tratar o assunto de forma mais ampla.

Item	Proposta de solução	Responsável
3.1	Formação de equipes de pesquisa multidisciplinares (com engenheiros, físicos, químicos, biólogos, administradores, economistas, etc.), para que a pesquisa em ciência básica focalize o desenvolvimento de produtos visando o mercado.	
3.2	Incentivar alunos de cursos de mestrado e doutorado a investirem em pesquisas com temas multidisciplinares (produção, logística, processos, finanças, marketing, pessoas, P&D, entre outros), em conjunto com as empresas que estão desenvolvendo projetos referentes à energia orgânica, de tal maneira que haja uma convergência comum de ambos objetivos.	Universidades

Mercado

Gargalo identificado:
4 – Baixa penetração dos semicondutores orgânicos nos produtos comercialmente utilizados.

Item	Proposta de solução	Responsável
4.1	Prospectar potenciais nichos de mercado: LEDs, sensores de gases, células fotovoltaicas e aplicações em eletrodomésticos, rádios, celulares, peças eletrônicas para carros e determinados equipamentos industriais.	
4.2	Identificar associações de empresas que serão possíveis clientes do produto, pois suas necessidades e expectativas podem direcionar os esforços (FINEP poderia financiar um estudo a ser realizado por Empresa de Consultoria especializada em estudos de tendências).	
4.3	Financiar os projetos de empresas que pretendam comercializar produtos que já desenvolveram neste campo.	Finep
4.4	Utilizar o poder de compra do Estado.	

Incentivos

Gargalo identificado:
5 – Incentivos insuficientes para que os produtos a serem produzidos em território nacional sejam competitivos no mercado mundial (exportação).

Item	Proposta de solução	Responsável
5.1	Promover isenção fiscal para OLEDs voltados à iluminação.	
5.2	Incentivar através das agências financiadoras, ou através de subsídios.	Governo

Gargalo identificado:
6 – Difícil concorrência no mercado nacional com os produtos importados, notadamente os de origem chinesa, devido à elevada carga tributária.

Item	Proposta de solução	Responsável
6.1	Criação de padrões de qualidade para os produtos, tanto nacionais quanto importados, para evitar importação de produtos baratos e de baixa qualidade.	Inmetro
6.2	Proteger a indústria nacional nascente, diminuindo a proteção à medida que ganha escala de produção.	MCT, MF

Gargalo identificado:
7 – Baixa integração entre as políticas públicas e o setor de semicondutores orgânicos.

Item	Proposta de solução	Responsável
7.1	O desenvolvimento tecnológico nesta área deve ser tratado como questão de Estado, pois uma maior eficiência energética dos dispositivos elétricos nos domicílios, indústrias e serviços públicos reduz a pressão da demanda por eletricidade.	MME
7.2	Aproveitar a oportunidade global de estímulo ao desenvolvimento de uma economia verde e ou uma economia de baixo carbono. Considerando as vantagens dos semicondutores orgânicos, tais como a possibilidade de redução de tamanho dos dispositivos eletrônicos, redução no consumo de eletricidade, flexibilidade mecânica, além do baixo custo (utilizados para a criação de painéis solares mais baratos, além de telas em tecidos ou papel) fica evidente que tanto a legislação ambiental vigente, como todas as negociações multilaterais na área ambiental, traduzidas recentemente pelas COP da biodiversidade e de mudanças do clima, constituem-se em cenários que estimulam o estabelecimento de uma indústria de semicondutores orgânicos no Brasil.	MMA

Item	Proposta de solução	Responsável
7.3	Desenvolver políticas ambientais de maior estímulo à produção de semicondutores orgânicos., incluindo a identificação de acordos e convênios multilaterais.	MMA
7.4	Avaliar a oportunidade de abordagem da temática no âmbito do Plano Nacional de Mudança do Clima.	MMA / MCT
7.5	Implantar, no âmbito da Política de Desenvolvimento Produtivo, programas estruturais específicos para a produção de semicondutores.	MDIC / ABDI
7.6	Incluir o tema no Plano Nacional de Eficiência Energética.	MME
7.7	Elaborar, em parceria com o poder público, políticas industriais voltadas para economia verde/baixo carbono que inclua, dentre outras, a produção de semicondutores.	Sistema Indústria CNI/IEL e Federações
7.8	Desenvolver um arranjo institucional, inovador e ágil, com o espírito de uma sociedade de propósitos específicos, para a economia de baixo carbono que possa incluir, dentre outras, a produção de semicondutores orgânicos.	
7.9	Necessário o envolvimento dos Ministérios da Indústria e Comercio, Ciência e Tecnologia, Educação, Cultura e Fazenda.	
7.10	Empresas de inovação, de "desenvolvimento de produtos" devem poder optar pelo sistema tributário SIMPLES.	MF

Gargalo identificado:
8 – Dificuldade em encontrar investidores disposto a financiar produtos sem mercado consolidado.

Item	Proposta de solução	Responsável
8.1	Estimular o desenvolvimento das empresas incubadasem universidades, as quais podem contribuir substancialmente na etapa entre a pesquisa e o desenvolvimento de produtos comerciais.	Federações de Indústrias, Finep, Amprotec, BNDES, Sebrae
8.2	Direcionar quota dos investimentos de P&D para pesquisas em semicondutores orgânicos.	
8.3	Criar uma linha de financiamento ("*Prohard*", contrapondo-se ao "*Prosoft*"), através de recursos reembolsáveis, para apoio a projetos inovadores em empresas, de componentes ou produtos, utilizando semicondutores orgânicos. Inclusão, no Funtec, para contemplar projetos inovadores, de componentes ou produtos utilizando semicondutores orgânicos.	BNDES

Item	Proposta de solução	Responsável
8.4	Apoiar e financiar projetos para produção de materiais, componentes e dispositivos baseados em semicondutores orgânicos. Estímulo ao estabelecimento de processos de fabricação de produtos inovadores à base de semicondutores orgânicos para o mercado nacional e para exportação.	BNDES
8.5	Congregar as empresas que tenham interesse e capacidade de participar de projetos destinados à fabricação de produtos inovadores baseados em semicondutores orgânicos. Estimular a interação entre estas empresas e os setores de pesquisa.	Associações empresariais
8.6	Incentivar, através das agências financiadoras, ou através de subsídios.	
8.7	Incrementar os incentivos fiscais para os fabricantes nacionais.	
8.8	Utilizar o poder de compra do estado.	

Recursos humanos

Gargalo identificado:
9 – Escassez de recursos humanos com conhecimentos técnicos sobre tecnologias emergentes.

Item	Proposta de solução	Responsável
9.1	Desenvolver estudos, pesquisas e formar profissionais na área de semicondutores orgânicos. Atuar tanto na pesquisa básica quanto na aplicada na área de semicondutores orgânicos, inclusive proporcionando melhor interação entre seus segmentos, unidades e cursos (p. ex. Química, Física, Engenharias Química, de Materiais, Eletrônica, cursos de tecnólogos). Realizar cursos de especialização e incentivar linhas de pesquisa na área.	Universidades
9.2	Formar profissionais com perfil adequado para atuação neste setor.	Universidades ou centros de desenvolvimento tecnológicos
9.3	Criar ou reestruturar cursos de graduação com disciplinas voltadas a tecnologias emergentes.	Universidades
9.4	Estimular Senai, escolas técnicas e universidades a trabalharem com esse assunto. Criar um canal de conhecimento entre essas instituições e os centros de pesquisa e empresas.	
9.5	Formar pessoal e estabelecer cursos.	Institutos federais e estaduais que trabalham com energia alternativa
9.6	Realizar transferência de tecnologia entre os grupos de pesquisa.	CTI, Inmetro, Redenano, Abinfo

Regulamentação

Gargalo identificado:
10 – Indefinições e incertezas quanto a aspectos de regulamentação, normas, padrões técnicos e garantia da qualidade, tanto na produção para atender ao mercado nacional quanto para integração ao mercado mundial.

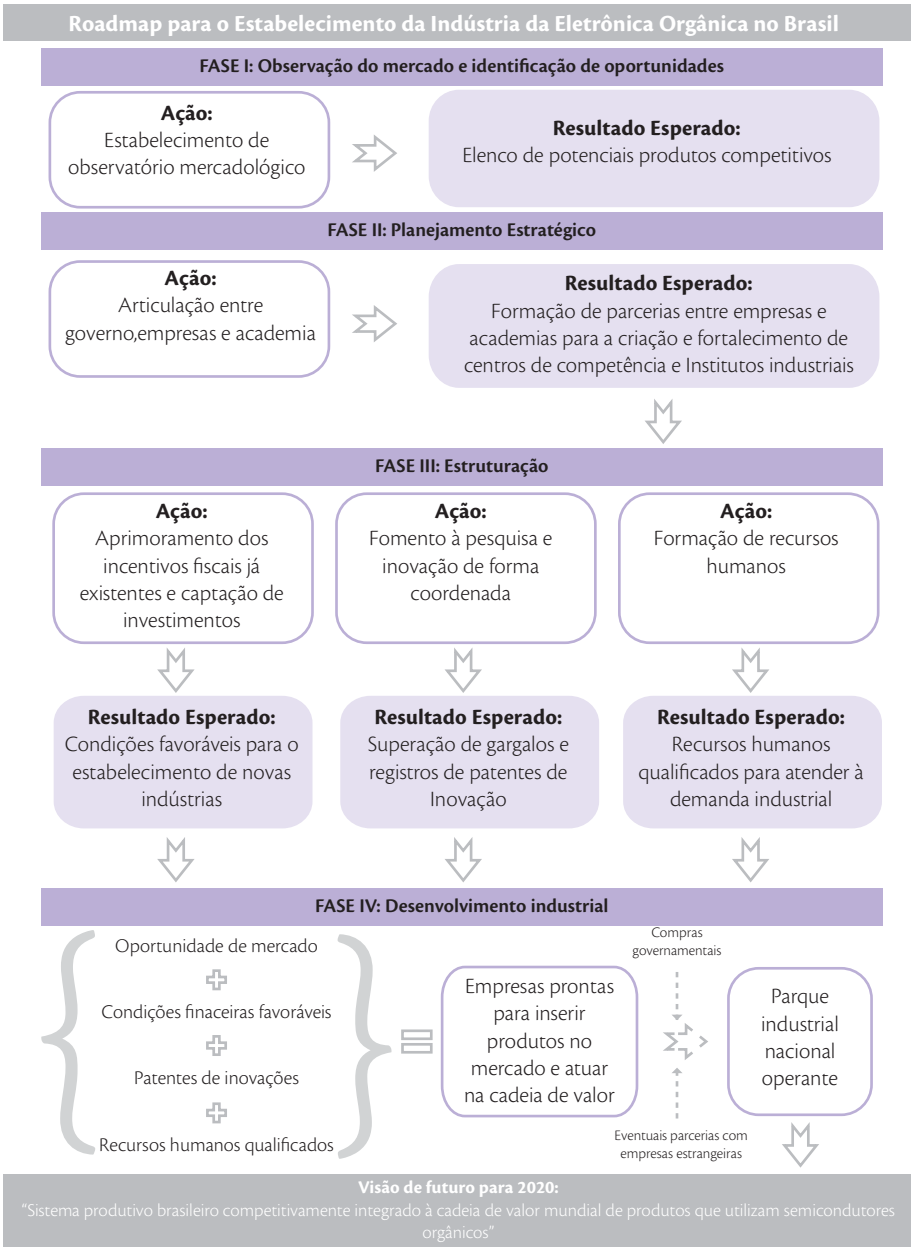
Item	Proposta de solução	Responsável
10.1	Atuar no setor de normalização e qualidade envolvendo a produção e os produtos baseados em semicondutores orgânicos. Normalização da tecnologia na área.	Inmetro, ABNT

Opinião pública

Gargalo identificado:
11 – Falta de conhecimento da população em geral sobre a importância e as vantagens da utilização de semicondutores orgânicos.

Item	Proposta de solução	Responsável
11.1	Divulgar informações e oferecer/patrocinar cursos de extensão que permitam disseminar o conhecimento técnico sobre semicondutores orgânicos, suas propriedades e características, aplicações e perspectivas, contribuindo assim para o incremento da cultura nessa área.	Associações Profissionais, Científicas, Técnicas, Órgãos de Classe (CREA, CRQ, ABPol, ABM, SBPMat, etc.

ANEXO 2


Roadmap para o Estabelecimento da Indústria da Eletrônica Orgânica no Brasil
FASE I: Observação do mercado e identificação de oportunidades
Ação: Estabelecimento de observatório mercadológico
Resultado Esperado: Elenco de potenciais produtos competitivos
FASE II: Planejamento Estratégico
Ação: Articulação entre governo,empresas e academia
Resultado Esperado: Formação de parcerias entre empresas e academias para a criação e fortalecimento de centros de competência e Institutos industriais
FASE III: Estruturação
Ação: Aprimoramento dos incentivos fiscais já existentes e captação de investimentos
Ação: Fomento à pesquisa e inovação de forma coordenada
Ação: Formação de recursos humanos
Resultado Esperado: Condições favoráveis para o estabelecimento de novas indústrias
Resultado Esperado: Superação de gargalos e registros de patentes de Inovação
Resultado Esperado: Recursos humanos qualificados para atender à demanda industrial
FASE IV: Desenvolvimento industrial
Oportunidade de mercado
Condições finaceiras favoráveis
Patentes de inovações
Recursos humanos qualificados
Empresas prontas para inserir produtos no mercado e atuar na cadeia de valor
Compras governamentais
Eventuais parcerias com empresas estrangeiras
Parque industrial nacional operante
Visão de futuro para 2020:
"Sistema produtivo brasileiro competitivamente integrado à cadeia de valor mundial de produtos que utilizam semicondutores orgânicos"

Lista de figuras

Figura 1 - Posicionamento dos materiais semicondutores no conjuto das demais categorias de materiais 14

Figura 2 - Possibilidades de aplicações da tecnologia de semicondutores orgânicos (fonte: Cremona, 2006) 16

Figura 3 - Aplicação de iluminação para a tecnologia de semicondutores orgânicos (Cremona, 2006) 17

Figura 4 - Ilustração do principio de funcionamento da tecnologia de identificação por rádio freqüência (Cremona, 2006) 20

Figura 5 - Exemplo de etiqueta eletrônica (Fonte: Cremona, 2006). 20

Figura 6 – Exemplo de carregador dobrável para celular (Fonte: Roman, 2006) 20

Figura 7 – À esquerda uma lâmpada LED tradicional - semicondutor inorgânico. À direita, uma lâmpada WOLED - semicondutor orgânico (Fonte: Da Silva Filho, 2009) 21

Figura 8 - Integração de células solares em roupas. Produto da G24i (Fonte: Da Silva Filho et al., 2009) 21

Figura 9 - Exemplo de produção roll-to-roll de painéis de iluminação OLED (Fonte GE apud Da Silva Filho et al., 2009) 21

Figura 10 - Tela de AM-OLED (OLED de matriz ativa) no Samsung Galaxy S II 21

Figura 11 - Cadeia de valores para a eletrônica orgânica. (Fonte: Da Silva Filho, 2008) 22

Figura 12 - Representação da cadeia de valor para eletrônica orgânica (Fonte: CRUICKSHANK, 2006) 23

Figura 13 - As 20 empresas mais ativas em pesquisa tecnológica no campo de OLEDs, por número de aplicações 29

Figura 14 – Atividade tecnológica relacionada a OLED, 2000-2009 29

Figura 15 - Perfil do depósito de patentes (mundo, 2000-2009) apenas para a pesquisa de tecnologia de OLED propriamente dita, sem considerar as aplicações 30

Figura 16 - Estrutura analítica do problema. (Fonte: Elaboração própria). 35

Figura 17 - Estrutura analítica da solução 36

Figura 18 - Fluxo de eventos e instituições envolvidas (proposta). 38

Figura 19 - Fluxo de eventos e instituições envolvidas (proposta). 39

Figura 20 - Estrutura analítica para o projeto Empreendedorismo em Eletrônica Orgânica com Planos de Negócio. 40

Figura 21 - Estrutura analítica para o projeto Demonstradores de Tecnologia. 41

Lista de tabelas

Tabela 1 - Alguns indicadores da produção científica internacional em uma amostra de pesquisadores 26

Tabela 2 - Alguns indicadores da produção científica internacional em uma amostra de pesquisadores 27

Tabela 3 - As vinte 20 empresas mais ativas em pesquisa tecnológica no campo de OLEDs 28

Tabela 4 - Restrições ao desenvolvimento da indústria e problemas delas decorrentes 32

Documentos Técnicos disponíveis:

01 - 10 – Avaliação do programa de apoio à implantação e modernização de centros vocacionais tecnológicos (CVT)
02 - 10 – Energia solar fotovoltaica no Brasil
03 - 10 – Modelos institucionais das organizações de pesquisa
04 - 10 – Rede de inovação tecnológica para o setor madereiro da Amazônia Legal
05 - 10 – Quadro de atores selecionados no Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação: Universidades brasileiras
06 - 10 – Quadro de atores selecionados no Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação: Instituições de Ciência, Tecnologia e Inovação
07 - 10 – Hidrogênio energético no Brasil: Subsídios para políticas de competitividade: 2010-2025
08 - 10 – Biocombustíveis aeronáuticos: Progressos e desafios
09 - 10 – Siderurgia no Brasil 2010-2025
10 - 11 – Inovações Tecnológicas em Cadeias Produtivas Selecionadas: Oportunidades de negócios para o município de Recife (PE)
11 - 11 – Avaliação do impacto da Olimpíada Brasileira de Matemática nas Escolas Públicas (OBMEP)
12 - 11 – Eletrônica orgânica: contexto e proposta de ação para o Brasil

cgee
Centro de Gestão e Estudos Estratégicos
Ciência, Tecnologia e Inovação

Ministério da
**Ciência, Tecnologia
e Inovação**