

TENDÊNCIAS, DESAFIOS E OPORTUNIDADES DA ECOINOVAÇÃO PARA A INDÚSTRIA NO BRASIL

mei
MOBILIZAÇÃO EMPRESARIAL
PELA INOVAÇÃO



NAÇÕES UNIDAS

CEPAL

CNI

Confederação Nacional da Indústria
PELO FUTURO DA INDÚSTRIA

TENDÊNCIAS,
DESAFIOS E
OPORTUNIDADES
DA ECOINOVAÇÃO
PARA A INDÚSTRIA
NO BRASIL

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA – CNI

Robson Braga de Andrade

Presidente

Gabinete da Presidência

Teodomiro Braga da Silva

Chefe do Gabinete - Diretor

Diretoria de Desenvolvimento Industrial e Economia

Lytha Battiston Spíndola

Diretora

Diretoria de Relações Institucionais

Mônica Messenberg Guimarães

Diretora

Diretoria de Serviços Corporativos

Fernando Augusto Trivellato

Diretor

Diretoria Jurídica

Cassio Augusto Muniz Borges

Diretor

Diretoria de Comunicação

Ana Maria Curado Matta

Diretora

Diretoria de Educação e Tecnologia

Rafael Esmeraldo Lucchesi Ramacciotti

Diretor

Diretoria de Inovação

Gianna Cardoso Sagazio

Diretora

Superintendência de Compliance e Integridade

Oswaldo Borges Rego Filho

Superintendente

TENDÊNCIAS, DESAFIOS E OPORTUNIDADES DA ECOINOVAÇÃO PARA A INDÚSTRIA NO BRASIL

mei
MOBILIZAÇÃO EMPRESARIAL
PELA INOVAÇÃO



NAÇÕES UNIDAS

CEPAL

CNI

Confederação Nacional da Indústria

PELO FUTURO DA INDÚSTRIA

O presente documento foi elaborado sob a coordenação técnica da Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL) em parceria com a Confederação Nacional da Indústria (CNI) em seu papel de coordenadora da Mobilização Empresarial pela Inovação (MEI), no âmbito do Acordo de Cooperação CNI-CEPAL.

As opiniões expressadas neste documento, que não foi submetido à revisão editorial, são de exclusiva responsabilidades dos autores e podem não coincidir com aquelas da CNI, da MEI, da CEPAL ou dos países que representa.

© 2023 Nações Unidas

© 2023 Confederação Nacional da Indústria

A autorização para reproduzir total ou parcialmente esta obra deve ser solicitada à Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL), Divisão de Publicações e Serviços Web: publicaciones.cepal@un.org. Os Estados Membros das Nações Unidas e suas instituições governamentais podem reproduzir esta obra sem autorização prévia. Solicita-se apenas que mencionem a fonte e informem à CEPAL tal reprodução.

CNI

Diretoria de Inovação

FICHA CATALOGRÁFICA

T291

Tendências, desafios e oportunidades daecoinovação para a indústria no Brasil / Confederação Nacional da Indústria, Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe . – Brasília : CNI, 2023.

74 p. : il.

1.Inovação. 2. Sustentabilidade. 3. Indústria. I. Título.

CDU: 005.591.6:502.131.1

CNI
Confederação Nacional da Indústria
Sede
Setor Bancário Norte
Quadra 1 – Bloco C
Edifício Roberto Simonsen
70040-903 – Brasília – DF
Tel.: (61) 3317-9000
Fax: (61) 3317-9994
<http://www.portaldaindustria.com.br/cni/>

Serviço de Atendimento ao Cliente - SAC
Tels.: (61) 3317-9989/3317-9992
sac@cni.com.br

LISTA DE DIAGRAMAS

Diagrama 1 – Estratégias verdes de recuperação no mundo (2019-2022).....	21
Diagrama 2 – Fatores <i>ex ante</i> de competitividade e correlação com ecoinovações na indústria do Brasil...	32
Diagrama 3 – Oportunidades da ecoinovação para a indústria no Brasil	62

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Corrida tecnológica verde mundial (1990-2018).....	26
Gráfico 2 – Principais <i>players</i> da corrida tecnológica verde mundial (1990-2018)	27
Gráfico 3 – Participação do Brasil no total de patentes verdes de países latino-americanos selecionados (1990-2018)	27
Gráfico 4 – Tendências de esverdeamento das exportações de manufaturas mundiais e do Brasil (1990-2018)	30
Gráfico 5 – Esverdeamento e desempenho competitivo dos setores industriais na China, Brasil e EUA	31
Gráfico 6 – PIB per capita e competitividade verde (185 países; média para o período de 1990 a 2020)....	36
Gráfico 7 – Taxa de inovação e taxa de ecoinovação na indústria brasileira (2015-2017)	40
Gráfico 8 – Evolução da taxa de ecoinovação na indústria brasileira (2006-2017)	40
Gráfico 9 – Taxa de ecoinovação na indústria por região geográfica (2015-2017)	42
Gráfico 10 – Fatores que contribuíram para introdução de inovações ambientais (2015-2017)	43
Gráfico 11 – Ecoinovações por tipo de impacto ambiental (2015-2017)	44
Gráfico 12 – Grandes áreas tecnológicas verdes no Brasil	48
Gráfico 13 – Indicador de vantagem comparativa em concentração por grande área tecnológica no Brasil....	50
Gráfico 14 – Distribuição dos projetos de ecoinovação EMBRAPII por grande área tecnológica	57
Gráfico 15 – Distribuição dos projetos de ecoinovação EMBRAPII por tecnologia habilitadora	59
Gráfico 16 – Ecoinovação por porte de empresas	60

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Taxa de ecoinovação por setor da indústria de transformação (2015-2017)	41
Tabela 2 – Top 10 campos tecnológicos por indicador de vantagem comparativa no Brasil (2015-2018)	51
Tabela 3 – Bottom 10 campos tecnológicos por indicador de vantagem comparativa no Brasil (2015-2018) ...	52
Tabela 4 – Número de projetos EMBRAPAII por grande área tecnológica verde e nível de maturidade tecnológica (TRL)	58

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO DA CNI	9
APRESENTAÇÃO DA CEPAL.....	11
INTRODUÇÃO	15
1 ESTRATÉGIAS DE RECUPERAÇÃO VERDE: CONTEXTO MUNDIAL E OPORTUNIDADES PARA O BRASIL.....	19
2 PANORAMA DA CORRIDA TECNOLÓGICA VERDE MUNDIAL E DESEMPENHO DO BRASIL.....	25
3 IMPACTO DA CORRIDA TECNOLÓGICA VERDE NO COMÉRCIO E NA COMPETITIVIDADE	29
4 ECOINOVAÇÃO IMPULSIONA CICLO VIRTUOSO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	35
5 ECOINOVAÇÃO NA INDÚSTRIA BRASILEIRA	39
6 CAPACIDADES INOVATIVAS DA INDÚSTRIA BRASILEIRA PARA ECOINOVAÇÃO	47
7 ESTUDO DE CASO DA EMBRAPPI	55
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS	69
REFERÊNCIAS.....	73

APRESENTAÇÃO DA CNI

Com dimensões continentais que abrigam biomas tão ricos e distintos quanto a Amazônia, o Cerrado, a Mata Atlântica, a Caatinga, o Pantanal e o Pampa, o Brasil possui a maior diversidade ambiental do mundo. No contexto da crescente importância do tema sustentabilidade, a natureza coloca o país em condições muito favoráveis para se tornar uma potência econômica verde. O desafio é transformar essas vantagens comparativas em ganhos competitivos reais.

O presente estudo trata dessa oportunidade a partir daecoinovação, entendida como inovação (tecnológica ou não) que gera menor impacto ambiental. Para se tornarem competitivas, as empresas, em todo o mundo, terão que implementar medidas que diminuam seus efeitos sobre o meio ambiente, como as emissões de gases de efeito estufa, o consumo de água e a geração de resíduos.

Essas questões podem ser solucionadas pela ecoinovação, como demonstram as energias renováveis, que contribuem para a descarbonização da produção. Outros exemplos são a melhora de processos produtivos que tornam mais racional o uso de água e de matérias-primas, e a gestão eficiente de resíduos sólidos.

A ecoinovação tem aumentado sua presença nas empresas, por pressão dos financiadores, dos novos marcos regulatórios ou dos consumidores. Há uma exigência crescente por maior responsabilidade ambiental na sociedade, em especial por parte dos produtores de bens e serviços.

Para o Brasil liderar a economia ambientalmente responsável, precisa explorar de forma estratégica suas potencialidades – dados sobre patentes e exportações aqui reunidos revelam que estamos atrasados na corrida tecnológica verde mundial. Reverter essa situação não é uma tarefa que dependa só das empresas. Promover a transição para uma economia mais sustentável também requer a ação do poder público, tanto para estabelecer normas adequadas quanto para fomentar determinadas atividades.

Nessa direção caminham os governos de Estados Unidos, Canadá, Alemanha, Coreia do Sul e China, para ficar apenas em alguns exemplos mencionados neste documento, que estão implementando planos robustos de fomento ao desenvolvimento tecnológico e à inovação verde, com vistas a superar o complexo momento da economia mundial.

O presente trabalho reúne dados inéditos sobre ecoinovação no Brasil, aponta tendências e chama a atenção para oportunidades e desafios que precisam ser trabalhados para que a economia brasileira se torne protagonista na agenda internacional de inovação e sustentabilidade.

Diante desse novo paradigma, é imprescindível que a indústria nacional use a posição privilegiada do Brasil para expandir sua presença nos mercados globais. A articulação entre o setor público e a iniciativa privada, em especial no que se refere ao tripé indústria-academia-governo, é essencial nesse processo.

Com esta publicação, resultado de uma parceria entre a Confederação Nacional da Indústria (CNI) e a Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL), por iniciativa da Mobilização Empresarial pela Inovação (MEI), busca-se estimular o avanço das ações em favor da inovação e do desenvolvimento sustentável no Brasil.

Boa leitura.

Robson Braga de Andrade

Presidente da CNI

APRESENTAÇÃO DA CEPAL

A Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL) completa neste ano setenta e cinco anos de existência, durante os quais vem estudando e propondo políticas para o desenvolvimento da região.

No Brasil, a CEPAL está formalmente representada desde 1960 e tem se engajado em realização de estudos sobre o desenvolvimento econômico, social e ambiental do país em seu contexto latinoamericano e caribenho, formulação de propostas, avaliação de políticas públicas, realização de projetos de cooperação técnica e atividades de treinamento, promoção de oportunidades de aprendizado entre pares e fortalecimento dos diálogos políticos estratégicos na região, incluindo os órgãos subsidiários, sessões e outros fóruns da CEPAL.

Nos últimos anos, temos nos empenhado em estruturar uma proposta renovada, articulada em torno de um grande impulso (*big push*) para a sustentabilidade, para apoiar os países da região na construção de estilos de desenvolvimento à altura dos desafios e oportunidades do século XXI. O *Big Push* para a Sustentabilidade é uma abordagem baseada na coordenação de políticas e de atores para mobilizar e acelerar investimentos transformadores do estilo de desenvolvimento. Nessa abordagem, o conjunto de investimentos complementares e em escala necessários para a transição para um modelo econômico resiliente, de baixo carbono, inclusivo e competitivo são motores de um grande impulso (*big push*) para o crescimento econômico e a promoção da igualdade, contribuindo para a construção de um futuro produtivo, inclusivo e sustentável.

A ecoinovação representa uma das grandes oportunidades para um *Big Push* para a Sustentabilidade no Brasil e na região da América Latina e do Caribe. As ecoinovações não apenas possibilitam desenvolver soluções técnicas adequadas à realidade dos países e reduzem os custos da transição, mas, principalmente, permitem reter nacionalmente os benefícios socioeconômicos da transição de baixo carbono, notadamente em termos de desenvolvimento produtivo e de geração de renda e emprego.

Reside precisamente na construção de capacidades produtivas, tecnológicas e inovativas a chave para que a transição para uma economia de baixo carbono e sustentável se traduza em oportunidades econômicas para o setor produtivo. Conforme apontam os dados apresentados no presente estudo, as ecoinovações permitem melhorar o desempenho competitivo, haja vista a tendência crescente de esverdeamento das bases da competitividade internacional. A construção de capacidades contribui para fortalecer o setor produtivo

instalado no país, estimulando sua competitividade e evitando que atores externos se apropriem de mercados que o Brasil poderia ocupar nos setores e tecnologias verdes.

Dessa forma, políticas para impulsionar as ecoinovações apresentam-se como uma oportunidade de desenvolvimento econômico, podendo contribuir simultaneamente para o desenvolvimento produtivo e a competitividade, bem como para a inclusão social e a sustentabilidade ambiental.

Nesse contexto, temos o prazer de apresentar a presente publicação, que traz dados e evidências inéditos sobre a corrida tecnológica verde mundial, o papel que o Brasil vem ocupando e o potencial do país em se tornar um protagonista verde no cenário global.

A publicação é fruto de uma cooperação técnica realizada entre a MEI/CNI e a CEPAL, com a finalidade de estabelecer um marco de cooperação interinstitucional para questões relacionadas à promoção e difusão da ciência, tecnologia e inovação e sustentabilidade no Brasil e em outros países da América Latina e Caribe.

A CEPAL expressa seu agradecimento à CNI e às lideranças da MEI pelo trabalho muito frutífero e pela confiança colocada nessa cooperação.

A Comissão segue à disposição e empenhada para continuar aprofundando o trabalho em colaboração e parceria com o Brasil.

Sem mais preâmbulos, convido cordialmente o leitor a mergulhar nestas páginas com o fim de ampliar sua compreensão sobre tendências, desafios e oportunidades da ecoinovação para a indústria brasileira, em linha com os esforços rumo a um *Big Push* para a Sustentabilidade no Brasil nos contextos atuais da sociedade, da economia e do meio ambiente, que tornam evidente a necessidade de um novo estilo de desenvolvimento com produtividade, inclusão e sustentabilidade.

José Manuel Salazar-Xirinachs

Secretário Executivo da CEPAL



INTRODUÇÃO

O presente documento tem como objetivo analisar e prover evidências sobre tendências, desafios e oportunidades daecoinovação para a indústria brasileira. É fruto de análises técnicas baseadas em levantamentos de dados, bem como nas entrevistas realizadas com lideranças selecionadas da Mobilização Empresarial pela Inovação (MEI), movimento coordenado pela Confederação Nacional da Indústria (CNI).

A agenda de sustentabilidade está cada vez mais integrada ao mundo corporativo industrial no Brasil e no globo. Há um senso de urgência e uma conscientização crescentes das lideranças empresariais sobre o papel da indústria diante das mudanças climáticas e da perda do capital natural. Em um mundo de acesso rápido a informações abundantes, os *stakeholders* têm demandado cada vez mais respostas das empresas sobre essa agenda. Nos mercados de capitais, os investidores, particularmente os acionistas institucionais, estão cada vez mais exigentes, de modo que o acesso a financiamento está cada vez mais condicionado a boas práticas sustentáveis. Os clientes, especialmente os compradores de insumos brasileiros nos mercados externos, mas também os consumidores finais no país e no exterior, estão dando preferência a produtos de origem sustentável. Há uma nova geração de jovens consumidores, cidadãos e eleitores brasileiros que estão privilegiando parâmetros de sustentabilidade em suas decisões. Os governos, nos diferentes países e níveis federativos, têm assumido, de forma crescente, compromissos climáticos e ambientais que vêm se refletindo nas licitações, regulações e políticas públicas. Ademais, os talentos profissionais mais disputados estão cada vez mais atentos às práticas Ambientais, Sociais e Governança (ASG) das empresas nas quais consideram atuar.

Ou seja, a sociedade de forma geral tem exercido uma pressão crescente para a incorporação plena da agenda de sustentabilidade no mundo dos negócios. Nesse contexto, aumenta a importância estratégica das inovações que reduzem impacto ambiental, as chamadas ecoinovações. Apontadas como uma tendência irrefreável, as ecoinovações têm sido incorporadas pela indústria sob duas óticas principais e complementares.

BOX 1 – O que é ecoinovação, inovação verde e inovação de baixo carbono?

Segundo a Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE, 2009), ecoinovação pode ser definida como a inovação que resulta na redução do impacto ambiental, seja esse efeito intencional ou não. Os termos inovação verde e inovação ambiental têm sido utilizados nesse mesmo sentido. Já a inovação de baixo carbono, ou inovação de baixas emissões, é um tipo particular de ecoinovação que resulta na redução de gases do efeito estufa (GEE). A OCDE (2009) a define como novos produtos, processos e métodos que reduzem emissões de GEE de sistemas de produção e consumo. Ainda, as ecoinovações podem ser tanto inovações tecnológicas (novos produtos ou processos produtivos) quanto inovações não-tecnológicas (métodos de *marketing*, inovações organizacionais ou institucionais).

Por um lado, as ecoinovações têm sido adotadas sob uma perspectiva de gerenciamento de riscos, sejam eles reputacionais – ligados à maneira como os consumidores, os acionistas, os *stakeholders* ou a sociedade em geral percebem determinado negócio –, sejam ligados à própria viabilidade do modelo de negócios no longo prazo. Segundo dados publicados pelo Banco Mundial e outros (2020), os eventos climáticos extremos (como estiagens, secas, enxurradas e inundações) já ocasionaram prejuízos privados, até 2019, da ordem de R\$ 7 bilhões à indústria no Brasil. Dada a heterogeneidade da indústria do país, esses impactos se manifestam em maior ou menor grau dependendo da sensibilidade de cada setor a riscos ligados à disponibilidade de água, flutuações nos preços e na disponibilidade de combustíveis e insumos energéticos (por exemplo, eletricidade de fonte hidráulica), interrupções no fornecimento de insumos de origem agrícola, interrupções logísticas por fatores climáticos na terra, no mar e no ar, danos provocados aos ativos da empresa em função de eventos climáticos extremos, entre outros. Para além da mudança climática, há outros riscos e questões ambientais de destaque para a indústria, notadamente a gestão de resíduos sólidos, destinação de efluentes industriais líquidos, emissão de poluentes atmosféricos (não-GEE) locais, além de eventos ligados a derramamentos e vazamentos de substâncias tóxicas.

Por outro lado, há um número crescente de empresas que fazem das ecoinovações seu *core business* ou parte integral de sua própria estratégia de negócios. Isso ocorre pois as ecoinovações têm se revelado uma estratégia competitiva cada vez mais sólida. Elas estão estreitamente associadas à otimização da produção, redução de custos e melhoria da qualidade dos produtos, uma vez que tendem a diminuir o consumo de insumos (materiais ou energéticos) ou substituí-los por outros mais sustentáveis (não raro menos onerosos), evitar o desperdício, melhorar o aproveitamento produtivo de resíduos e minimizar falhas e defeitos. Nesse sentido, uma pesquisa realizada pela CNI em parceria

com o Instituto FSB, em 2021, revela que predomina entre as indústrias brasileiras de pequeno porte uma percepção de que há mais oportunidades do que riscos associados à agenda da sustentabilidade. De fato, 81% das empresas entrevistadas consideram o tema ASG importante e 55% das entrevistadas esperam aumentar investimentos em ações sustentáveis nos próximos dois anos.

Em suma, o momento atual caracteriza-se por uma mudança paradigmática no papel que aecoinovação desempenha nos modelos de negócios e nos novos parâmetros de competitividade no Brasil e no mundo. A indústria brasileira encontra-se em posição privilegiada para beneficiar-se de uma forte estratégia deecoinovação e ecoindustrialização, baseada na construção e no fortalecimento de vantagens competitivas dinâmicas, ancoradas em capacidades produtivas, tecnológicas e inovativas que não apenas gerem soluções para a sustentabilidade, mas também contribuam de forma decisiva à agregação de valor e à inserção competitiva do país nas cadeias globais de valor. A indústria brasileira é o grande *locus* no qual o desenvolvimento dasecoinovações podem ocorrer. As inovações verdes e de baixo carbono podem ser um grande impulso para o desenvolvimento econômico do país, contribuindo simultaneamente para o problema da dupla externalidade: a redução das externalidades ambientais negativas e o fortalecimento das externalidades positivas da inovação, ligadas à intensificação do fluxo de conhecimentos e de aprendizados na economia, gerando um ciclo virtuoso entre sustentabilidade ambiental e desenvolvimento econômico.

Com o objetivo de contribuir com a temática daecoinovação sob distintos ângulos, incluindo os caminhos para impulsioná-la e o papel que a indústria brasileira poderia assumir no âmbito dos novos parâmetros verdes da competitividade mundial, o presente relatório está estruturado da seguinte forma: a seção I aborda o contexto mundial no qual as estratégias verdes de recuperação têm sido crescentemente utilizadas e o potencial do Brasil; a seção II traz evidências sobre o acirramento da corrida tecnológica verde mundial e aponta a situação do Brasil; a seção III trata dos impactos que o esverdeamento tecnológico já vem apresentando sobre a competitividade, consolidando novas bases verdes da competitividade no comércio mundial; na seção IV, apresenta-se uma análise do ciclo virtuoso entre asecoinovações e o desenvolvimento econômico nos países do mundo; a seção V aprofunda a análise sobre o engajamento da indústria brasileira comecoinovações, apresentando a taxa deecoinovação nos diversos setores industriais, os tipos deecoinovações e seus principais *drivers*; na seção VI, são discutidos as principais áreas nas quais a indústria brasileira apresenta capacidades inovativas paraecoinovação; a seção VII traz estudos de casos deecoinovação apoiados pela Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial (EMBRAPII) para cada uma dessas áreas; por fim, na seção VIII são apresentadas as considerações finais.



1 ESTRATÉGIAS DE RECUPERAÇÃO VERDE: CONTEXTO MUNDIAL E OPORTUNIDADES PARA O BRASIL

- *O mundo está apostando em estratégias verdes de recuperação.*
- *A demanda verde será multiplicada.*
- *O Brasil tem à sua frente uma oportunidade histórica para se posicionar como liderança verde.*

Como ponto de partida, destaca-se a relevância crescente da temática ambiental e de sustentabilidade no contexto internacional. Muitas das propostas de recuperação “verde” foram concebidas no contexto da Grande Recessão de 2008/2009. Elas tinham em comum a visão de que a economia deveria mudar para um modelo mais sustentável, que deveria englobar não apenas ações climática efetivas, mas também promover a recuperação da atividade econômica, do emprego e da renda. Foi nesse contexto que surgiram as primeiras formulações de Green New Deal (BARBIER, 2009), recuperação verde (POLLIN et al., 2008), crescimento verde (OCDE, 2011), economia verde (PNUMA, 2011), entre outros (ver GRAMKOW, 2019, para uma revisão).

Ainda no âmbito da Grande Recessão de 2008/2009, propostas para o enfrentamento simultâneo das crises econômica e climática se traduziram, pela primeira vez na história, em pacotes de estímulos por todo o globo que incluíram explicitamente um componente fiscal verde, compreendendo investimentos em energias renováveis, eficiência energética, transporte público, ferrovias, infraestrutura hídrica, proteção ambiental etc. (BARBIER e MARKANDYA, 2013; ROBINS et al., 2009). Governos (quase exclusivamente membros do G20) alocaram mais de US\$ 520 bilhões para a recuperação verde, o que representou 15,7% do total de estímulos fiscais e 0,7% do PIB global (ibid.). Contudo, de forma geral, a maior parte dos países do mundo foi cautelosa em aderir a uma recuperação verde robusta à época.

Com a irrupção da crise provocada pela pandemia de COVID-19, as propostas de retomada econômica com ênfase no verde ganharam fôlego. As primeiras medidas de estímulos verdes para enfrentar a Grande Recessão de 2008/2009 forneceram um aprendizado e uma base sobre a qual essas propostas amadureceram e em muitos países já estão em fase de implementação. Segundo o índice de esverdeamento dos estímulos elaborado pela consultoria britânica Vivid Economics (2021), foram anunciados estímulos “verdes” da ordem de US\$ 1,8 trilhão diretamente para setores que teriam um impacto expressivo e duradouro para a natureza.

Um panorama das estratégias de recuperação verde no mundo pode ser encontrado no Diagrama 1. A União Europeia (UE) aprovou em 2020 o Nova Geração UE (*Next Generation EU*), o maior e mais amplo pacote de estímulos verdes apresentado até o momento pelo bloco. Em linha com o Green Deal Europeu, trata-se de um pacote de recuperação de € 750 bilhões para melhorar a sustentabilidade na agricultura, financiar energias renováveis e apoiar vendas de veículos elétricos e infraestrutura. Nos Estados Unidos, o Inflation Reduction Act e o Infrastructure Investment and Jobs Act, aprovados em 2022 e 2021, respectivamente, somam mais de US\$ 1,5 trilhão e se configuram como o maior direcionamento de recursos públicos para a agenda sustentável já realizado pelo país. No Canadá, o financiamento emergencial a empresas grandes é condicionado ao aumento da transparência de seus compromissos climáticos. Como parte de uma maior ambição do compromisso climático chinês, de reduzir a intensidade das emissões de GEE em 65% até 2030 em relação ao nível de 2005, estão previstos amplos investimentos em ampliação da geração elétrica solar e eólica e um grande plano de restauração florestal. O New Deal da Coreia do Sul foi fortalecido com uma injeção de US\$ 48 bilhões dedicados a projetos nas áreas de veículos elétricos e híbridos, energia renovável e eficiência energética.

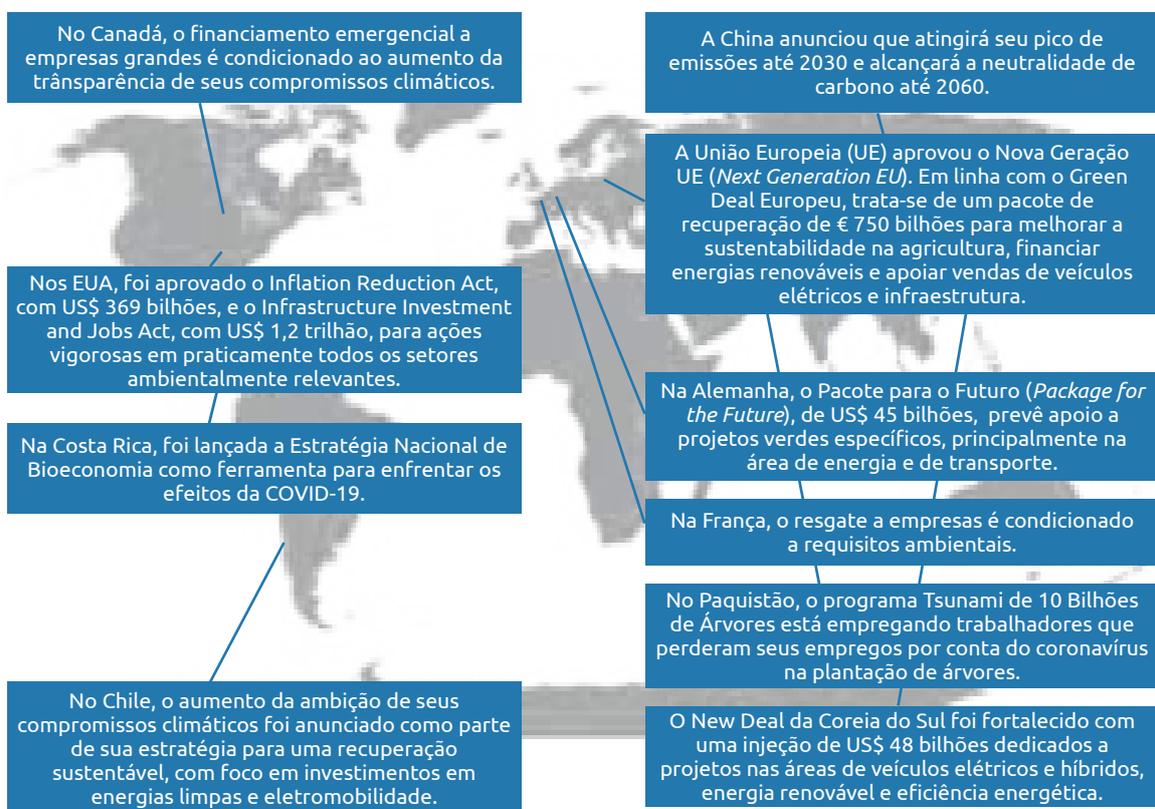
As estratégias de recuperação verde não são exclusividade dos países desenvolvidos. No Paquistão, por exemplo, o Programa Tsunami de 10 bilhões de Árvores está empregando trabalhadores que perderam seus empregos por conta do coronavírus na plantação de árvores. Na América Latina, para fins de ilustração, o Chile anunciou o aumento da ambição de seus compromissos climáticos como parte de sua estratégia para uma recuperação sustentável, com foco em investimentos em energias limpas e eletromobilidade.

Apesar desses estímulos verdes representarem um passo importante na direção correta, na maior parte das economias analisadas os estímulos considerados danosos ao meio ambiente superaram os estímulos verdes (VIVID ECONOMICS, 2021). Similarmente, outro levantamento aponta que os países do G20 comprometeram US\$ 245,5 bilhões sem condicionantes e US\$ 49,6 bilhões com condicionantes para combustíveis fósseis, o que representa 45,5% dos recursos dedicados para apoiar o setor energético (ENERGY POLICY TRACKER, 2021). Ainda assim, é esperado um crescimento sem precedentes nos próximos anos e décadas da demanda por produtos e soluções tecnológicas verdes, à medida que os países implementam estratégias verdes de recuperação e buscam cumprir com suas metas climáticas assumidas no âmbito do Acordo de Paris, com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030 e outros acordos internacionais.

Por um lado, esses dados indicam que os desafios à frente não são desprezíveis e que é possível que regulações e políticas ambientais sejam flexibilizadas sob o pretexto da recuperação econômica e da tensão energética gerada pela invasão da Rússia à Ucrânia, gerando risco de uma movimentação na direção oposta àquela da sustentabilidade.

Por outro lado, pode-se esperar um aumento do peso dos estímulos verdes à medida que cada vez mais eles estarão dedicados a ações de recuperação de longo prazo ao invés do enfrentamento emergencial no curto prazo. Líderes de todo o mundo têm à sua frente uma oportunidade histórica para transformar estilos de desenvolvimento rumo a economias mais igualitárias e inclusivas, mais resilientes diante de ameaças de pandemias, dos impactos das mudanças climáticas e de muitos outros desafios que o futuro guarda.

DIAGRAMA 1 – Estratégias verdes de recuperação no mundo (2019-2022)



This Photo by Unknown Author is licensed under CC BY-NC

Fonte: Elaboração própria a partir de informações do Greenness of Stimulus Index (VIVID ECONOMICS, 2021).

Essas estratégias e medidas em si mesmas representam uma ruptura com a visão de que o meio ambiente seja um entrave ao desenvolvimento econômico. Há um crescente consenso de que, pelo menos no curto prazo, as mudanças estruturais rápidas e profundas que são necessárias para proteger o planeta devem resultar em crescimento econômico. Isso porque essas mudanças amplas se traduzem em investimentos massivos, que são o componente mais dinâmico da economia. No caso do Brasil, estima-se que os investimentos de baixo carbono necessários para cumprir com as metas estabelecidas pelo país em sua Contribuição Nacionalmente Determinada podem chegar a US\$ 1,3 trilhão até 2030, segundo dados do IFC (2016).

Segundo o estudo Nova Economia para uma Nova Era (WRI, 2020), uma economia verde fará o Brasil crescer mais nos próximos dez anos do que o modelo de desenvolvimento atual, o chamado *business as usual* (BAU). As medidas de baixo carbono resultariam em um aumento acumulado adicional do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro de R\$ 2,8 trilhões até 2030, o que equivale a um ano do PIB da Bélgica ou da Argentina. A retomada verde geraria dois milhões de empregos a mais do que o BAU em 2030, comparável a quatro vezes mais empregos do que os existentes no setor de petróleo e gás atualmente no país. Esses empregos seriam gerados principalmente no setor de indústria e serviços. No setor de agricultura, haveria um aumento da especialização e empregos de maior qualificação.

Já um estudo da Organização Internacional do Trabalho com o Banco Interamericano de Desenvolvimento (OIT/BID, 2020) aponta que a descarbonização da economia do Brasil poderá gerar 7,1 milhões de empregos líquidos no país até 2030 em relação a um cenário tendencial (*business as usual*). O Brasil seria o país da América Latina com o maior potencial de geração de empregos a partir da descarbonização. A perda de empregos em setores tais como combustíveis fósseis e pecuária seria mais do que compensada pela geração de novos empregos em áreas como energias renováveis, construção civil e indústria, produção sustentável de alimentos e silvicultura. O estudo sublinha a necessidade de que sejam contempladas políticas de transição justa, que facilitem a recolocação dos trabalhadores entre diferentes setores e fomentem o trabalho decente.

Por fim, e mais importante, ressalta-se que as ecoinovações são a peça fundamental para que a transição para uma economia de baixo carbono e sustentável se torne uma oportunidade de desenvolvimento econômico para os países. As ecoinovações não apenas possibilitam desenvolver soluções técnicas adequadas à realidade dos países e reduzem os custos da transição, mas, principalmente, permitem reter nacionalmente os benefícios socioeconômicos da transição de baixo carbono, notadamente em termos de emprego, renda e inserção competitiva. Os investimentos na construção de capacidades tecnológicas e inovativas, bem como na formação, qualificação e requalificação de trabalhadores estão fortemente interconectados no que diz respeito às possibilidades de inclusão produtiva, geração de empregos decentes e estratégias competitivas. A construção de capacidades contribui para fortalecer a indústria instalada no país, estimulando sua competitividade e evitando que parte dos postos de trabalho e renda gerados se direcionem para o exterior por meio de importação de tecnologias verdes. Ou seja, as políticas para fortalecer as ecoinovações apresentam-se como uma oportunidade de desenvolvimento econômico, podendo contribuir simultaneamente para o desenvolvimento produtivo e a competitividade, bem como para a inclusão social e a sustentabilidade ambiental.

No Brasil, observa-se uma clara percepção entre as lideranças da MEI entrevistadas de que está em curso uma mudança paradigmática no papel que aecoinovação desempenhará nos modelos de negócios e nos novos parâmetros de competitividade no Brasil e no mundo. As expressões destacadas em negrito a seguir são termos utilizados pelas lideranças nas entrevistas.

O momento para que o país se posicione como uma **potência verde** ou **força mundial da descarbonização** é agora, aproveitando as abundâncias que o país oferece: amplas áreas para florestas (nativas e plantadas), matérias-primas (notadamente, bioinsumos e insumos da sociobiodiversidade da Amazônia e dos demais biomas brasileiros, incluído o oceano), água, vento e radiação solar, acervo de conhecimentos acumulados e infraestrutura de inovação e matriz elétrica relativamente limpa, além de amplo mercado interno que também contribuiria para a escala. O país tem diante de si uma enorme chance de se tornar um **exemplo de aceleração daecoinovação aplicada**. Há uma percepção clara de que, se o Brasil não ocupar esse mercado potencial, outros países o farão, o que configuraria um **risco de perder essa janela de oportunidade**. O contexto atual, também marcado pela guerra entre Rússia e Ucrânia, caracteriza as capacidades industriais em energias renováveis (notadamente na área de hidrogênio verde) como uma estratégia de **soberania nacional**.

Existem numerosas oportunidades para que uma nova geração de estratégias corporativas e políticas públicas pró-ecoinovação e pró-industrialização verde seja propulsora de um novo ciclo de desenvolvimento econômico, notadamente na indústria, em linha com as sinergias entre competitividade verde e desenvolvimento econômico. Para tal, faz-se necessária uma **forte estratégia deecoinovação e ecoindustrialização**, que fortaleça a competitividade verde para desenvolver a economia. Isso requer retomar a **perspectiva de longo prazo** e desenvolver uma **massa crítica** (empresarial, acadêmica e de governo) que pense e que estabeleça diretrizes e uma **trajetória progressiva e previsível** de mudança e de desenvolvimento de longo prazo para o país. Em última instância, deve ser estabelecida uma **cultura daecoinovação**, o que implica aumentar a propensão à tomada de risco por parte das empresas, mas também por fortalecer o apoio governamental à inovação verde. Trata-se de criar de um *mindset* de que a **inovação é uma estratégia de sobrevivência** de longo prazo, pois ela fortalece a capacidade de colocar e manter produtos no mercado, especialmente o mercado internacional.

Em suma, há percepções nítidas sobre o potencial que asecoinovações reservam para a indústria e o desenvolvimento econômico no Brasil em um contexto mundial no qual os países têm cada vez mais adotado estratégias verdes de recuperação e desenvolvimento.



2 PANORAMA DA CORRIDA TECNOLÓGICA VERDE MUNDIAL E DESEMPENHO DO BRASIL

- *Está em curso uma acelerada corrida tecnológica verde mundial.*
- *O Brasil parte de um posicionamento forte, mas está perdendo lugar.*
- *Na América Latina, o Brasil desempenha um papel protagonista na corrida tecnológica verde.*

As patentes são um dos principais indicadores de inovação utilizados no mundo e uma das formas pelas quais se pode ter uma aproximação, embora imperfeita, da corrida tecnológica verde mundial, ou seja, da velocidade e das apostas tecnológicas que os países têm feito no campo da ecoinovação. Entretanto, essa medida é especialmente interessante, pois ela também aponta para os mercados verdes potenciais, uma vez que é a ferramenta de proteção que viabiliza a obtenção de benefícios monetários por meio da comercialização, venda ou licenciamento da tecnologia.

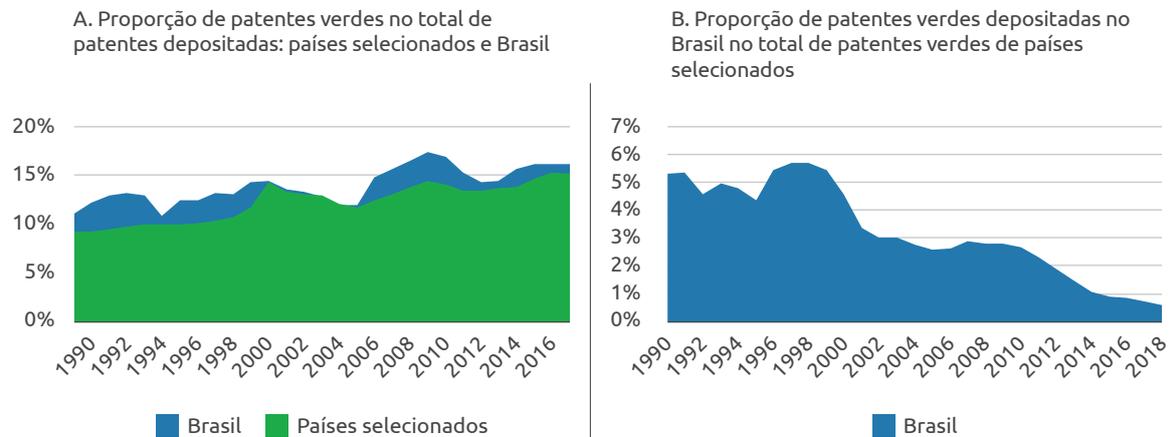
A presente análise está baseada em dados obtidos da PATSTAT, base de dados de patentes no nível global, com dados de mais de cem milhões de patentes de mais de oitenta países desenvolvidos e em desenvolvimento, mantida pelo Escritório Europeu de Patentes (EPO, 2020). Foram consideradas patentes verdes aquelas patentes que se enquadram na Classificação de Patentes Verdes (IPC Green Inventory) da Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI, N/D), que associa a classificação internacional de patentes (IPC, da sigla em inglês) com as tecnologias ambientalmente saudáveis (*environmentally sound technologies*), empregada na literatura especializada internacional¹. Os dados se referem ao período de 1990 a 2018, que é o período mais recente disponível na base.

A análise dos dados de patentes verdes indica claramente que está em curso uma acelerada corrida tecnológica verde mundial. Enquanto o total de patentes depositadas nos principais escritórios do mundo cresceu quinze vezes de 1990 a 2018, as patentes verdes depositadas nesses escritórios cresceram vinte e seis vezes no mesmo período. Esses resultados apontam para uma tendência de esverdeamento do desenvolvimento tecnológico, de modo que as patentes verdes passaram de 9,2% para 15,2% do total de patentes de 1990 a 2018 (Gráfico 1A). De forma similar, no Brasil, observa-se uma tendência de elevação da

¹ Tal classificação pode ser obtida através do endereço eletrônico: <https://www.wipo.int/classifications/ipc/green-inventory/home>

participação de patentes verdes no total de patentes depositadas no país em um patamar acima da média total (Gráfico 1A). Contudo, ainda que o Brasil esteja apresentando uma participação de patentes verdes superior àquela dos escritórios das grandes economias (16,1% no Brasil *versus* 14,9% nos Estados Unidos, 14,3% na União Europeia e 15,3% na China em 2018), essa diferença tem caído nos últimos anos.

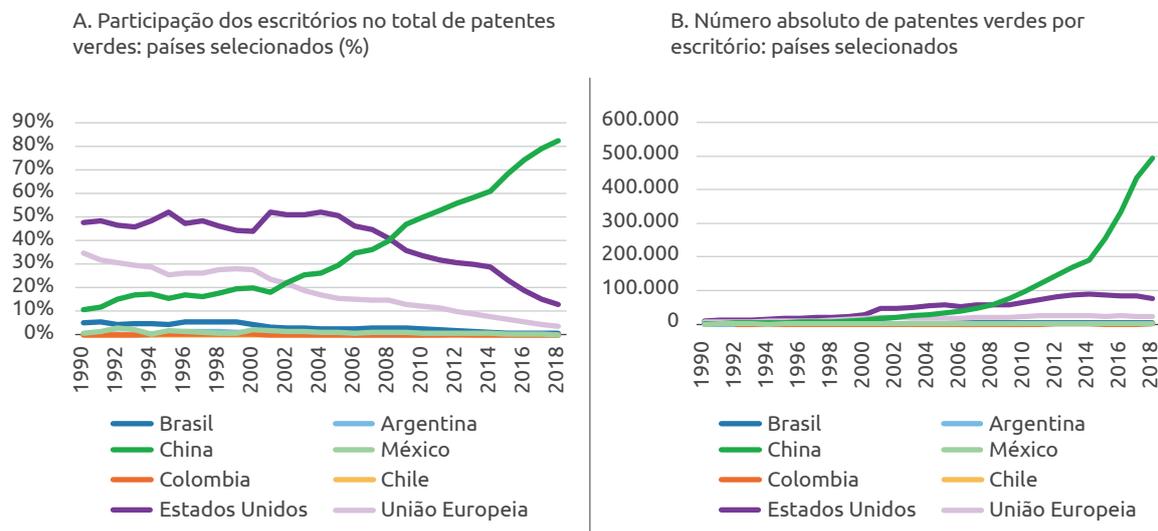
GRÁFICO 1 – Corrida tecnológica verde mundial (1990-2018)



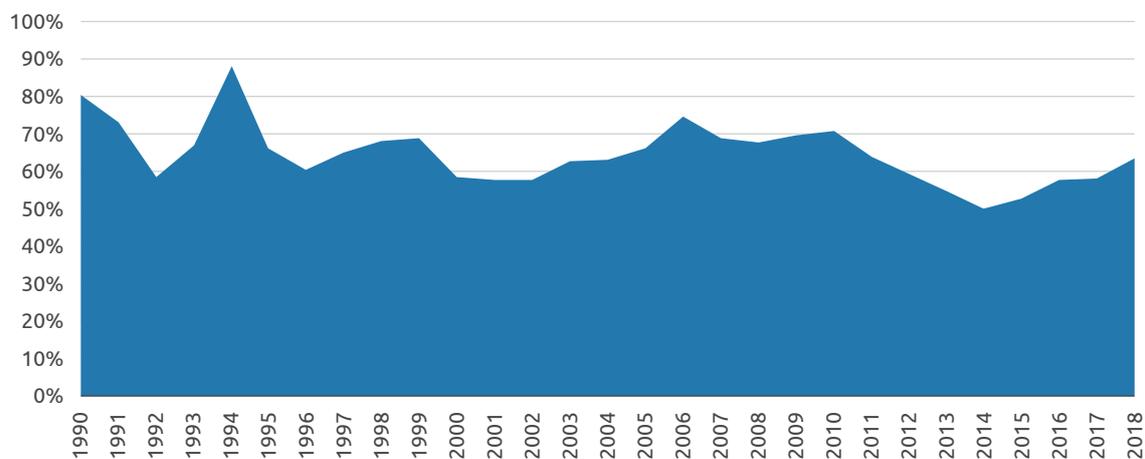
Fonte: Elaboração própria a partir de dados da PATSTAT e do IPC Green Inventory da OMPI.

Nota: Os países selecionados são Estados Unidos, União Europeia, China, Brasil, Argentina, Chile, Colômbia e México.

A participação das patentes verdes depositadas no Brasil no total de patentes verdes dos escritórios analisados tem decrescido continuamente ao longo do período analisado (Gráfico 1B). Isso significa que o Brasil parte de uma posição inicial forte na corrida tecnológica verde, porém a aceleração das patentes verdes tem sido maior em outras grandes economias, sinalizando uma perda relativa de vantagem competitiva verde do país. O país chegou a deter 5,7% das patentes verdes no final da década de 1990, ao que se seguiu uma acentuada queda, que levou o país ao patamar de 0,6% das patentes verdes em 2018. Similar queda ocorreu também nos Estados Unidos e na União Europeia. O declínio relativo se deve principalmente ao aumento vertiginoso das patentes verdes depositadas na China, que concentra atualmente mais de 80% das patentes verdes dos escritórios analisados (Gráfico 2A). Em 1990, foram depositados 2.430 pedidos de patentes verdes no escritório chinês, enquanto no Brasil houve 1.197 pedidos. Já em 2018, o Brasil apresentou 3.653 pedidos, enquanto na China o montante alcançou 492.909 (Gráfico 2B). Ao longo da série histórica, os Estados Unidos lideraram os pedidos de patentes até 2008, oscilando entre 41% e 52% do total, seguidos da União Europeia (com 35% em 1990 e 15% em 2008). Desde então, a China tem exercido papel de crescente liderança no desenvolvimento tecnológico verde.

GRÁFICO 2 – Principais players da corrida tecnológica verde mundial (1990-2018)

Além dessas tendências globais, observam-se algumas características no nível regional da América Latina. Quando se compara o quantitativo de depósitos verdes no escritório brasileiro com relação ao total verde dos principais escritórios latino-americanos (incluindo Argentina, Chile, Colômbia e México), nota-se que o Brasil apresenta uma hegemonia na corrida tecnológica verde regional. Nesse sentido, os depósitos de patentes verdes no Brasil têm representado mais da metade do total de depósitos dos escritórios latino-americanos analisados (Gráfico 3), alcançando 64% em 2018.

GRÁFICO 3 – Participação do Brasil no total de patentes verdes de países latino-americanos selecionados (1990-2018)



3 IMPACTO DA CORRIDA TECNOLÓGICA VERDE NO COMÉRCIO E NA COMPETITIVIDADE

- *A corrida tecnológica verde já se traduz em esverdeamento do comércio mundial.*
- *Consolidam-se as novas bases verdes de competitividade.*
- *Os setores e países que mais ecoinovam são mais competitivos.*

Os dados de comércio internacional são particularmente interessantes para comparação de desempenho produtivo e competitivo por três motivos principais. Em primeiro lugar, as empresas exportadoras estão entre as mais competitivas em cada país. Em segundo lugar, a existência de uma classificação internacional padronizada e altamente desagregada permite comparar os níveis de competitividade das indústrias no Brasil e no mundo, por meio do indicador de vantagem comparativa revelada. Em terceiro lugar, a diversificação da pauta de exportações rumo a setores de maior complexidade está associada à elevação da complexidade da economia, o que está relacionado a maior crescimento econômico (HIDALGO e HAUSMAN, 2009) e menor intensidade de emissões no futuro (ROMERO e GRAMKOW, 2021).

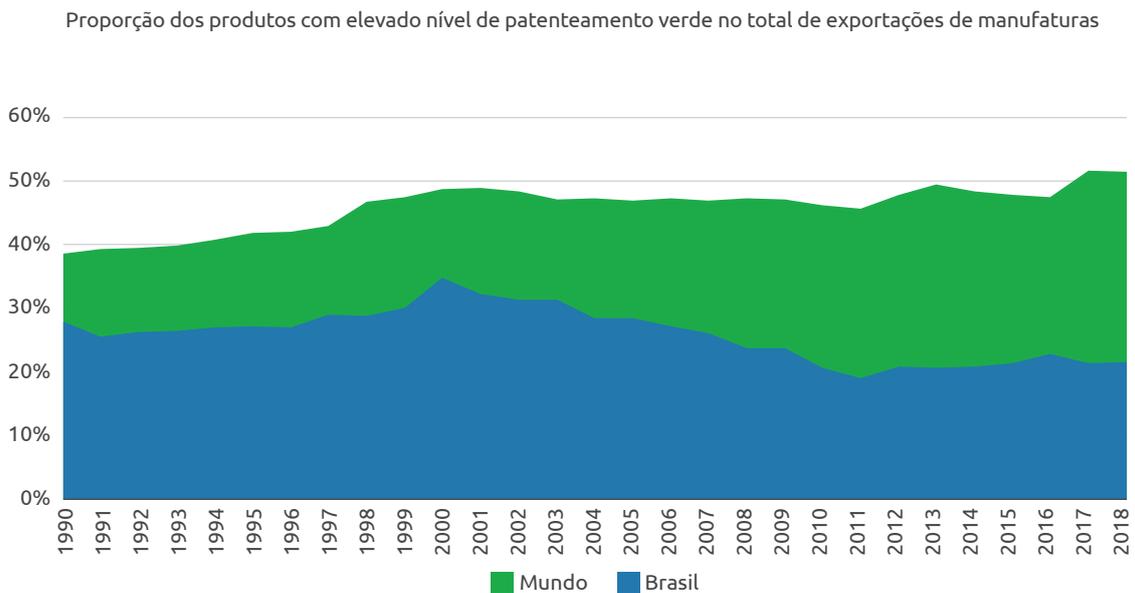
É cada vez mais evidente que o crescente esforço de desenvolvimento tecnológico verde está se traduzindo em um esverdeamento do comércio externo e em novas bases verdes de competitividade. De fato, observa-se uma participação dominante e crescente nas exportações mundiais de produtos que apresentam alto nível de patenteamento verde, passando de 39%, em 1990, para 51%, em 2018 (Gráfico 4).

Os setores considerados de alto patenteamento verde são aqueles entre os 20% (quartil superior) com maior proporção de patentes verdes. Os dados de patentes foram coletados do PATSTAT (EPO, 2020), sendo que as patentes foram classificadas como verdes de acordo com o IPC Green Inventory da OMPI (N/D), descritos na seção 2. Em seguida, as tabelas de conversão desenvolvidas por Lybbert e Zolas (2014) foram utilizadas para obter a proporção de patentes verdes em cada setor segundo a classificação de comércio SITC a partir da classificação de patentes IPC. Utilizando esses dados, foi possível então calcular a proporção do comércio mundial e brasileiro de alto patenteamento verde.

A partir desta análise, verifica-se que os produtos que mais têm sido objeto de pedidos de patentes verdes já respondem por mais da metade das exportações mundiais (Gráfico 4). Ou seja, aqueles produtos que mais têm se esverdeado já são dominantes no comércio mundial. Esses dados corroboram com a tendência de aceleração da corrida tecnológica verde mundial identificada na seção anterior.

No caso do Brasil, observa-se uma tendência de predominância crescente dos produtos manufaturados com maior esverdeamento nas exportações do país, de 28%, em 1990, para 35%, em 2000. Desde então, porém, o segmento vem perdendo participação na pauta exportadora, chegando a 22% em 2018. Ou seja, o país seguiu a tendência mundial de esverdeamento até 2000, quando passou a reduzir o esverdeamento da pauta de exportações.

GRÁFICO 4 – Tendências de esverdeamento das exportações de manufaturas mundiais e do Brasil (1990-2018)



Fonte: Elaboração própria com base em dados do UN Comtrade, da PATSTAT e do IPC Green Inventory da OMPI.

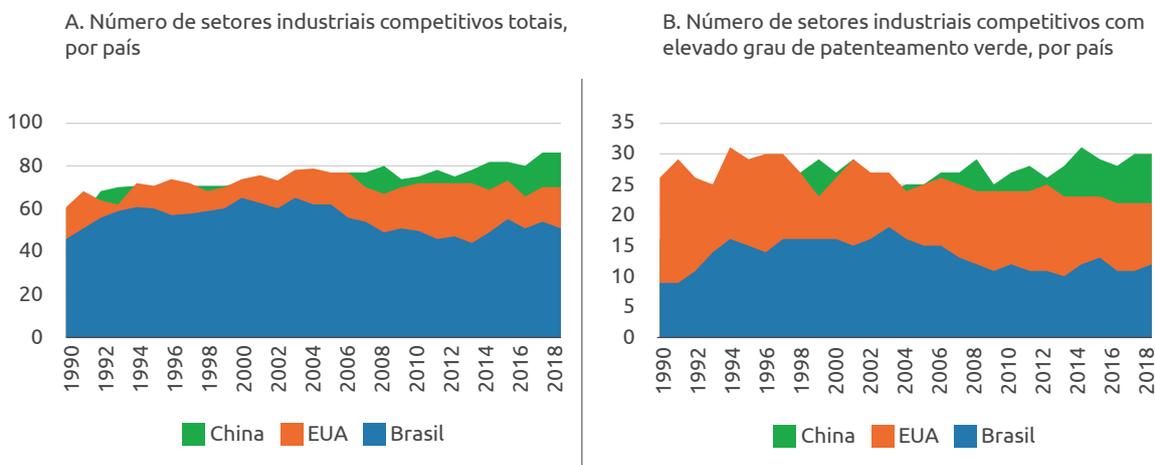
Conforme se vê, está em processo um esverdeamento progressivo do comércio mundial, o que sugere que o desempenho econômico competitivo em mercados internacionais estará cada vez mais atrelado ao desempenho ambiental da indústria de cada país. Essa relação pode ser compreendida em maior profundidade a partir da análise comparativa do desempenho competitivo e ambiental de setores industriais no Brasil, na China e nos Estados Unidos. A escolha desses países para a análise comparativa se justifica pelo fato de os Estados Unidos serem o país de referência na fronteira tecnológica e a China ser uma potência em ascensão. Nessa análise, o setor é considerado competitivo se seu índice de vantagem comparativa revelada (VCR) é superior a 1, onde o VCR é calculado

dividindo-se a participação das exportações de cada setor no país pela participação das exportações deste setor no comércio mundial.

A China vem apresentando, pelo menos nas últimas duas décadas, um número crescente de setores industriais competitivos, passando de 60, em 1990, para 86, em 2018, em um universo de um total de 191 setores industriais (Gráfico 5A). A partir de 2007, a China ultrapassou o número de setores competitivos dos Estados Unidos. O número total de setores competitivos da indústria norte-americana vem se mantendo relativamente estável em torno de 70. No Brasil, o número total de setores competitivos tem oscilado entre 50 e 60 ao longo do período analisado. A cifra é inferior em relação à China, mas o grande ponto de atenção reside na estagnação da diversificação competitiva da economia brasileira, o que pode representar desafios para o desenvolvimento econômico de longo prazo do país.

Do ponto de vista do esverdeamento das indústrias (Gráfico 5B), ou seja, do grau de patenteamento de tecnologias verdes nas indústrias (indústrias do quintil superior em termos de percentual de patentes verdes), observa-se que a maioria dos setores competitivos da China (55%) e dos Estados Unidos (56%) apresentam grau alto ou médio-alto de esverdeamento. Na China, há uma clara tendência de aumento progressivo do número de setores competitivos com alto esverdeamento nas duas últimas décadas, sendo que este número praticamente dobrou, passando de 16, em 1990, para 30, em 2018. Nos Estados Unidos, é possível observar oscilações no período e uma queda recente, de 2001 até 2018, de 29 para 22 setores competitivos com alto esverdeamento, mas ainda assim com um número importante de setores. No caso do Brasil, também se verificam oscilações com uma redução entre 2004 e 2009, seguida por uma relativa estabilidade desde então.

GRÁFICO 5 – Esverdeamento e desempenho competitivo dos setores industriais na China, Brasil e EUA

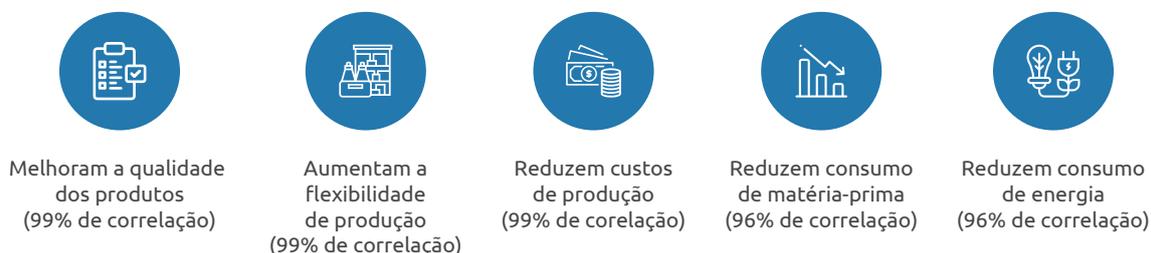


Fonte: Elaboração própria com base em dados do UN Comtrade, da PATSTAT e do IPC Green Inventory da OMPI.

Nota: O setor é considerado competitivo se seu índice de vantagem comparativa revelada (VCR) é superior a 1, onde o VCR é calculado dividindo-se a participação das exportações de cada setor no país pela participação das exportações deste setor no comércio mundial. BALASSA, B. Trade liberalisation and "revealed" comparative advantage. *The Manchester School*, v. 33, n. 2, p. 99-123, 1965.

A estreita relação entre ecoinovações e competitividade das empresas da indústria brasileira pode ser explicada pela interrelação entre desempenho ambiental e desempenho competitivo. A correlação, ou seja, a força da relação entre o número de empresas que realizam ecoinovações na indústria de transformação e o número de empresas que apresentam impacto competitivo no setor é extremamente alta, sendo de 99% para manutenção da participação da empresa no mercado, 99% para *market share* e 97% para abertura de novos mercados. Essa forte correlação, baseada em dados da PINTEC mais recente referente ao período de 2015 a 2017 (IBGE, 2020), pode ser explicada por variáveis de desempenho competitivo *ex ante*, ou seja, aqueles fatores que são considerados preditores da competitividade, incluindo 99% para melhoria da qualidade dos produtos, 99% para aumento da flexibilidade de produção, 99% para redução dos custos de produção, 96% para redução do consumo de matéria-prima e 96% para redução do consumo de energia. Essas elevadas correlações evidenciam, em linha com os resultados anteriores, os fortes e crescentes laços entre desempenho ambiental e desempenho econômico (Diagrama 2).

DIAGRAMA 2 – Fatores *ex ante* de competitividade e correlação com ecoinovações na indústria do Brasil



Fonte: Elaboração própria a partir de dados da PINTEC 2015-2017 (IBGE, 2020).



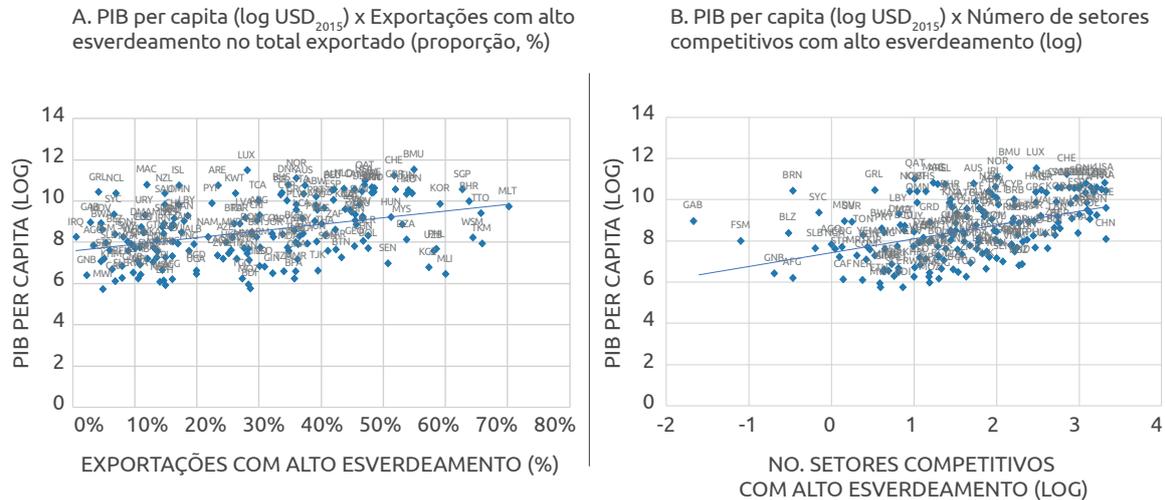
4 ECOINOVAÇÃO IMPULSIONA CICLO VIRTUOSO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

- *A ecoinovação impulsiona um ciclo virtuoso de competitividade verde e desenvolvimento econômico.*

Competitividade econômica é um termo muito difundido e, embora haja diversos conceitos, ela é geralmente reconhecida como uma pré-condição para a prosperidade e o bem-estar de longo prazo. Segundo a CEPAL, a competitividade genuína é resultado da inovação e, por meio dela, da efetiva modernização do aparelho produtivo, podendo ser definida como a capacidade do país de sustentar e expandir sua participação nos mercados internacionais e, ao mesmo tempo, melhorar o padrão de vida de sua população. Essa definição contrasta com a competitividade espúria, que é resultado de medidas que não modernizam a economia, mas podem melhorar temporariamente o desempenho de um país nos mercados internacionais, tais como medidas protecionistas, erosão de salários reais e exploração predatória dos recursos naturais (FAJNZYLBER, 1988). Somente a competitividade genuína pode sustentar o desenvolvimento econômico no longo prazo (ibid.).

As relações cada vez mais claras entre desempenho ambiental e desempenho competitivo evidenciadas na seção 3 são relações de mão dupla e que se autorreforçam. Se, por um lado, o desempenho ambiental positivo contribui para que as indústrias consolidem ou expandam sua atuação em mercados, por outro lado, o desempenho econômico positivo é chave para que os setores industriais tenham condições para investir em ecoinovações, gerando um ciclo virtuoso de desenvolvimento sustentável. Na presente seção, é analisada a relação entre competitividade verde, conforme definida na seção 3, o PIB per capita, variável amplamente utilizada como *proxy* para o desenvolvimento econômico e o bem-estar humano na literatura internacional, apesar de suas limitações (TODARO; SMITH, 2015).

GRÁFICO 6 – PIB per capita e competitividade verde (185 países; média para o período de 1990 a 2020)



Fonte: Elaboração própria com base em dados do UN Comtrade, da PATSTAT, do IPC Green Inventory da OMPI e, para o PIB per capita, do World Development Indicator (Banco Mundial).

Analisando-se uma base de dados elaborada para 185 países, nota-se que há uma relação forte e positiva entre o PIB per capita dos países e indicadores de competitividade verde. Quanto maior a competitividade verde, maior tende a ser o desenvolvimento econômico medido pelo PIB per capita e vice-versa (Gráfico 6). Em especial, observa-se que maior esverdeamento das exportações e maior diversificação produtiva em setores com alto esverdeamento estão associados a níveis de PIB per capita mais elevados. Essa associação pode ser explicada pelo fato de que a grande quantidade de conhecimento embutido na estrutura produtiva de economias complexas e com nível relativamente maior de PIB per capita também engloba o conhecimento necessário para o desenvolvimento e a difusão de tecnologias de produção mais limpas nos setores produtivos (ROMERO; GRAMKOW, 2021). Em outras palavras, o esverdeamento da estrutura produtiva requer os mesmos elementos críticos que o desenvolvimento econômico também exige: conhecimento e aprendizado acumulados, traduzidos na construção e ampliação de capacidades inovativas e tecnológicas, e complexidade econômica fortalecida. Esse resultado indica que reforçar a competitividade verde pode ser uma importante estratégia de desenvolvimento econômico que permita atingir maiores níveis de renda.



5 ECOINOVAÇÃO NA INDÚSTRIA BRASILEIRA

- *De forma geral, há um baixo engajamento da indústria brasileira emecoinovações, mas há grande heterogeneidade entre setores.*
- *Diversidade deecoinovações indica capacidades potenciais da indústria do país.*
- *É preciso fortalecer a disposição a inovar e dar escala àsecoinovações.*

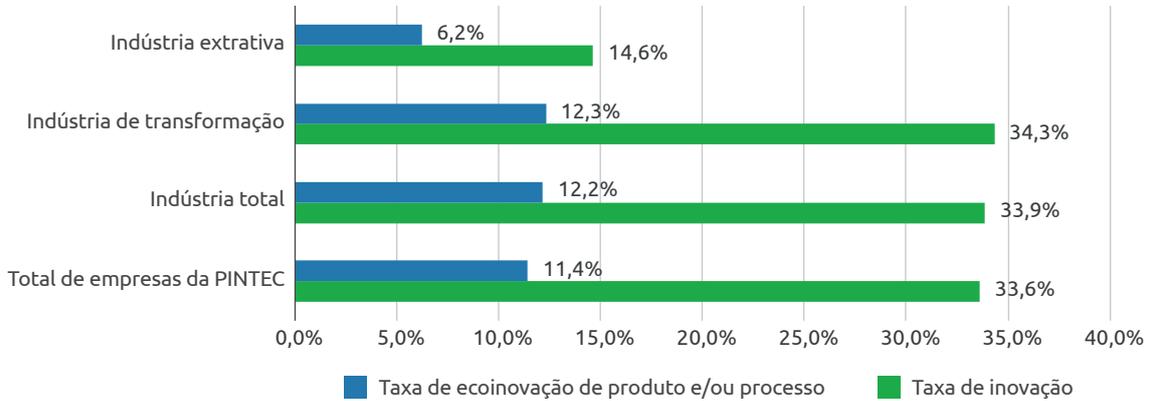
As seções anteriores caracterizaram um cenário mundial em que asecoinovações têm desempenhado um papel cada vez mais crítico sobre o desempenho competitivo. Na presente seção, apresenta-se um panorama sobre a realização deecoinovação pela indústria brasileira, baseado em dados da última Pesquisa de Inovação (PINTEC) referentes ao período de 2015 a 2017 (IBGE, 2020).

Cerca de um terço (33,9%) das empresas da indústria brasileira realizaram inovações e 12,2% realizaramecoinovações no período de 2015 a 2017 (Gráfico 7). Isso significa que, para cada dez empresas industriais no Brasil, apenas três inovaram, sendo que só umaecoinovou. Esse número aponta que a maior parte da indústria (66,1%) não inova e a vasta maioria (87,8%) não se engaja em inovação verde, o que pode representar, com base nas análises anteriores e nos relatos das lideranças empresariais da MEI entrevistadas, desafios importantes para a competitividade e o desenvolvimento econômico e industrial de longo prazo.

Na indústria de transformação, a taxa de inovação é ligeiramente superior, de 34,3%, e a taxa deecoinovação é de 12,3%, enquanto na indústria extrativa a taxa de inovação é de 14,6% e a taxa deecoinovação é de 6,2%. Isto é, na indústria extrativa, apesar de realizar proporcionalmente menos inovação, asecoinovadoras representam cerca de 40% das empresas inovadoras, enquanto na indústria de transformação cerca de 35% das empresas inovadoras sãoecoinovadoras. Esses resultados apontam que, embora seja necessário dar escala àsecoinovações, de modo que elas atinjam uma parcela maior de empresas, elas têm uma presença relevante entre as empresas que já estão engajadas com inovação na indústria brasileira.

GRÁFICO 7 – Taxa de inovação e taxa de ecoinovação na indústria brasileira (2015-2017)

Proporção de empresas inovadoras e ecoinovadoras no total de empresas (%)

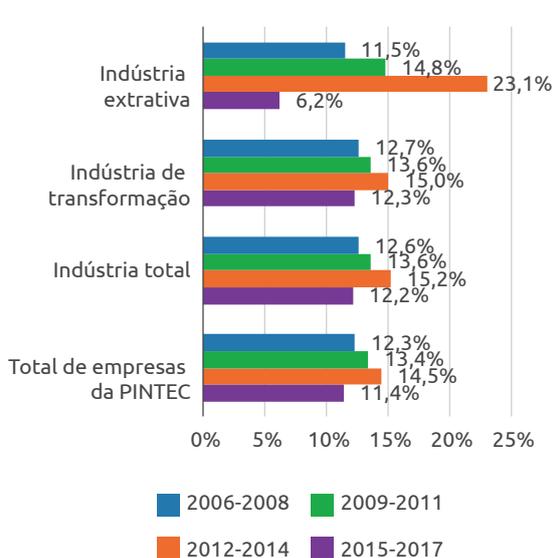


Fonte: Elaboração própria com base em dados da PINTEC 2015-2017 (IBGE, 2020).

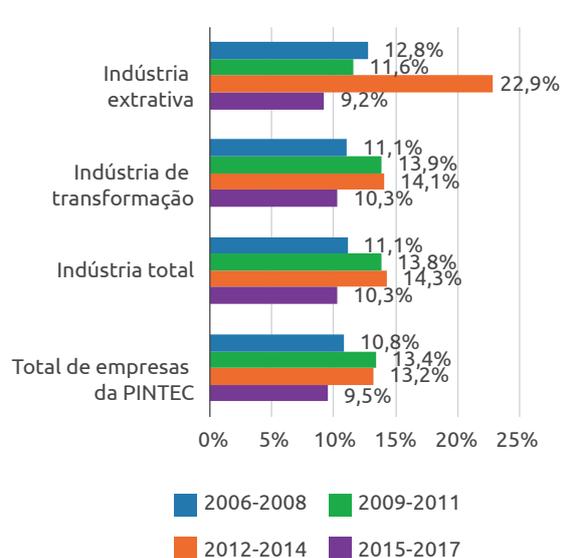
A taxa de ecoinovação foi crescente de 2006 (12,6%) a 2014 (15,2%) na indústria brasileira, mas a partir de 2015 sofreu uma queda, atingindo 12,2%, o valor mais baixo do período analisado (Gráfico 8). Essa tendência é válida tanto para a indústria de transformação quanto para a indústria extrativa e para as ecoinovações de produto e/ou processo e as ecoinovações organizacionais. De forma geral, a indústria realiza mais ecoinovações em relação aos demais setores da economia. No entanto, as ecoinovações realizadas estão circunscritas a um grupo minoritário de empresas da indústria no Brasil.

GRÁFICO 8 – Evolução da taxa de ecoinovação na indústria brasileira (2006-2017)

A. Proporção de empresas que realizaram inovações de produto e/ou processo com redução de impacto ambiental no total de empresas (%)



B. Proporção de empresas que realizaram inovações organizacionais com técnicas de gestão ambiental no total de empresas (%)



Fonte: Elaboração própria com base em dados da PINTEC 2015-2017 (IBGE, 2020).

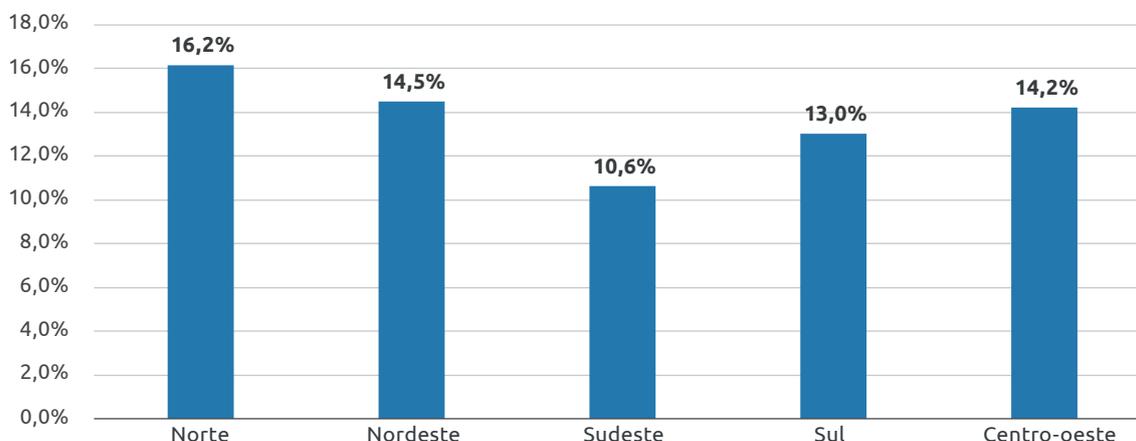
É preciso sublinhar que há uma grande heterogeneidade nos diferentes setores da indústria de transformação no que se refere a ecoinovações (Tabela 1). Por exemplo, enquanto no setor de fabricação de produtos químicos 24,4% das empresas realizam ecoinovações, no setor de fumo essa proporção é de 5,3%.

TABELA 1 – Taxa de ecoinovação por setor da indústria de transformação (2015-2017)

Setor	Taxa de ecoinovação
Fabricação de produtos alimentícios	12,9%
Fabricação de bebidas	18,2%
Fabricação de produtos do fumo	5,3%
Fabricação de produtos têxteis	11,8%
Confecção de artigos do vestuário e acessórios	9,7%
Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos de viagem e calçados	10,3%
Fabricação de produtos de madeira	10,1%
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	11,7%
Impressão e reprodução de gravações	19,4%
Fabricação de coque, de produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis	18,6%
Fabricação de produtos químicos	24,4%
Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	13,0%
Fabricação de artigos de borracha e plástico	9,7%
Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	15,4%
Metalurgia	12,7%
Fabricação de produtos de metal	9,2%
Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	16,3%
Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	10,7%
Fabricação de máquinas e equipamentos	12,6%
Fabricação de veículos automotores, reboques e carrocerias	11,4%
Fabricação de outros equipamentos de transporte	14,1%
Fabricação de móveis	10,6%
Fabricação de produtos diversos	14,2%
Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	11,9%

Fonte: Elaboração própria com base em dados da PINTEC 2015-2017 (IBGE, 2020).

Em relação à dimensão regional, observa-se que a taxa de ecoinovação da indústria (extrativa e de transformação) é similar nas diversas regiões do país, sendo 16,2% no Norte, 15,5% no Nordeste, 14,2% no Centro-oeste, 10,6% no Sudeste e 10,2% no Sul (Gráfico 9).

GRÁFICO 9 – Taxa de ecoinovação na indústria por região geográfica (2015-2017)

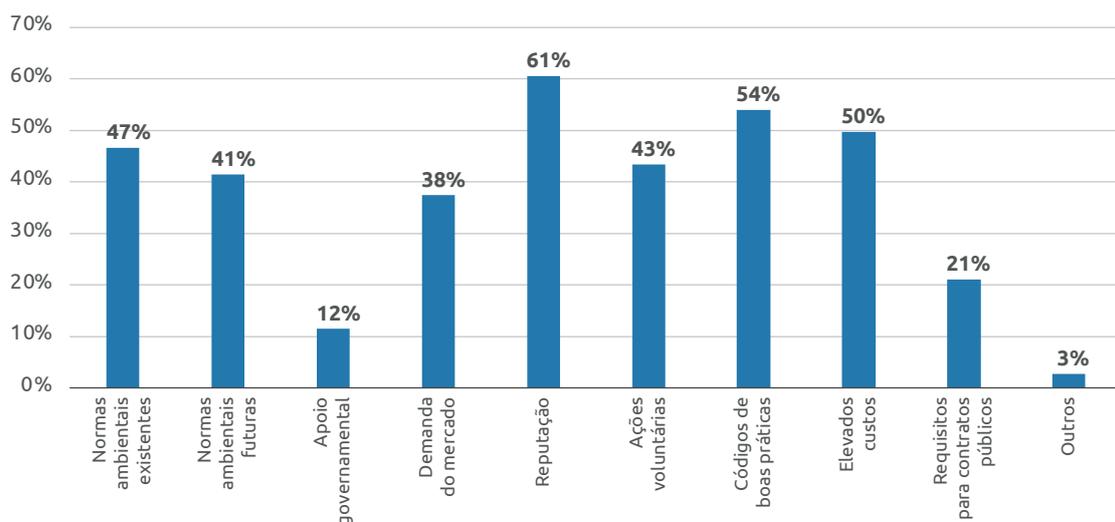
Fonte: Elaboração própria com base em dados da PINTEC 2015-2017 (IBGE, 2020).

Por fim, foram analisados também os principais fatores que contribuíram para a introdução de ecoinovações (Gráfico 10) de acordo com a média da indústria brasileira, que é heterogênea segundo setor e porte. Dentre as empresas ecoinovadoras, o principal fator é, de longe, o aspecto de reputação, uma vez que para 61% das empresas ecoinovadoras da indústria brasileira este aspecto foi positivamente apontado. Esse resultado da PINTEC (IBGE, 2020) coincide com as percepções das lideranças da MEI entrevistadas de que um dos principais *drivers*, atualmente, para a realização de ecoinovação pela indústria brasileira reside em melhorar a forma como os *stakeholders* veem e percebem a empresa. Somado a este fator, estão outros fatores internos às empresas e aos setores: códigos de boas práticas ambientais no setor de atuação (54%), elevados custos de energia, água ou matérias-primas (50%) e ações voluntárias (43%), sublinhando que as iniciativas de ecoinovação na indústria brasileira são fortemente impulsionadas por *drivers* internos às empresas e setores. Verifica-se, ainda, uma relevância das normas ambientais existentes (47%) e normas ambientais futuras (41%), o que também transpareceu entre as lideranças da MEI entrevistadas. Isto é, a indústria brasileira é motivada para ecoinnovar pelas normas ambientais, sejam elas existentes ou normas futuras esperadas, no sentido de estar à frente e antecipar-se a normas que podem vir a ser implementadas no futuro. Quanto à demanda do mercado, esse fator foi relativamente menos sinalizado (38%) e, novamente, o resultado converge com as percepções dos entrevistados, segundo os quais, embora critérios de sustentabilidade estejam cada vez mais presentes na demanda dos consumidores, outros atrativos ainda têm grande peso (especialmente preço) para os clientes.

Chama a atenção que o atendimento a requisitos para contratos públicos e, especialmente, disponibilidade de apoio governamental, subsídios ou outros incentivos para a inovação ambiental influam sobre uma parcela diminuta de empresas ecoinovadoras, atingindo 21% e 12% das empresas ecoinovadoras, respectivamente. Esse resultado sublinha que esse tipo de apoio poderia exercer um papel muito mais determinante na promoção das ecoinovações na indústria brasileira e, possivelmente, contribuir para engajar outras empresas em ecoinovação. De fato, as lideranças da MEI entrevistadas também assinalaram a necessidade de haver um apoio governamental mais robusto, especialmente sob a forma de incentivos para a ecoinovação, que seriam escassos para o caso brasileiro no presente momento.

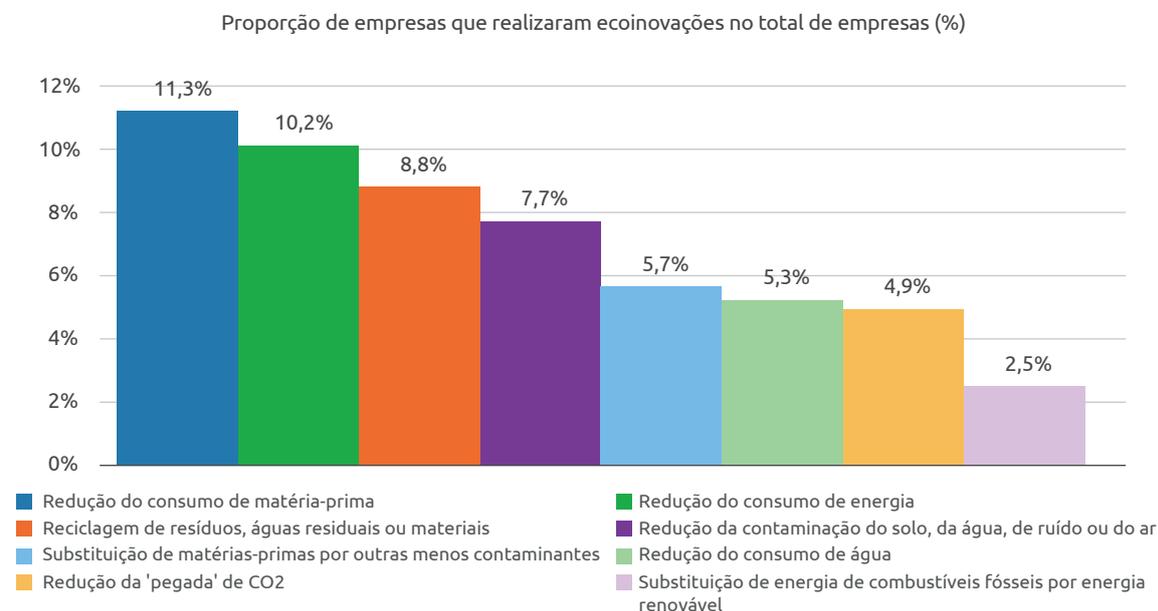
GRÁFICO 10 – Fatores que contribuíram para introdução de inovações ambientais (2015-2017)

Proporção de empresas que responderam positivamente sobre o fator em relação ao total de empresas ecoinovadoras da indústria



Fonte: Elaboração própria com base em dados da PINTEC 2015-2017 (IBGE, 2020).

A indústria brasileira realiza ecoinovações que reduzem uma diversidade de impactos ambientais (Gráfico 11). Nota-se que as ecoinovações ligadas à redução do consumo de matéria-prima são realizadas em uma proporção maior de empresas (11,3%), seguidas por ecoinovações ligadas à redução do consumo de energia (10,2%), reciclagem de resíduos, águas residuais ou materiais (8,8%), redução da contaminação do solo, da água, de ruído ou do ar (7,7%), substituição de matérias-primas por outras menos contaminantes (5,7%), redução do consumo de água (5,3%), redução da pegada de CO₂ (4,9%) e, finalmente, substituição de energias fósseis por energia renovável (2,5%).

GRÁFICO 11 – Eco inovações por tipo de impacto ambiental (2015-2017)

Fonte: Elaboração própria com base em dados da PINTEC 2015-2017 (IBGE, 2020).

A indústria de transformação está proporcionalmente mais engajada em todos os tipos de eco inovações que a indústria extrativa. Destaca-se que essas taxas se sobrepõem, uma vez que uma mesma inovação pode resultar em diversos tipos de impactos ambientais. Esses resultados sinalizam que há capacidades potenciais da indústria brasileira para realizar uma diversidade de eco inovações. Mais uma vez, destaca-se a necessidade de dar escala a tais atividades, elevando o número de empresas da indústria brasileira engajadas em eco inovações, especialmente aquelas relacionadas ao consumo de água, posto que os principais impactos das mudanças climáticas no Brasil estão justamente relacionados à escassez hídrica, traduzidas em secas cada vez mais prolongadas e intensas no país, assim como no desenvolvimento de produtos neutros em carbono, de modo a contribuir com as metas nacionais de redução de emissões e permitir ou facilitar a inserção no mercado global.



6 CAPACIDADES INOVATIVAS DA INDÚSTRIA BRASILEIRA PARA ECOINOVAÇÃO

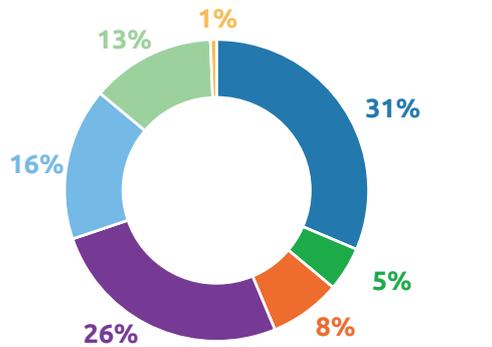
- *Há potenciais capacidades inovativas na indústria brasileira nas áreas de gestão de resíduos, conservação de energia, energia alternativa e transporte.*

Na presente seção, analisam-se em detalhe as grandes áreas e os campos específicos de tecnologia nos quais o Brasil vem investindo, a partir da análise de patentes verdes. Para a classificação de patentes verdes, foi aplicada a mesma metodologia descrita na seção 2. As patentes são uma aproximação parcial e, portanto, imperfeita do esforço tecnológico, conforme apontado na seção 2. Embora nem toda inovação resulte em uma patente e nem toda patente resulte em um novo produto, por razões diversas (por exemplo, estratégia de segredo industrial), as patentes são um dos indicadores mais importantes de inovação e vastamente utilizadas na literatura sobre o tema. As análises a seguir devem ser lidas à luz dessas limitações.

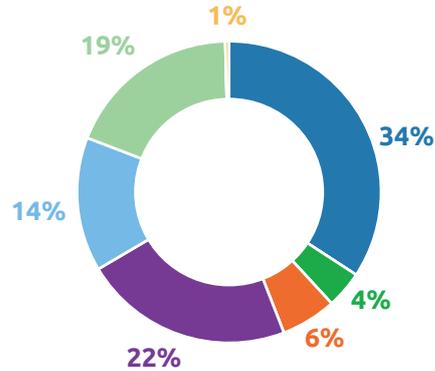
Considerando o período entre 2015 e 2018 (Gráfico 12A), a maior parte dos pedidos de patentes verdes depositados no Brasil esteve ligada à produção de energia alternativa (31%), especialmente biocombustíveis (1.756 pedidos de patentes), aproveitamento de energia a partir da geração de resíduos (806 pedidos), energia solar (467), energia eólica (412), hidroenergia (241) e células combustível (198). A segunda principal área foi gestão de resíduos (26% dos pedidos de patentes verdes no Brasil), com destaque para tecnologias ligadas ao controle de poluição (2.634 pedidos de patentes), reutilização de materiais (568 pedidos) e eliminação de resíduos (226).

GRÁFICO 12 – Grandes áreas tecnológicas verdes no Brasil

A. Distribuição das patentes verdes brasileiras por área tecnológica, 2015-2018 – Participação no total (em %)



B. Distribuição das patentes verdes brasileiras por área tecnológica, 2001-2003 – Participação no total (em %)



Fonte: Elaboração própria a partir de dados da PATSTAT e do IPC Green Inventory da OMPI.

Na área de agricultura e silvicultura, que representa 17% das patentes verdes, predominam pedidos de patentes de tecnologias ligadas a pesticidas alternativos (2.239 pedidos de patentes), seguidos por técnicas florestais (16) e melhoria do solo (13). Na sequência, está a área de aspectos administrativos, regulatórios e de design, com 13% dos pedidos de patentes verdes, que englobam pedidos ligados à comutação (por exemplo, veículos de alta ocupação) e teletrabalho (1.738 pedidos). Já na área de conservação de energia, que compõe 7% dos pedidos de patentes verdes no Brasil, destacam-se tecnologias de medição do consumo da eletricidade (566 pedidos), armazenamento de energia elétrica (220) e isolamento térmico de construções/edificações (133). Por fim, na área de transportes, que representa 5% do total de pedidos de patentes verdes, são destacadas as tecnologias ligadas a veículos em geral (419 pedidos; incluindo veículos híbridos, a propulsão elétrica, movidos a combustão a gás etc.). O padrão de composição das patentes verdes por grande área tecnológica não sofreu grandes alterações desde o início da década de 2000 (Gráfico 12B).

Utilizando indicadores de vantagem comparativa, foram identificadas as áreas nas quais o Brasil apresenta alguma vantagem ou desvantagem competitiva sob a ótica das capacidades domésticas para ecoinovação, ou seja, de geração de patentes verdes por empresas residentes no Brasil. O indicador de vantagem comparativa em concentração foi obtido a partir da razão entre a concentração de patentes de residentes do setor e a concentração de patentes totais do setor, ou seja, considerando residentes e não-residentes. Quando esse indicador é acima de um, há uma maior concentração de patentes de residentes nessa área tecnológica em relação à média do país, o que indica uma maior participação da produção tecnológica nacional. Ao passo que, se o indicador for menor do que a unidade, quer dizer que há uma menor concentração de patentes de residentes na referida área tecnológica e, portanto, menor capacidade de produção tecnológica local.

As grandes áreas tecnológicas nas quais o Brasil apresenta vantagem comparativa em concentração são (Gráfico 13): Aspectos Administrativos, Regulatórios ou de Design (32,9% dos pedidos de patentes são de residentes), Gestão de Resíduos (33,6%), Conservação de Energia (29,9%), Produção de Energia Alternativa (29,5%) e Transportes (26,1%).

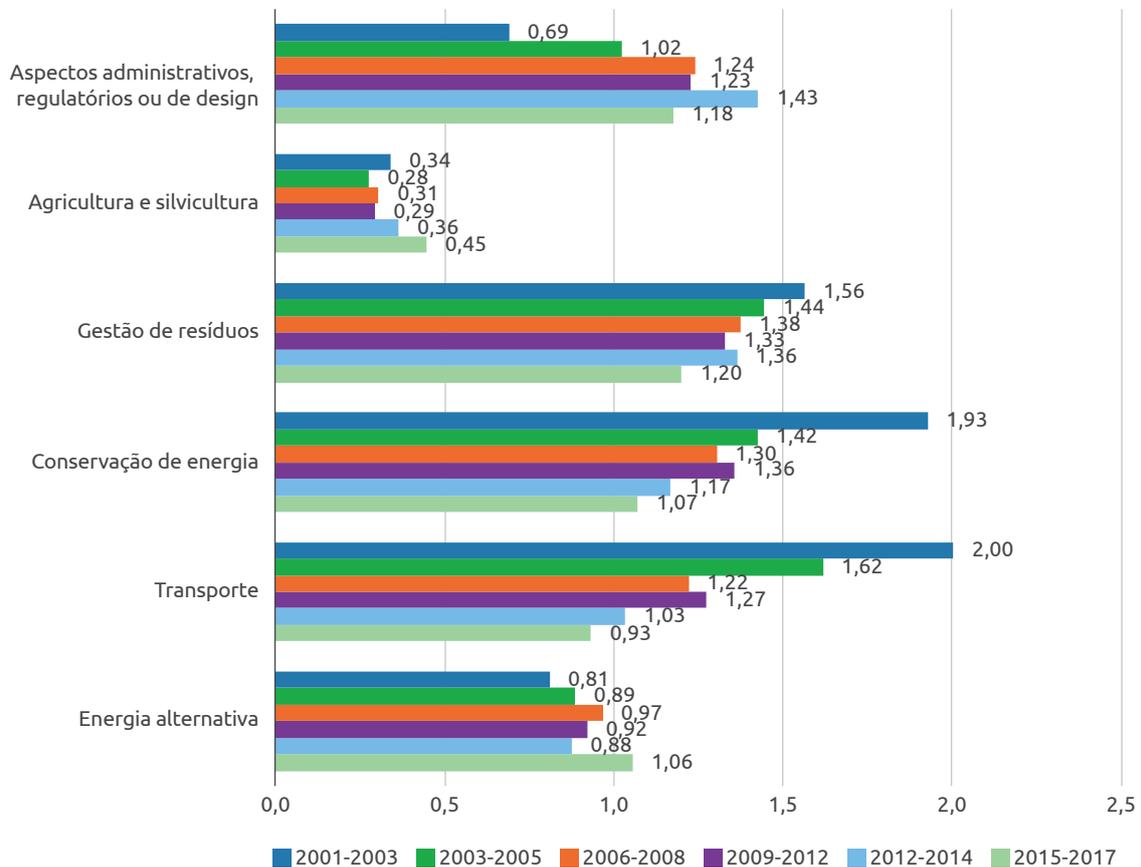
Na área de Agricultura e Silvicultura, somente 12,5% dos pedidos de patentes são depositados por residentes. Nessa área específica, excepcionalmente, os resultados não necessariamente são representativos da área de Agricultura e Silvicultura como um todo, pois a classificação de patentes verdes² não inclui todas as subdivisões de Agricultura e Silvicultura, como, por exemplo, as técnicas de agricultura tropical, na qual o Brasil é um destaque internacional; além disso, existem características específicas da inovação desse setor que fazem com que inovações não necessariamente se traduzam em patentes, como é o caso dos variados cultivares,³ que são objeto de mecanismo próprio⁴ de propriedade intelectual no Brasil e não são necessariamente objeto de patentes. No entanto, pode-se afirmar que o desenvolvimento de ecoinovações nessa área pode apresentar grande potencial, uma vez que o Brasil possui tradição de desenvolvimento e forte inserção externa.

Ainda, nota-se que, entre o total de pedidos depositados de patentes por residentes, a participação dos pedidos de patentes depositados por universidades representa cerca de 20%. Ou seja, cerca de um quinto do desenvolvimento tecnológico nacional verde ocorre em universidades.

2 IPC Green Inventory da OMPI (N/D).

3 Variedades cultivadas de plantas que são obtidas por meio de técnicas de melhoramento genético.

4 Lei nº 9.456, de 25 de abril de 1997 (Lei de Proteção de Cultivares - LPC).

GRÁFICO 13 – Indicador de vantagem comparativa em concentração por grande área tecnológica no Brasil

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da PATSTAT e do IPC Green Inventory da OMPI.

Nota: Os recortes temporais de modo a coincidir com os períodos de análise da PINTEC, permitindo a comparação.

Em relação à evolução no tempo, destaca-se o aumento da vantagem comparativa em concentração da inovação verde ligada a aspectos administrativos, regulatórios e de design, agricultura e silvicultura e produção de energia alternativa. Por sua vez, vêm perdendo vantagem comparativa as áreas de gestão de resíduos, conservação de energia e transporte.

Detalhando-se ainda mais a análise da vantagem comparativa por meio da desagregação tecnológica, podem ser observados os indicadores de vantagem comparativa em concentração para cada um dos 34 campos tecnológicos específicos analisados. Dos 34 campos, 19 apresentam vantagem comparativa (indicador maior que a unidade), ou seja, 56% dos campos tecnológicos têm vantagem comparativa em concentração no Brasil.

Com relação aos dez campos tecnológicos com maior vantagem, ou seja, aqueles campos nos quais há significativa produção patentária de instituições localizadas no Brasil, saltam aos olhos os campos tecnológicos ligados à produção de energias alternativas (código iniciado com “A”; Tabela 2) e, em menor medida, gestão de resíduos (código “D”). Os campos de Propulsão de embarcações marítimas e Dispositivos para produção de energia mecânica a partir da energia muscular (por exemplo, utilizados em tecnologias de mobilidade ativa, como bicicletas) são exemplos de sucesso da produção tecnológica nacional, contando com um índice de vantagem comparativa superior a 3.

TABELA 2 – Top 10 campos tecnológicos por indicador de vantagem comparativa no Brasil (2015-2018)

Campo tecnológico	Cód.	Indicador
Propulsão de embarcações marítimas (Marine vessel propulsion)	B04	3,57
Dispositivos para produção de energia mecânica a partir da energia muscular (Devices for producing mechanical power from muscle energy)	A13	3,12
Eliminação de resíduos (Waste disposal)	D01	2,72
Design de estruturas estáticas (Static structure design)	F03	2,55
Outra produção ou uso do calor, não derivado da combustão, por exemplo, calor natural (Other production or use of heat, not derived from combustion, e.g. natural heat)	A11	2,18
Isolamento térmico de construção, em geral (Thermal building insulation, in general)	C06	1,93
Hidroenergia (Hydro energy)	A06	1,88
Consumo de resíduos pela combustão (Consuming waste by combustion)	D03	1,66
Energia solar (Solar energy)	A09	1,56
Aproveitamento de energia a partir de resíduos gerados pelo homem (Harnessing energy from man made waste)	A05	1,52

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da PATSTAT e do IPC Green Inventory da OMPI.

Com relação aos dez campos tecnológicos com menor indicador de vantagem comparativa em concentração, ou seja, aqueles com as menores participações da produção tecnológica nacional, o menor índice se refere à Melhoria do Solo, com apenas 7,7% de patentes de residentes (Tabela 3). Notam-se quatro campos associados à Agricultura e Silvicultura (código “E”), corroborando o espaço para crescimento patentário nacional nessa área identificado previamente. Dentre a participação de três áreas associadas à Produção de Energia Alternativa, vale ressaltar Biocombustíveis e Célula Combustível para geração de energia a partir do hidrogênio, que também se configuram como áreas com grande espaço para crescimento da participação tecnológica nacional. Há grande potencial de desenvolvimento na área de Produção de Energias Alternativas, que na análise mais agregada apresentou um indicador de vantagem comparativa próximo a 1, ou seja, seguindo o comportamento médio.

TABELA 3 – Bottom 10 campos tecnológicos por indicador de vantagem comparativa no Brasil (2015-2018)

Campo tecnológico	Cód.	Indicador
Biocombustíveis (Bio-fuels)	A01	0,71
Células de combustível (Fuel cells)	A03	0,69
Bombas de calor (Heat pumps)	A12	0,62
Iluminação de baixa energia (Low energy lighting)	C05	0,53
Ciclo Combinado de Gaseificação Integrada (Integrated Gasification Combined Cycle – IGCC)	A02	0,51
Pesticidas alternativos (Pesticide alternatives)	E03	0,45
Técnicas florestais (Forestry techniques)	E01	0,45
Técnicas alternativas de irrigação (Alternative irrigation techniques)	E02	0,36
Armazenamento da energia térmica (Storage of thermal energy)	C04	0,34
Melhoria do solo (Soil improvement)	E04	0,27

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da PATSTAT e do IPC Green Inventory da OMPI.

Os resultados apontados indicam que as rotas tecnológicas das distintas tecnologias verdes encontram-se em aberto, sem definição das rotas dominantes. Mais do que isso, é possível que coexistam diferentes tecnologias verdes nos diversos segmentos. Esse resultado converge com a percepção das lideranças da MEI entrevistadas, de que o esforço de inovação de baixo carbono deve ser multi-tecnologias. Ou seja, em vez de apostar em uma rota única, mostra-se interessante apostar em um portfólio diversificado de tecnologias verdes. Por exemplo, no campo da mobilidade urbana e logística (transporte), os esforços vão desde os biocombustíveis (do etanol de segunda geração ao *sustainable aviation fuel – SAF*) até a propulsão elétrica e as células de combustível (hidrogênio verde).

7 ESTUDO DE CASO DA EMBRAPPII

- *A indústria brasileira tem apostado no desenvolvimento de diversas áreas tecnológicas verdes.*
- *Verificam-se fortes sinergias entre transformação digital eecoinovações.*
- *A bioeconomia se destaca.*
- *Cooperação é chave para o engajamento de empresas de diferentes portes emecoinovação.*

As seções anteriores do presente documento estiveram fortemente ancoradas em evidências a partir das bases de dados mais relevantes e mais recentes disponíveis sobreecoinovação na indústria brasileira. No entanto, em função da própria natureza do processo inovativo, esse frutífero campo de atuação é extremamente dinâmico. Nesse sentido, os últimos dados disponíveis (ano 2018) não necessariamente refletem a realidade atual, especialmente em um contexto no qual se desencadearam uma pandemia global e uma crise energética ligada à invasão russa à Ucrânia. Embora os dados e indicadores referentes a inovações realizadas no passado (patentes verdes, esverdeamento do comércio mundial e taxas deecoinovação), analisados nas seções anteriores, apresentem importantes tendências e *insights* para o futuro dasecoinovações na indústria do Brasil, as perspectivas futuras podem ser complementadas por meio da análise dos esforços tecnológicos em curso relacionados às tecnologias verdes, que são objeto da presente seção. Para isso, são analisadas informações obtidas com base nos projetos de pesquisa, desenvolvimento & inovação (PD&I) implementados com apoio da Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial (EMBRAPPII), a título de estudo de caso.

O estudo de caso dos projetos apoiados pela EMBRAPII tem como objetivo complementar as análises anteriores no sentido de trazer perspectivas sobre os esforços de desenvolvimento tecnológico em curso que poderão se traduzir futuramente em ecoinovações. Sublinha-se que os dados referentes à EMBRAPII não são representativos da indústria brasileira, uma vez que se referem a um modelo muito específico de fomento à inovação, que é o modelo EMBRAPII, além de ser um recurso limitado se comparado ao orçamento de outras instituições nacionais de fomento. Nesse sentido, os dados devem ser interpretados como uma espécie de termômetro, que se baseia em um estudo de caso específico – e não como uma análise representativa da indústria como um todo⁵.

Em que pese essas ressalvas, o estudo de caso da EMBRAPII é relevante porque permite analisar uma série de fatores que estão fora do escopo das bases de dados existentes, como por exemplo, esforços tecnológicos que não necessariamente se converterão em patentes e a interrelação dos projetos de PD&I verdes com tecnologias habilitadoras. De fato, como se verá nesta seção, os dados desse estudo de caso coincidem com as percepções das lideranças da MEI entrevistadas.

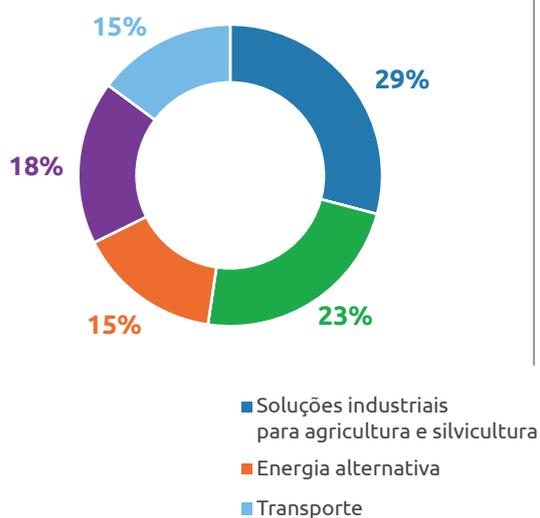
Partiu-se da classificação das tecnologias verdes IPC Green Inventory da OMPI (N/D), seguindo a mesma classificação aplicada nas demais seções do presente documento. À luz dessa classificação, realizou-se um esforço de revisão de cada um dos projetos da EMBRAPII, um por um, para verificar se haveria conformidade com alguma das categorias apontadas. A partir do total de projetos desenvolvidos pela EMBRAPII, identificou-se um conjunto de 405 projetos em áreas tecnológicas verdes, com valor total de aproximadamente R\$ 538 milhões. Esse grupo de projetos representa aproximadamente 24% do número total de projetos e 23,5% do valor total aportado nos projetos da EMBRAPII, até julho de 2022. Essas informações refletem um esforço relativamente elevado das empresas que desenvolvem projetos no sistema EMBRAPII de avançar em tecnologias verdes.

Em termos de números de projetos (Gráfico 14A), verifica-se um esforço proporcionalmente mais elevado das empresas no desenvolvimento de soluções tecnológicas industriais relacionadas à agricultura e silvicultura (29% dos projetos verdes) e à conservação energética (23%), seguidas por gestão de resíduos (18%), energia alternativa (15%) e transporte (15%). Em termos da distribuição do valor dos projetos (Gráfico 14B), nota-se que, além das soluções industriais para agricultura e silvicultura (22%), a área de gestão de resíduos (23%) e de energia alternativa (22%) se destacam, seguidas por conservação energética (19%) e transporte (14%).

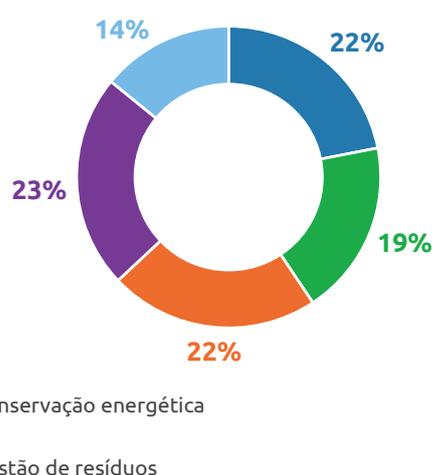
5 [Recomenda-se, como desenvolvimento futuro, que estudos de casos de outras instituições, notadamente da Financiadora de Estudos e Projetos \(FINEP\) e do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social \(BNDES\) sejam elaborados de modo a se analisar um retrato mais completo e fidedigno da realidade da indústria do país.](#)

GRÁFICO 14 – Distribuição dos projetos de ecoinovação EMBRAPPII por grande área tecnológica

A. Proporção do número de projetos da área no número total de projetos verdes da EMBRAPPII



B. Proporção do valor de projetos da área no valor total de projetos verdes da EMBRAPPII



Fonte: Elaboração própria a partir de dados da EMBRAPPII.
Nota: Dados acumulados de 2014 a 2022* (até 31/07/2022).

Com relação ao nível de maturidade tecnológica (TRL, na sigla em inglês), os projetos de ecoinovação identificados na EMBRAPPII estão concentrados em TRLs relativamente elevados (Tabela 4). Os projetos nos TRLs 5 a 6 representam 55,9% dos projetos, de modo que os resultados entregues para as empresas já estão na fase final do ciclo pré-competitivo. Porém, observando-se as grandes áreas tecnológicas verdes, nota-se uma heterogeneidade de padrões. Por um lado, nas áreas de conservação energética e transporte, os TRLs mais elevados são majoritários, enquanto soluções industriais para agricultura e silvicultura apresentam certo equilíbrio entre TRLs mais altos e mais baixos. Por outro lado, nas áreas de energia alternativa e gestão de resíduos, a participação mais elevada dos projetos ocorre na fase inicial do ciclo pré-competitivo (TRLs 3 e 4), refletindo um grau de maturidade tecnológica mais inicial nessas áreas e uma maior possibilidade de desenvolvimento de rotas tecnológicas distintas.

TABELA 4 – Número de projetos EMBRAPPII por grande área tecnológica verde e nível de maturidade tecnológica (TRL)

TRL/Área Tecnológica	Soluções ind. Agricultura e silvicultura	Conservação energética	Energia alternativa	Gestão de resíduos	Transporte	Total
TRL 3. Estabelecimento de função crítica de forma analítica, experimental e/ou prova de conceito	26	19	21	20	9	95
TRL 4. Validação funcional dos componentes em ambiente de laboratório	29	13	13	19	7	81
TRL 5. Validação das funções críticas dos componentes em ambiente relevante	31	15	13	12	15	86
TRL 6. Demonstração de funções críticas do protótipo em ambiente relevante	32	47	14	19	28	140
TRL 7. Demonstração de protótipo do sistema em ambiente operacional			1	1	1	3
Total	118	94	62	71	60	405

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da EMBRAPPII.

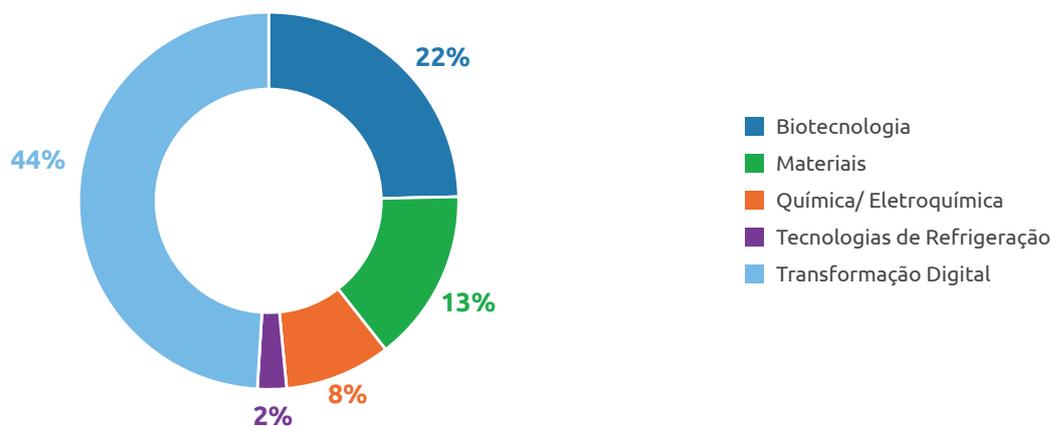
Nota: Dados acumulados de 2014 a 2022* (até 31/07/2022).

A classificação de tecnologias habilitadoras está vinculada à principal tecnologia, ou família tecnológica, aplicada no desenvolvimento do projeto de PD&I fomentado pela EMBRAPPII. Cruzando essa classificação com as grandes áreas tecnológicas verdes, percebe-se que a totalidade dos projetos em todas as grandes áreas de ecoinovação estão associadas a alguma tecnologia habilitadora.

Nos projetos da EMBRAPPII, são predominantemente utilizadas as soluções tecnológicas relacionadas à transformação digital. Nesse sentido, 44,2% dos projetos verdes (ou 179 projetos em números absolutos) estão associados a alguma tecnologia digital (Gráfico 15). No âmbito das tecnologias digitais, destacam-se as tecnologias habilitadoras de integração de sistemas (integram o desenvolvimento de hardware e software) com 16,3% dos projetos verdes, inteligência artificial (10,4%), manufatura 4.0 (5,9%), IoT industrial (3,5%), automação e robótica (3,2%), desenvolvimento de hardware (2,7%) e sistemas de comunicação (2,2%). Entre as grandes áreas de ecoinovação, as que mais aplicam tecnologias digitais são conservação energética (33% dos projetos vinculados à transformação digital) e soluções industriais para agricultura e silvicultura (24%), seguidas por transporte (19%), gestão de resíduos (13%) e energia alternativa (11%).

Esse resultado aponta uma forte sinergia entre transformação digital eecoinovação. Esse resultado converge com as impressões relatadas pelas lideranças da MEI entrevistadas. De fato, muitos líderes empresariais de segmentos diversos da indústria brasileira relataram que as tecnologias digitais podem contribuir significativamente com o desenvolvimento de soluções sustentáveis ou ecoinovações.

GRÁFICO 15 – Distribuição dos projetos de ecoinovação EMBRAPPII por tecnologia habilitadora



Fonte: Elaboração própria a partir de dados da EMBRAPPII.
Nota: Dados acumulados de 2014 a 2022* (até 31/07/2022).

A segunda tecnologia habilitadora mais utilizada no desenvolvimento de projetos verdes é a biotecnologia, que alcança 22,2% desses projetos (ou 90 projetos em números absolutos). As principais grandes áreas verdes nas quais essa tecnologia é aplicada são soluções industriais para agricultura e silvicultura (54% dos projetos associados a biotecnologia) e energia alternativa (29%). Na sequência, estão as áreas de gestão de resíduos (13%) e conservação energética (3%). Esses dados sublinham a relevância de ecoinovações ligadas à bioeconomia. Novamente, esse resultado corrobora com as percepções das lideranças industriais entrevistadas.

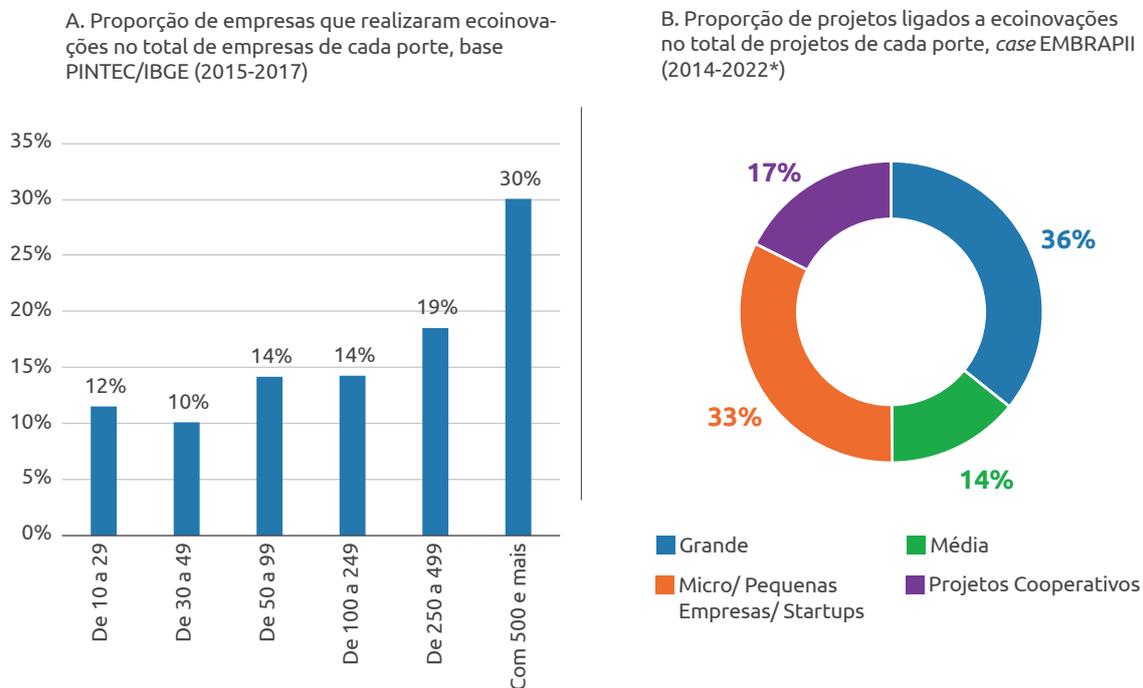
Em terceiro lugar, a tecnologia habilitadora ligada a materiais está presente em 13% dos projetos de inovação verde (54 projetos em números absolutos). Nesse grupo, destacam-se, de um lado, as ecoinovações relacionadas a transporte (33% dos projetos em materiais), que sublinham a relevância de novos materiais, mais leves e com maior durabilidade; e, de outro, as ecoinovações ligadas à gestão de resíduos (31%), refletindo a importância da aplicação dessas soluções tecnológicas para a economia circular, por meio da implementação de novos produtos a partir dos resíduos gerados. Seguem, por ordem decrescente, as áreas de soluções para agricultura e silvicultura (17%), conservação energética (13%) e energia alternativa (6%).

Destaca-se, ainda, a tecnologia habilitadora de química/eletroquímica, que atinge 8,1% dos projetos verdes da EMBRAPPII (33 projetos). Nesse conjunto de tecnologias, a área de gestão de resíduos exerce papel importante (33% dos projetos ligados a essa tecnologia habilitadora), seguida por conservação energética (21%), soluções para agricultura e silvicultura (18%), energia alternativa (18%) e transporte (9%).

Por fim, nota-se que a totalidade dos projetos vinculados a tecnologias de refrigeração (9 projetos) se concentram na área de conservação energética e que há uma distribuição relativamente equânime das áreas tecnológicas verdes no âmbito das tecnologias habilitadoras de prototipagem (40 projetos).

Uma característica das ecoinovações no Brasil é que elas atingem proporcionalmente mais empresas de maior porte que empresas de menor porte (Gráfico 16A). Enquanto 30% das grandes empresas (com 500 ou mais pessoas ocupadas) realizam ecoinovações, nas empresas com porte inferior a 250 funcionários essa proporção é de menos de 15%, segundo dados da PINTEC 2015-2017 (IBGE, 2020).

GRÁFICO 16 – Ecoinovação por porte de empresas



Fonte: Elaboração própria com base em dados do IBGE/PINTEC (A) e dados da EMBRAPPII (B).

O estudo de caso da EMBRAPPII revela que é possível alcançar um número relevante de empresas de menor porte por meio de mecanismos específicos de cooperação e de fomento à inovação nas micro e pequenas empresas (MPEs; Gráfico 16B). Nesse sentido, o conjunto de projetos verdes da EMBRAPPII está atrelado a um total de 407 empresas parceiras⁶, sendo que 34% são grandes empresas, 17% são médias empresas e 50% são empresas de pequeno porte/startups⁷. Com relação ao número de projetos, boa parte (145, ou 36% do total de projetos) está vinculada a uma única grande empresa como parceira. Os projetos realizados com uma única empresa no grupo das MPEs/startups também são significativos (132, ou 33% do total de projetos). Já a participação das médias empresas ocorre em 57 (14%) dos projetos desenvolvidos. Destaca-se que 71 projetos (ou 18% dos projetos verdes) são desenvolvidos de forma cooperativa, com mais de uma empresa como parceira.

Em todas as áreas tecnológicas verdes, os esforços conjuntos (ou cooperativos) entre empresas de diferentes portes para o desenvolvimento deecoinovações estão presentes. O maior número de empresas parcerias em um único projeto ocorre na área tecnológica de soluções industriais para agricultura e silvicultura, com 20 empresas demandando uma solução tecnológica conjuntamente. Nessa área, há 22 projetos cooperativos, seguidos por 17 em conservação de energia, 16 em gestão de resíduos, 14 em transporte e 2 em energia alternativa. Destaca-se que vários projetos cooperativos são desenvolvidos com empresas que atuam em um mesmo mercado (isto é, empresas concorrentes), uma vez que o resultado do projeto, geralmente, encontra-se na fase pré-competitiva da inovação. Também sobressai nesses projetos cooperativos o elevado número de interação entre empresas de grande/médio porte e empresas de pequeno porte.

Portanto, com base nas informações do porte das empresas parceiras da EMBRAPPII, nota-se um esforço elevado das empresas de pequeno porte no desenvolvimento de projetos, mesmo diante da característica de um número maior de projetos contratados por grandes empresas (que geralmente executam mais de um projeto). Esse resultado aponta que modelos específicos de apoio tendem a elevar a capacidade inovativa das pequenas empresas. Neste caso específico, a parceria da EMBRAPPII com o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE), por meio da qual parte do aporte financeiro que seria realizado pelas MPEs/Startups é feito pelo SEBRAE, tem se mostrado uma política exitosa de incentivo.

6 Na identificação do número de empresas parceiras nos projetos EMBRAPPII, utiliza-se o CNPJ das empresas, sendo que cada CNPJ é contabilizado uma única vez. Portanto, neste número de empresas destacado, não ocorre a dupla contagem da uma mesma empresa.

7 A classificação de porte de empresas levou em consideração a Receita Operacional Bruta.

Tendo por base a experiência da EMBRAPPII e os conteúdos das seções anteriores, o Diagrama 3 apresenta oportunidades tecnológicas da ecoinovação para a indústria brasileira.

DIAGRAMA 3 – Oportunidades da ecoinovação para a indústria no Brasil



Fonte: Elaboração própria.

Para cada uma dessas áreas, são apresentados *cases* selecionados a partir do estudo de caso da EMBRAPPII. O objetivo de expor alguns *cases* é trazer tangibilidade em relação aos dados analisados no presente documento, ilustrar casos concretos de ecoinovação na indústria instalada no Brasil e indicar áreas tecnológicas nas quais as capacidades inovativas verdes estão sendo fortalecidas no país.

Cases: *Economia circular e gestão de resíduos*

Durante mais de 50 anos, empresas produtoras de mármore Bege Bahia, na região de Ourolândia/BA atuavam na extração dessa pedra com uma grande geração de resíduos, pois somente 30% dos blocos extraídos das jazidas eram aproveitados para as etapas subsequentes de beneficiamento. Durante esse período de extração, foi gerada uma grande quantidade de resíduos, impactando negativamente o meio ambiente. Em função desse passivo ambiental, em 2017 o Ministério Público do Estado da Bahia determinou uma multa de mais de R\$ 70 milhões e a paralização das atividades dos produtores. Foram desenvolvidos cinco projetos em parceria entre os produtores locais do Bege Bahia e o SENAI CIMATEC, com o apoio da EMBRAPPII, buscando soluções economicamente sustentáveis para permitir a continuidade da produção. Foram desenvolvidas soluções de logística para viabilizar a otimização da movimentação das pedras, criação de um insumo para produção de cimento e argamassa para piso a partir do pó, utilização do pó de mármore para a produção de fertilizantes e o desenvolvimento de peças menores e artísticas de alto valor agregado a partir das pedras menores anteriormente descartadas. Com base nos desenvolvimentos implementados, o que antes era um passivo ambiental passou a ser reconhecido como um estoque remanescente e com potencial de exploração econômica. Em função desses esforços conjuntos, o Ministério Público Estadual e mais de 60 empresas de extração e beneficiamento do Bege Bahia assinaram um acordo em 2018 regularizando as atividades das empresas de Ourolândia.

Cases: *Bioeconomia, biomateriais e bioquímica*

O Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (CNPEM), no âmbito da parceria BNDES-EMBRAPPII, implementa um conjunto de projetos relacionados à geração de biocombustíveis ou novas formas de sua utilização. Dois dos projetos, em parceria com a empresa Sinochem Petróleo Brasil Ltda. buscam, por um lado, desenvolver uma rota bioquímica para produzir biocombustíveis avançados por meio da descoberta e customização de novas enzimas e, por outro lado, desenvolver uma biorrefinaria com base em rotas biotecnológicas para o aproveitamento de subprodutos agroindustriais, tais como matérias-primas para a geração de açúcares avançados e a produção de biocombustíveis e de bioquímicos. Com a empresa Equinor Energy do Brasil Ltda., o CNPEM realiza um desenvolvimento voltado para o aproveitamento de subprodutos agroflorestais também visando, por meio de rotas biotecnológicas, a geração de açúcares avançados e a produção de biocombustíveis. O projeto Macrofuel, realizado pela Unidade EMBRAPPII SENAI ISI Biomassa em parceria com a empresa Rio Paraná Energia S.A., visa à obtenção de biocombustível por meio do aproveitamento energético de biomassa aquática via processamento termoquímico. Um projeto cooperativo, desenvolvido entre as empresas Nexa Recursos Minerais S.A. e Startup Bchem Biocombustíveis Ltda. em parceria com a Unidade SENAI CIMATEC, também chama a atenção, uma vez que a startup busca desenvolver, por meio do projeto, um novo processo de produção de mistura de biodiesel que será utilizado nos veículos da frota de mineração da Nexa, reforçando a importância da complementariedade de competência na implementação das soluções.

Cases: *Energias renováveis e conservação energética*

Os projetos de energias renováveis desenvolvidos no Sistema EMBRAPPII partem, por um lado, do desenvolvimento de um conjunto de soluções em biotecnologia aplicadas ao etanol de 2ª geração e à produção de biocombustíveis de menor impacto ambiental. Os projetos procuram ainda incorporar avanços tecnológicos na produção de energia solar e eólica. Entre esses projetos, destaca-se aquele desenvolvido entre a Unidade EMBRAPPII INRI-UFSM e a empresa Huawei do Brasil Telecomunicações Ltda., focando na metodologia e no *software* que possibilitem a determinação da eficiência energética em inversores fotovoltaicos a partir de um conjunto de curvas obtidas experimentalmente. O conteúdo inovador desse desenvolvimento é a determinação precisa da eficiência energética de inversores com base em metodologia que incorpora diferentes fatores de dimensionamento do inversor, condição de temperatura de operação e tensão de entrada nas *strings* em variadas condições operacionais. Um segundo projeto desenvolvido em parceria entre a Unidade e a empresa “tem dois focos: o primeiro é desenvolver um *software*

inovador para auxílio a projetos de usinas fotovoltaicas, e o segundo, o desenvolvimento de uma bancada didática inovadora para capacitação de técnicos e engenheiros quanto aos riscos que podem existir nos equipamentos que geram energia solar, e na mitigação destes riscos” (QUINTANA, 2022).

Cases: Mobilidade e logística de baixo carbono e eletromobilidade

No campo da eletromobilidade, soluções voltadas para baterias ocorrem em larga escala e geralmente referem-se a projetos cooperativos, ou seja, desenvolvidos para mais de uma empresa. Porém, também estão presentes soluções como a desenvolvida entre a Unidade EMBRAP II Instituto Federal de Santa Catarina e a CELESC Distribuidora S.A., que tem como objetivo principal a disseminação da cultura dos veículos elétricos no Brasil (benefícios e desafios), mais especificamente junto aos poderes públicos constituídos, por meio da inserção de veículos elétricos em frotas públicas, a partir da conversão de veículos a combustão para tração elétrica. Ainda neste sentido, um conjunto de projetos está voltado ao desenvolvimento de soluções para infraestrutura de recarga de veículos elétricos. O projeto desenvolvido em parceria entre a Unidade EMBRAP II CPqD e a empresa PHB Eletrônica Ltda. de eletropostos (EPs) CA e CC para recarga de veículos elétricos plug-in, tem como objetivo o desenvolvimento de uma família de EPs e recarregadores para veículos elétricos (VEs) do tipo *plug-in* com alto nível de automação, a fim de atender aos proprietários de veículos elétricos, frotistas, empresas de transporte e logística, além de estabelecimentos interessados em oferecer o serviço de recarga de VEs como diferencial para seus clientes. O projeto visa assegurar o alinhamento com as características técnicas que o mercado de veículos elétricos demanda atualmente, atendendo ainda aos requisitos técnicos estabelecidos nas normas NBR IEC 61851 e NBR IEC 62196. Está previsto o desenvolvimento de três tipos de eletropostos: Normal (residencial/caseiro), Semirrápido e Rápido.

Cases: Soluções industriais para agricultura e silvicultura

Melhoramentos em termos de monitoramento das culturas vinculados à transformação digital estão presentes em vários projetos, como, por exemplo, no projeto desenvolvido pela Unidade EMBRAP II CERTI em parceria com as empresas BASF S.A. e Horus Aeronaves Ltda. O projeto busca desenvolver um sistema para verificar a presença de ervas daninhas, pragas e doenças em áreas cultivadas com soja, com base na detecção de padrões em imagens multiespectrais obtidas da área cultivada por meio do sobrevoo de aeronaves tipo drones. Ainda nesse contexto, a Unidade EMBRAP II Eldorado, em parceria com a Fundação ABC Pesquisa e Desenvolvimento Agropecuário, desenvolve o projeto Sigma, que busca uma solução sistêmica baseada em câmera multiespectral de

baixo custo para otimização de manejo e gestão agrônômica de culturas. Outro exemplo nesta área é o projeto realizado entre a Unidade EMBRAPPII USP-IFSC em parceria com o Instituto Mato-Grossense de Algodão e a Cooperativa Mista de Desenvolvimento do Agronegócio que desenvolve um sistema inteligente de detecção de plantas baseado em sensores ópticos a ser embarcado em um veículo autônomo para pulverização seletiva. Já na aplicação de biotecnologia, são diversos os projetos EMBRAPPII que buscam o desenvolvimento de soluções mais sustentáveis a serem aplicadas na agroindústria. A Unidade EMBRAPPII ESALQ, em parceria com a empresa Oligos Biotecnologia Eireli, está desenvolvendo um biofungicida com elevada eficiência para o controle de doenças em plantas e um bioinseticida de elevada virulência a pragas, com reduzido impacto ambiental. A Unidade EMBRAPPII EMBRAPPA Agroenergia, em parceria com a empresa Dimiagro Comércio de Fertilizantes – Eireli, desenvolve dois projetos, um buscando a produção de bioestimulantes vegetais derivados de macroalgas ou cianobactérias e outro visando à produção de biofertilizante com bionsumos da cianobactéria para aumento de produtividade da soja.

Cases: Transformação digital e sustentabilidade

As soluções baseadas em transformação digital têm sido aplicadas com o intuito de aumentar a sustentabilidade de produtos e processos em todas as áreas analisadas a partir do estudo de caso dos projetos da EMBRAPPII. Na área de gestão de resíduos, destaca-se o projeto implementado pela Unidade EMBRAPPII SENAI ISI Embarcados e a empresa Alunorte Alumina do Norte do Brasil S.A., que desenvolve um sistema de monitoramento por câmera digital de condição de gestão de águas, efluentes e transporte interno dos resíduos sólidos da bauxita, tendo como foco trazer melhorias para a gestão de resíduos e permitir a agilidade na tomada de decisão, por meio da previsão de picos de demandas no sistema de tratamento de águas para ações preventivas e efetivas de tratamento de riscos. Na área de soluções industriais para agricultura e silvicultura, o projeto da Unidade EMBRAPPII ITEC-FURG com a startup Green Next Automação Ltda. desenvolve um sistema de monitoramento e acionamento inteligente de bombas para irrigação por inundação em lavouras de arroz com base em inteligência artificial e automação. Na área de energia, a Unidade EMBRAPPII Inatel e a empresa CAS Tecnologia S.A. desenvolvem um módulo para tratamento de medidores que contemplam a Tarifa Branca em Sistema SmartGrid, de forma a atender novas regulamentações do setor. Nos transportes, o projeto da Unidade EMBRAPPII TEGRAFE e as empresas White Martins Gases Industriais Ltda. e Zane Tecnologia da Informação Ltda. busca desenvolver um sistema de técnicas de ciência de dados para construção de Índice de Ecoeficiência (IEE). Segundo direcionamento da ZANE sobre as frotas rodoviárias da White Martins, serão adquiridos dados de veículos por meio de sensores, com foco na emissão de Nox, que serão agregados aos dados já existentes em

sistemas de monitoramento da empresa. Em eficiência energética, a Unidade EMBRAPPI Eldorado e as empresas Copel Distribuição S.A. e Tecsys do Brasil Industrial Ltda. atuam no desenvolvimento de um sistema HEMS (Home Energy Management System), composto por uma unidade de controle do uso/geração de energia e tomadas inteligentes que se comunicam por meio do perfil HAN da WI-SUN Alliance. O sistema também possui comunicação Wi-Fi para envio das informações coletadas das tomadas inteligentes, recepção de comandos de configuração e controle das tomadas.



8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente documento buscou analisar e prover evidências sobre tendências, desafios e oportunidades da ecoinovação para a indústria brasileira, com base em análises técnicas baseadas em levantamentos de dados, bem como em entrevistas realizadas com lideranças selecionadas da MEI. Os principais resultados e achados são resumidos a seguir.

Na seção 1, verificou-se que diversos países do mundo estão apostando em estratégias verdes de recuperação. Essa tendência sinaliza que a demanda verde será multiplicada, o que pode representar para o Brasil uma oportunidade histórica para se posicionar como liderança verde ou, inversamente, um risco de ficar alijado das novas tendências se as políticas internas não acompanharem os movimentos internacionais .

Foram apresentados dados, na seção 2, que indicam que está em curso uma acelerada corrida tecnológica verde mundial. O Brasil parte de um posicionamento forte, mas tem perdido lugar no cenário mundial, embora mantenha um papel protagonista na corrida tecnológica verde regional latinoamericana.

Constatou-se, na seção III, que a corrida tecnológica verde já vem se traduzindo em esverdeamento do comércio mundial. Também se observou que os setores e países que mais ecoinovam são mais competitivos. Nesse sentido, estão se consolidando as novas bases verdes de competitividade, aproximando cada vez mais o desempenho ambiental do desempenho competitivo.

Na seção 4, abordou-se como a ecoinovação pode impulsionar um ciclo virtuoso de competitividade verde e desenvolvimento econômico, a partir da análise de um conjunto de mais de 150 países.

No que diz respeito à realização de ecoinovação pela indústria brasileira, na seção 5 apontou-se que, de forma geral, há baixa propensão à ecoinovação, mas há grande heterogeneidade entre os setores. Por outro lado, a diversidade de ecoinovações indica capacidades potenciais da indústria do país. Ficou nítida a necessidade de fortalecer a disposição a inovar e dar escala às ecoinovações.

Aprofundando a análise das capacidades instaladas na indústria brasileira, verificaram-se potenciais nas áreas de gestão de resíduos, conservação de energia, energia alternativa e transporte, na seção 6.

O estudo de caso da EMBRAPPII, objeto da seção 7, indicou que a indústria brasileira tem apostado no desenvolvimento de diversas áreas tecnológicas verdes. Verificam-se fortes sinergias entre transformação digital e ecoinovações, bem como um destaque importante para a bioeconomia. Apontou-se também que a cooperação é chave para o engajamento de empresas de diferentes portes na ecoinovação.

A partir dessas análises e dos insumos trazidos nas entrevistas com lideranças selecionadas da MEI, surgiram também implicações gerais de políticas públicas. Há uma percepção dominante entre os entrevistados de que é possível otimizar a eficiência da atuação tanto da indústria quanto da academia no que tange à agenda de ecoinovação, com base nos recursos, nas capacidades, nas políticas e na infraestrutura existentes. Embora muito esteja sendo feito espontaneamente pela indústria e pela academia no Brasil, a velocidade do avanço da ecoinovação tem sido muito lenta. Ou seja, sem políticas públicas há um teto do que pode ser alcançado somente pela iniciativa privada e acadêmica no país. Há uma percepção generalizada entre as lideranças entrevistadas de que, a partir da combinação adequada de instrumentos e mecanismos de política pública, de forma coordenada com a indústria e a academia, é possível tornar o Brasil uma potência verde sob a liderança da indústria. Dito de outro modo, é possível ao país despontar nessa área, mas, sem política pública, o Brasil não conseguirá ocupar o seu papel potencialmente relevante. A fim de avançar nessa direção, a CEPAL e a CNI, em parceria, irão trabalhar no desenvolvimento mais detalhado de diagnósticos, prognósticos e recomendações de políticas públicas para impulsionar ecoinovações na indústria brasileira.



REFERÊNCIAS

BANCO MUNDIAL *et al.*. **Relatório de danos materiais e prejuízos decorrentes de desastres naturais no Brasil: 1995 – 2019**. 2020. Disponível em: https://www.gov.br/mdr/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/protecao-e-defesa-civil-sedec/danos_e_prejuizos_versao_em_revisao.pdf. Acesso em: 08 fev. 2023.

BARBIER, Edward. A global green new deal: executive summary, Nairobi, Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. 2009. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/books/global-green-new-deal/A46C5F39C7A8B8F87B7B4AC8E8855BC4>. Acesso em: 08 fev. 2023.

BARBIER, Edward; MARKANDYA, Anil. **A new blueprint for a green economy**. Nova Iorque: Routledge, 2013.

CNI – CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA; INSTITUTO FSB. **Pesquisa Indústria & Sustentabilidade**. 2021. (Slides). Disponível em: https://static.portaldaindustria.com.br/portaldaindustria/noticias/media/filer_public/f0/83/f083a82f-268b-4dd8-8cf6-de6f-9465dad7/instituto_fsb_pesquisa_-_pesquisa_industria_e_sustentabilidade_pequenas.pdf. Acesso em: 8 fev. 2023.

ENERGY POLICY TRACKER. **Energy Policy Tracker**. 2021. Disponível em: <https://www.energypolicytracker.org/>. Acesso em: 5 jun. 2021.

EPO – EUROPEAN PATENT OFFICE. **PATSTAT**. 2020. (base de dados online). <https://www.epo.org/searching-for-patents/business/patstat.html>. Acesso em: 5 jun. 2021.

FAJNZYLBBER, Fernando. Competitividad internacional: evolución y lecciones. **Revista de la CEPAL**, Santiago, dez. 1988.

GRAMKOW, Camila. De obstáculo a motor do desenvolvimento econômico: o papel da agenda climática no desenvolvimento. *In*: CHILIATTO LEITE, Marcos Vinicius (Org.). **Alternativas para o desenvolvimento brasileiro: novos horizontes para a mudança estrutural com igualdade**. Santiago: CEPAL, 2019.

HIDALGO, César; HAUSMANN, Ricardo. The building blocks of economic complexity. **Proceedings of the national academy of sciences**, v. 106, n. 26, p. 10570-10575, 2009.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa de Inovação – PINTEC – 2015-2017**. Rio de Janeiro, 2020.

IFC – INTERNATIONAL FINANCIAL CORPORATION. **Climate investment opportunities in emerging markets**: an IFC analysis. Washington: IFC, 2016.

LYBBERT, T. J.; ZOLAS, N. J. Getting patents & economic data to speak to each other: an ‘algorithmic links with probabilities’ approach for joint analyses of patenting and economic activity. **Research Policy**, v. 43, n. 3, p. 530–42, 2014.

OCDE – ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E O DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. **Eco-Innovation in Industry**: enabling green growth. Paris, OECD, 2009.

OCDE – ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E O DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. **Towards green growth**. Paris: OCDE, 2011.

OIT – Organização Internacional do Trabalho; BID - Banco Interamericano de Desenvolvimento. **El empleo en un futuro de cero emisiones netas en América Latina y el Caribe**. [S.l.]: OIT, 2020.

OMPI – ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA PROPRIEDADE INTELECTUAL. **IPC Green Inventory**. 2023. Disponível em: <https://www.wipo.int/classifications/ipc/green-inventory/home>. Acesso em: 28 fev. 2023.

PNUMA – PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE. **Towards a green economy**: pathways to sustainable development and poverty eradication. Paris: PNUMA, 2011.

QUINTANA JR., José. **UFSM vai desenvolver o maior projeto financiado pela Huawei no Brasil**. 14 set. 2022. Disponível em: <https://diariosm.com.br/ufsm-vai-desenvolver-o-maior-projeto-financiado-pela-huawei-no-brasil/>

ROBINS, Nicholas *et al.* **A climate for recovery**: the colour of stimulus goes green. Londres: HSBC, 2009.

ROMERO, João P.; GRAMKOW, Camila. Economic complexity and greenhouse gas emissions. **World Development**, v. 139, p. 105317, 2021.

TODARO, M. P.; SMITH, S. C. **Economic Development**. [S.l.]: Addison-Wesley, 2015.

VIVID ECONOMICS. **Greenness of stimulus index**: an assessment of COVID-19 stimulus by G20 countries and other major economies in relation to climate action and biodiversity goals. 2021. Disponível em: https://www.vivideconomics.com/wp-content/uploads/2021/07/Green-Stimulus-Index-6th-Edition_final-report.pdf. Acesso em: 8 fev. 2023.

WRI – WORLD RESOURCES INSTITUTE. **Uma nova economia para uma nova era**: elementos para a construção de uma economia mais eficiente e resiliente para o Brasil, 2020. Disponível em: https://www.wribrasil.org.br/sites/default/files/af_neb_synthesisreport_digital.pdf. Acesso em: 8 fev. 2023.

**DIRETORIA DE EDUCAÇÃO E TECNOLOGIA
– DIRET**

Rafael Esmeraldo Lucchesi Ramacciotti
Diretor de Educação e Tecnologia

DIRETORIA DE INOVAÇÃO – DI

Gianna Cardoso Sagazio
Diretora de Inovação

Gerência Executiva de Inovação

Tatiana Farah
Gerente-Executiva de Inovação

Rafael Grilli Felizardo

Zil Miranda

Coordenação Técnica

DIRETORIA DE COMUNICAÇÃO – DIRCOM

Ana Maria Curado Matta
Diretora de Comunicação

Superintendência de Publicidade e Mídias Sociais

Mariana Caetano Flores Pinto
Superintendente de Publicidade e Mídias Sociais

Rejane de Oliveira Costa

Produção Editorial

**DIRETORIA DE SERVIÇOS CORPORATIVOS –
DSC**

Fernando Augusto Trivellato
Diretor de Serviços Corporativos

Superintendência de Administração – SUPAD

Maurício Vasconcelos de Carvalho
Superintendente Administrativo

Alberto Nemoto Yamaguti

Normalização

**CEPAL - Comissão Econômica para a América
Latina e o Caribe (Escritório no Brasil)**

Camila Gramkow
Oficial de Assuntos Econômicos

**Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ
Programa de Pós-Graduação em Propriedade
Intelectual e Transferência de Tecnologia para
a Inovação - PROFNIT**

Cecilia Lustosa

Consultora

**Universidade Federal Fluminense – UFF
(Departamento de Economia)
Associação Brasileira de Pesquisa e Inovação
Industrial – EMBRAPPI**

Fabio Stallivieri

Consultor

**Universidade Federal do Rio de Janeiro
– UFRJ (Instituto de Economia - IE)**

João Carlos Ferraz

Consultor

**Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG
(Centro de Desenvolvimento e Planejamento
Regional - CEDEPLAR)**

João Prates Romero

Leonardo Costa Ribeiro

Consultores

Editorar Multimídia

Projeto Gráfico e Diagramação

 www.cni.com.br

 [/cniBrasil](https://www.facebook.com/cniBrasil)

 [@CNI_br](https://twitter.com/CNI_br)

 [/cniBr](https://www.instagram.com/cniBr)

 [/cniweb](https://www.youtube.com/c/cniweb)

 [/company/cni-brasil](https://www.linkedin.com/company/cni-brasil)



Confederação Nacional da Indústria

PELO FUTURO DA INDÚSTRIA