



ENEI

Encontro Nacional de Economia Industrial e Inovação

FACE-UFMG

Inovação, Sustentabilidade e Pandemia

10 a 14 de maio de 2021

O lado verde da indústria brasileira – o que revelam os *drivers* e os impactos das ecoinovações?

Fernanda Queiroz Sperotto (Centro de Estudos de Geografia e Ordenamento do Território/CEGOT, Faculdade de Letras, Universidade do Porto/Portugal);

Iván G. Peyré Tartaruga (Centro de Estudos de Geografia e Ordenamento do Território/CEGOT, Faculdade de Letras, Universidade do Porto/Portugal);

resumo:

Este estudo objetivou traçar um panorama das ecoinovações na indústria brasileira. Para tratar dessa questão foram utilizados os dados da última Pintec (triênio 2015-2017). As empresas que realizaram inovações que permitiram reduzir o impacto ambiental correspondem a um terço do universo das inovadoras. Além disso, são empresas que demonstraram um maior esforço para inovar (principalmente nas atividades internas de P&D) e uma maior suscetibilidade quanto aos benefícios e aos obstáculos da inovação. Ademais, a estratégia de ecoinnovar é sobretudo motivada por fatores de mercado, como a reputação e os códigos de boas práticas. Já os impactos estão acima de tudo associados ao uso de tecnologias mais disseminadas e menos complexas, como é o caso da reciclagem. Para além desses resultados, o estudo pondera algumas alternativas para orientar as políticas de inovação, em especial aquelas direcionadas às ecoinovações.

palavras-chave:

Sustentabilidade; Tecnologias Verdes; Inovações Ambientais; Indústria; Brasil

Código JEL: O31; O33; Q55

Área Temática: 7.2 Ecoinovações

1. Introdução

O cenário das alterações climáticas exige a aplicação de um conjunto de ações, mais céleres e articuladas, capazes de enfrentar os problemas ecológicos, sociais e econômicos. A conciliação das dimensões econômica, social e ambiental é o ponto central da Agenda 2030 e dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentáveis (ODS). Composta por 17 ODS, esta Agenda pretende promover, até 2030, uma trajetória de desenvolvimento global mais sustentável e inclusivo (UN, 2018).

A perspectiva de assegurar um modelo tecnológico sustentável liga-se, principalmente, a dois ODS. O primeiro, o ODS 7 (Energia renováveis e acessíveis) intenciona garantir o acesso a fontes de energias fiáveis, sustentáveis e modernas para todos. Para tanto, definiu-se, entre outros fins: aumentar substancialmente a participação das energias renováveis na matriz energética mundial; reforçar a cooperação internacional para facilitar o acesso à pesquisa e às tecnologias de energia limpa; e expandir e modernizar a tecnologia para o fornecimento de serviços de energia moderno e sustentável para todos os países, prioritariamente, os em desenvolvimento. O segundo, o ODS 9 (Indústria, inovação e infraestruturas) ambiciona construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação. Neste estão previstas as metas de: modernizar as infraestruturas e reabilitar as indústrias para torná-las mais sustentáveis, com maior eficiência no uso de recursos e maior adoção de tecnologias e processos industriais limpos e ambientalmente corretos; e fortalecer a pesquisa científica e melhorar as capacidades tecnológicas de setores industriais, bem como incentivar a inovação e aumentar o número de trabalhadores e de recursos (públicos e privados) em P&D, particularmente, nos países em desenvolvimento (UN, 2018).

As metas previstas nesses dois ODS estão interligadas aos propósitos das inovações ambientais, ou das ecoinovações (EIs). Em linhas gerais, as EIs seguem praticamente as mesmas características das inovações usuais – novo produto, processo e técnica organizacional, que pode ser novidade para o mercado ou para empresa –, porém com diferencial de reduzir os riscos ambientais ao longo do seu ciclo de vida (Kemp, 2010; Arundel; Kemp, 2009; Kemp; Pearson, 2007).

Nas discussões sobre mudanças tecnológicas há grandes expectativas quanto ao potencial das tecnologias verdes e das EIs. Os investimentos direcionados para as energias renováveis, biotecnologias, produtos e processos mais eficientes técnica e ecologicamente são considerados chave para um novo modelo tecnológico (Freeman, 1996; Mazzucato; Semieniuk, 2017; Mazzucato *et al.*, 2015; Perez, 2013).

Ao mesmo tempo, existem desafios, especialmente para os países em desenvolvimento, como a oferta de recursos humanos e infraestruturas adequadas, e a capacidade tecnológica existente no país. No caso do Brasil, o panorama da ecoinovação (EI) tem contornos bem delineados ao de um país em desenvolvimento, exigindo esforços, sobretudo, tecnológicos para não ficar para trás na transição para uma economia verde. O caminho ideal pressupõe que o país tenha condições de conduzir uma mudança estrutural que eleve a produtividade de maneira socialmente inclusiva (Altemburg; Rodrik, 2017) e, também, ambientalmente sustentável.

Nesse contexto, uma questão importante que se coloca é como os setores econômicos, em especial a indústria tem respondido à transição para um modelo de desenvolvimento mais sustentável. Para iluminar essa questão, a última edição Pintec, triênio 2015-2017, contemplou um bloco de questões exclusivas de inovação ambiental (IBGE, 2020a). Esse bloco foi subdividido em três seções: *drivers* (indutores) de EI, impactos observados e instrumentos de comunicação institucional sobre as práticas de gestão ambiental das empresas¹. Esse conjunto de perguntas foi aplicado a todos os setores econômicos contemplados pela Pintec. Isso permite traçar uma rica e propícia análise setorial para orientar o que se pode denominar de plano de transição estrutural, conjugando os elementos de inovação, produção industrial e meio ambiente. Assim, o estudo analisou dados específicos de EI levando em consideração duas delimitações. A primeira diz respeito a identificação do grupo de empresas ecoinovadoras, mediante a aplicação de um critério de seleção próprio, direcionando a análise para as empresas inovadoras que observaram o benefício ambiental que a sua inovação gerou. A segunda delimitação refere-se ao recorte setorial, nomeadamente as indústrias de transformação e extrativas.

Desse modo, a análise tanto dos *drivers* como dos impactos positivos objetivou elaborar um panorama da EI na indústria brasileira. Nesse panorama as empresas ecoinovadoras representam um pouco mais de um terço das inovadoras. Em linhas gerais, essas empresas manifestam um maior esforço para inovar quando comparado ao das demais inovadoras, especialmente nas atividades internas de P&D. Associado a esse maior empenho, as ecoinovadoras demonstram uma maior perceptibilidade acerca dos benefícios gerados pela inovação. Igualmente, elas exibem uma maior sensibilidade frente aos

¹ Esse último aspecto não foi contemplado neste estudo.

obstáculos. A análise dos *drivers* e dos impactos permitiu enriquecer esse perfil, destacando alguns elementos centrais das inovações ambientais: como o fato da EI na indústria brasileira ser induzida principalmente pelos fatores de mercado, ao passo que as regulamentações ambientais não fazem parte dos determinantes mais relevantes; e os efeitos mais recorrentes estarem relacionados ao uso de tecnologias mais difundidas e menos complexas, como a reciclagem de materiais, resíduos e águas residuais. Paralelamente, a aplicação da metodologia de *cluster heatmap* permitiu criar um retrato setorial, relacionando as atividades industriais aos *drivers* e aos impactos das EIs.

O estudo encontra-se dividido em quatro seções além dessa introdução. A seguinte, se dedica ao tema daecoinovação, dando ênfase principalmente aos *drivers* e aos efeitos que a inovação ambiental potencialmente gera. Na terceira se descreve a metodologia, mais precisamente o critério de seleção das empresas e a elaboração dos elementos gráficos de análise. A quarta se centra nos resultados, com atenção especial para as informações do bloco de sustentabilidade e inovação ambiental da Pintec. Por fim, a quinta, se dedica a discussão e conclusão do estudo.

2. Revisão da literatura

A temática envolvendo os efeitos da produção e do consumo sobre o meio ambiente ganhou ênfase a partir dos anos 1970. No âmbito mundial, em 1972, ocorreu a publicação do relatório *The Limits to Growth*, elaborado pelo Clube de Roma, e a organização da primeira grande conferência internacional sobre o meio ambiente, Conferência de Estocolmo, que culminou com a criação do *United Nations Environment Programme* (UNEP). Além de alertar os países sobre a necessidade de estabelecer critérios e princípios comuns para a proteção do meio ambiente, foram também pontuadas questões de suma importância, como os efeitos do atraso tecnológico entre os países centrais e periféricos, bem como os impactos do subdesenvolvimento. Dois anos antes, em 1970, o governo estadunidense dá um passo importante criando a *Environmental Protection Agency* (EPA). Entre as medidas da EPA estava a obrigatoriedade de elaborar relatórios de avaliação de impacto ambiental, tanto para projetos públicos como privados (Stafford, 1977; Chapman, 1982).

Apesar do mérito dessas ações, havia o receio que as medidas de proteção ambiental mais rigorosas pudessem impactar na estrutura espacial da indústria estadunidense, estimulando um processo de deslocalização dada a alternativa de lidar com normas ambientais mais brandas em outros países. Se, de um lado, a vigência das novas regras poderia ser interpretada pelas empresas como um obstáculo legislativo, que poderia inclusive travar o desenvolvimento industrial, de outro lado, a pressão dos gestores da política ambiental poderia positivamente induzir, ainda na fase de elaboração do projeto, à antecipação de práticas de controle ambiental (Chapman, 1982). Assim, por muito tempo as ações de preservação ambiental – principalmente a adoção de regramentos mais rígidos – eram vistas como um impedimento ao crescimento econômico, reforçando a existência de um permanente *trade-off* entre a economia e o meio ambiente. Embora o apego a esse contrapeso ainda se manifeste, os avanços tecnológicos e as estratégias de conduta institucional (governo, empresas, sociedade civil, ONGs etc.) já permitem viabilizar modelos alternativos e sustentáveis de produção e consumo, para os quais as EIs e as tecnologias verdes são determinantes.

Nessa linha, a proposição de Porter e Linde (1995) foi precursora em demonstrar que a poluição era equivalente à ineficiência. Ao analisar alguns setores fortemente influenciados por regras ambientais, os autores constataram que a adoção de inovações e de outros fatores promotores de competitividade permitia que as empresas reduzissem os custos com controles ambientais. Isto é, as normas ambientais eram capazes de: (a) indicar ineficiências, encorajando novas soluções; (b) sensibilizar as empresas sobre seus processos de produção; (c) diminuir a incerteza sobre os investimentos orientados à melhoria ambiental; (d) pressionar as empresas para inovar; (e) adequar o ambiente competitivo, garantindo que nenhuma empresa tenha vantagens até que uma nova tecnologia seja comprovada e seus efeitos conhecidos; e (f) melhorar a qualidade ambiental, especialmente quando os ganhos são incompletos, algo observado frequentemente no curto prazo (Porter; Linde, 1995).

Em particular, as políticas de inovação tecnológica desempenham uma função primordial aos propósitos do desenvolvimento sustentável; ou seja, atender às necessidades presentes sem diminuir irreparavelmente os recursos disponíveis às gerações futuras e sem comprometer o meio ambiente de forma definitiva. Esse conceito vincula-se à satisfação de dois critérios conexos à produção e ao consumo. O primeiro, que os resíduos gerados sejam preponderantemente recicláveis e os não recicláveis desapareçam gradativamente. O segundo, que o estoque total de recursos não renováveis permaneça constante. Em vista disso, a substituição de métodos de produção e padrões de consumo não sustentáveis por inovações capazes de atenuar os impactos no meio ambiente insere-se num contexto

mais amplo de evolução tecnológica (Freeman; Soete, 2008). Dessa forma, é muito importante que a inovação e a sustentabilidade sejam desenvolvidas em conjunto, pois as necessidades previstas no significado de desenvolvimento sustentável são dinâmicas e, portanto, suscetíveis às mudanças do contexto atual (Bossle *et al.*, 2016).

O conceito deecoinovação adotado nesse estudo é o definido pelo relatório *Measuring Eco-innovation*:

“[...] *the production, assimilation or exploitation of a product, production process, service or management or business method that is novel to the organization (developing or adopting it) and which results, throughout its life cycle, in a reduction of environmental risk, pollution and other negative impacts of resources use (including energy use) compared to relevant alternatives.*” (Kemp; Pearson, 2007, p. 7).

Um aspecto interessante nesse conceito é o grau de abrangência dado a EI, que contempla da sua concepção ao seu descarte. Essa noção liga-se ao propósito da Economia Circular, que busca estimular o reuso de materiais (para dar-lhes outra destinação na cadeia produtiva) e o descarte mais inteligente através de novas alternativas de consumo e comercialização.

Desse modo, uma empresa pode tornar-se ecoinovadora quando ela aplica uma tecnologia ambiental, por exemplo, desenvolvendo equipamentos ou processos que utilizem de forma sustentável e eficiente os insumos e/ou diminuam os efeitos da produção nos mais variados ecossistemas naturais. A produção de produtos “verdes”, o uso compartilhado de bens e a criação de sistemas de inovação ambiental, combinando produção e consumo para diminuir os impactos no meio ambiente – como os produtos orgânicos e as energias renováveis – são outros exemplos. Outro modo é adotando métodos gerenciais ou organizacionais, como sistemas de gestão ambiental e certificação, programas de prevenção e cooperação com outros entes visando a redução do impacto ambiental. (Kemp, 2010; Kemp; Pearson, 2007).

Os efeitos da EI, por sua vez, são comumente associados à noção de desempenho. Os estudos que analisam os impactos ressaltam tanto os resultados diretamente percebidos no meio ambiente – por exemplo, a substituição ou o uso mais eficiente de energia e insumos, e a redução de contaminação no solo, água e ar – como outros de variedade econômica – concretamente a performance financeira, competitividade, valor de mercado, dentre outros (Díaz-García *et al.*, 2015). Além disso, há uma classificação que vincula os impactos das ecoinovações ao tipo de inovação. Os efeitos das EIs de produto referem-se à melhoria da reciclagem dos produtos após o seu uso, à redução do consumo de energia e à diminuição das emissões na água, no solo e sonora. Já os impactos das EIs de processo correspondem, além dos dois últimos efeitos de produto, à redução de materiais por unidade de produto, à diminuição do uso de energia por unidade de produto, ao decréscimo de emissões de CO₂ e de outros poluentes no ar, à reciclagem de resíduos, água ou materiais, e à substituição de substâncias perigosas (Horbach *et al.*, 2012).

Com base na revisão bibliográfica e nos estudos bibliométricos, um dos elementos mais analisados nas pesquisas de EI diz respeito aos fatores que levam as empresas a buscar soluções para diminuir seu impacto ambiental, quer de forma reativa, quer de forma proativa. Acima de tudo, esses *drivers* realçam os antecedentes da EI, isto é, as motivações para o desenvolvimento ou implementação das inovações (Díaz-García *et al.*, 2015; Barbieri *et al.*, 2016).

A exposição a regras ou normas ambientais mais rigorosas, a adoção de estratégias de redução de custos, mediante o melhor aproveitamento de insumos (principalmente de energia, água e matérias-primas); a pressão ambiental de *stakeholders* e clientes; e os programas de certificação ambiental são exemplos de fatores que incentivam as empresas a ecoinnovar (Porter; Linde, 1995; Rennings, 2000; Arundel; Kemp, 2009; Carrillo-Hermosilla *et al.*, 2009; Del Río, 2009; Kemp; Pontoglio, 2011; Berrone, *et al.*, 2012; Kesidou; Demirel, 2012; Triguero *et al.*, 2013; Díaz-García *et al.*, 2015; Bossle *et al.*, 2016; Del Río *et al.*, 2015; Hojnik; Ruzzier, 2016; Del Río *et al.*, 2016; Ziegler, 2018).

Uma forma de apresentar os *drivers* de EI é classificá-los segundo sua natureza interna ou externa à empresa. Os *drivers* internos envolvem uma série de pré-condições e características da empresa, que facilitam seu envolvimento na criação de plano de mudança tecnológica ambiental (Del Río, 2009). Já os *drivers* externos compreendem uma soma de incentivos e estímulos, que traduzem tensões de diversos atores e fatores, as quais a empresa deve reagir (Bossle *et al.*, 2016; Hojnik; Ruzzier, 2016).

A inovação ambiental contempla uma variedade de determinantes. Esses fatores, conforme destacado em alguns estudos, são, invariavelmente, mais ou menos relevantes de acordo com o recorte teórico escolhido para a pesquisa (Díaz-García *et al.*, 2015; Hojnik; Ruzzier, 2016; Bossle *et al.*, 2016; Türkeli; Kemp, 2018). Em outras palavras, um pesquisador que se oriente pela abordagem da economia

da inovação, tenderá a dar mais ênfase aos determinantes e aos aspectos de difusão das EIs. Ao mesmo tempo que, um investigador que siga a abordagem institucionalista ou da regulação, destacará elementos atinentes à estrutura das regulamentações ambientais.

Dessa forma, a teoria de inovação ambiental, proposta por Horbach (2008), incluiu aos conhecidos fatores de impulso tecnológico (*technology push*) e de indução de mercado (*market pull*) novos elementos associados às regulamentações ambientais e à pressão por proteção ambiental (Horbach, 2008; Horbach *et al.* 2012; Triguero *et al.*, 2013). O modelo classifica os determinantes de EI em fatores *supply-side*, fatores *demand-side* e influências institucionais e políticas de caráter ambiental. Os fatores *supply-side* correspondem às capacidades tecnológicas e de gestão da empresa, às relações de cooperação com institutos de pesquisa, agências e universidades, ao acesso à informação e ao conhecimento externos, e às estratégias de redução de custos (*cost-saving*) de materiais e de energia. Os elementos de *demand-side* são os de indução de mercado (*market pull*), como o *market share* e a demanda de mercado para produtos verdes. Finalmente, a pressão ambiental considera as regulamentações existentes e futuras e o acesso a subsídios e incentivos fiscais (Horbach, 2008; Horbach *et al.* 2012; Triguero *et al.*, 2013).

Uma especificidade dos determinantes relacionados com as regras ambientais é a noção de *regulatory pull/push*. A verificação empírica mostra que a estrutura regulatória e, em especial, a política ambiental geram efeitos significativos nas EIs. Isso porque as essas, diferente daquelas dos campos da microeletrônica ou de telecomunicações, não são autoaplicáveis; ou seja, os fatores de *market pull* e *technology push* não são fortes o suficiente para desenvolvê-las. Logo, as EIs precisam de um suporte regulatório específico, capaz de induzi-las (*pull*) e impulsioná-las (*push*) (Rennings, 2000).

A partir dos fatores elencados pela teoria de inovação ambiental (Horbach, 2008), é possível estabelecer uma correspondência com os indutores considerados pela Pintec, os quais serão objeto de análise na seção 4 (Quadro 1).

Quadro 1 – Determinantes, natureza dos fatores e indutores (Pintec) de inovação ambiental

Determinantes	Natureza dos fatores	Indutores (Pintec)
<i>Supply-side</i>	<i>Technology push</i> <i>Cost-savings</i>	Apoios Governamentais Elevados custos de energia, água, matérias-primas
<i>Demand-side</i>	<i>Market pull</i>	Ações voluntárias Códigos de boas práticas Demanda de mercado Reputação
Influências institucionais e políticas de caráter ambiental	<i>Regulatory pull/push</i>	Normas ambientais existentes Normas ambientais futuras Requisitos para contratos públicos

Fonte: Adaptado de Horbach (2008) e Triguero *et al.* (2013).

3. Metodologia

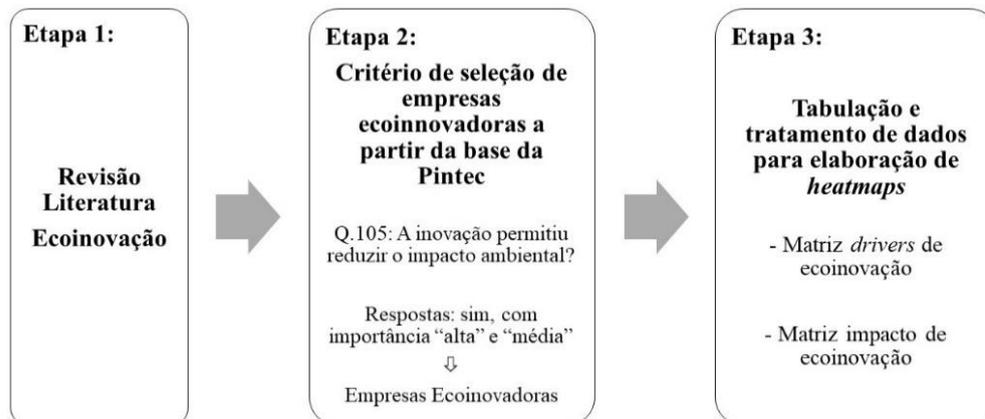
A pesquisa foi estruturada em três etapas (Figura 1). A primeira, consistiu na revisão da literatura sobreecoinovações ou inovações ambientais, envolvendo elementos conceituais e estudos empíricos.

A segunda centrou-se no critério de seleção das empresas ecoinovadoras. Uma parte significativa de estudos quantitativos sobre inovação utiliza *surveys* como o *Community Innovation Survey* (União Europeia) ou *Business R&D and Innovation Survey* (Estados Unidos). No caso do Brasil, a base mais conhecida de estatísticas de inovação é a da Pesquisa de Inovação² (Pintec), realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Além de contemplar as informações inéditas sobre *drivers* e impactos de EIs, o intuito do estudo foi particularmente analisar as empresas ecoinovadoras. Para tanto, se identificou no bloco de questões gerais aquelas relacionadas à temática de inovação e meio ambiente. A questão eleita para diferenciar as empresas entre inovadoras e ecoinovadoras foi a que indaga sobre os efeitos das inovações de produto e processo na redução do impacto sobre o meio ambiente, questão nº 105 (IBGE, 2020a). Nessa pergunta, as empresas devem manifestar esse efeito indicando um dos quatro níveis de importância: alta, média, baixa e não relevante. Assim, se considerou

² A Pintec é uma pesquisa amostral, de periodicidade trianual, aplicada em empresas com mais de 10 funcionários, localizadas em todo território nacional e pertencentes aos setores da indústria, de eletricidade e gás, e de serviços selecionados (IBGE, 2020a). Ademais, como as outras duas bases, a Pintec segue os princípios do Manual de Oslo (OECD, 2005).

que a questão, como proposto em alguns estudos (Conceição *et al.*, 2006; Horbach *et al.*, 2012; Queiroz; Podcamei, 2014) é uma medida de desempenho ambiental e, portanto, uma *proxy* para diferenciar as empresas ecoinovadoras das demais.

Figura 1 – Desenho das etapas da metodologia do estudo.



Não obstante, é pertinente fazer duas breves considerações sobre a base de dados. Apesar do questionário também sondar sobre a redução do consumo de outros insumos – principalmente em energia e matérias-primas – esse efeito resulta muito mais de uma estratégia de gestão de custo, do que de uma diretriz prévia de conduta ambiental (Kemp; Pearson, 2007; Queiroz; Podcamei, 2014). Situação que não se verifica no consumo de água, uma vez que a motivação pode estar também atrelada à melhora do desempenho ambiental da empresa (Horbach *et al.*, 2012). Outro ponto é o viés presente em abordagens sobre impacto ambiental. As respostas das empresas podem estar sujeitas a retórica corporativa e, conseqüentemente, estarem superestimadas (Chapman, 1982).

A partir da definição do critério de identificação das empresas ecoinovadoras, foi solicitado ao IBGE uma tabulação especial, formada exclusivamente por empresas inovadoras que declararam que a inovação teve importância “alta” e “média” na redução do impacto sobre o meio ambiente. Essa tabulação contemplou o setor industrial e refere-se ao último triênio da Pintec, 2015-2017.

Por fim, a terceira, envolveu a elaboração de *clusters heatmaps* para examinar as informações do bloco especial de Sustentabilidade e Inovação Ambiental. A ferramenta estatística de *cluster heatmap* foi desenvolvida computacionalmente por Galili *et al.*, (2018), por meio da linguagem R (RStudioTeam, 2020). Basicamente, o método aplica-se a grandes matrizes de dados, para visualização de padrões e criação de dendrogramas para a definição de agrupamentos (*clusters*).

Para a confecção desses clusters foram selecionadas duas questões da Pintec: a n.º 196 – que pediu para as empresas apontarem os fatores que contribuíram para a decisão de introduzir inovações que gerassem benefícios ambientais; e a n.º 105 (subitens 1 até 5), que solicitou às empresas a indicação da relevância do impacto sobre o meio ambiente das inovações implementadas. Para esses subitens, foram consideradas somente as graduações “alta” ou “média”.

O método de *heatmap* é realizado em três fases (Galili *et al.*, 2018; Storme *et al.* 2019): tratamento da matriz de dados, definição da similaridade e determinação da seriação das linhas e colunas da matriz (dendrograma). A primeira refere-se à organização dos dados. No caso em tela, foram compostas duas matrizes de dados padronizados em escores “z”³, por atividade econômica (duas seções e 24 divisões CNAE): *drivers* de ecoinovação, composta por 10 indutores de EIs e 26 atividades industriais; e impactos de ecoinovação, formado por 5 efeitos observados e 26 atividades industriais (Quadro 2). Na segunda fase foi definido o tipo de similaridade entre as observações em cada célula (linha e coluna). Na terceira fase foi determinada a seriação dos dados nas linhas e nas colunas. Além disso, foi realizada a ordenação dos dados (escala) de acordo com sua distribuição nas colunas. Portanto, as cores e a ordem das observações foram distribuídas para destacar os setores que apresentaram os maiores valores em cada variável.

³ O escore z é calculado da seguinte forma: cada observação é, primeiro, subtraída pela média de todas as observações da variável e, então, dividida pelo desvio padrão dessas mesmas observações. O escore z é interpretado como o número de desvios padrão que uma observação está longe da média.

Quadro 2 – Drivers e impactos deecoinovação, e atividades industriais para geração de matrizes *heatmaps*.

Atividades Industriais (2 seções + 24 divisões CNAE)	Matriz de <i>drivers</i> de EI (10 x 26)	Matriz de impactos de EI (5 x 26)
<ul style="list-style-type: none"> • I. Extrativas • I. Transformação <ul style="list-style-type: none"> • F. de produtos alimentícios • F. de bebidas • F. de produtos do fumo • F. de produtos têxteis • Conf. de art. do vestuário e acessórios • P. de couros e f. de art. couro, artigos de viagem e calçados • F. de produtos de madeira • F. de celulose, papel e produtos de papel • Impressão e reprodução de gravações • F. de coque, de p. derivados do petróleo e de biocombustíveis • F. de produtos químicos • F. de prod. farmoquímicos e farmacêuticos • F. de art. de borracha e plástico • F. de prod. de minerais não-metálicos • Metalurgia <ul style="list-style-type: none"> • F. de produtos de metal • F. de equip. de informática, produtos eletrônicos e ópticos • F. de máquinas, aparelhos e materiais elétricos • F. de máquinas e equipamentos • F. de veículos automotores, reboques e carrocerias • F. de outros equipamentos de transporte • F. de móveis • F. de produtos diversos • Man., rep. e instalação de máquinas e equipamentos 	<ul style="list-style-type: none"> • Ações voluntárias (AVOL) • Atender aos requisitos necessários para a consolidação de contratos públicos (RQCP) • Códigos de boas práticas ambientais no setor de atuação (COBP) • Demanda (real ou potencial) de mercado por inovação ambiental (DMER) • Disponibilidade de apoio governamental, subsídios ou outros incentivos financeiros governamentais à inovação ambiental (AGOV) • Elevados custos de energia, água ou matérias-primas (ELVC) • Melhorar a reputação da empresa (REPT) • Normas ambientais existentes ou impostos incidentes sobre a contaminação (NAE) • Normas ambientais ou impostos que possam ser introduzidos no futuro (NAF) • Outros (OTRS) 	<ul style="list-style-type: none"> • Reciclagem de resíduos, águas residuais ou materiais para venda ou reutilização (RECIC) • Redução da contaminação do solo, da água, de ruído ou do ar (RECON) • Redução da Pegada de CO₂ (produção de CO₂) da empresa (REPEG) • Substituição, total ou parcial, de energia proveniente de combustíveis fósseis por fontes de energia renovável (SBER) • Substituição, total ou parcial, de matérias-primas por outras menos contaminantes ou perigosas (SBMP)

4. Resultados

Conforme destacado no conceito de EI, a inovação ambiental ocorre no âmbito da empresa e segue as características das inovações em geral, exceto pelo efeito positivo que causa no meio ambiente. Nesse sentido, de acordo com as orientações do Manual de Oslo, aplicadas na Pintec (IBGE, 2020a), a (eco)inovação corresponde a qualquer produto, processo ou forma organizacional que seja novo para a empresa, mesmo que seja conhecido no mercado. Posto isso, a finalidade dessa seção é traçar um perfil comparativo entre as empresas ecoinovadoras (ECO) e as inovadoras (INO) – empresas que inovaram, todavia declararam importância “baixa” ou “não relevante” para os efeitos no meio ambiente. Como o foco do estudo foram os elementos indutores e os impactos de EI, elegeu-se pontualmente algumas informações do bloco geral da Pintec, edição 2015-2017, as quais se julga mais conexas ao propósito da investigação.

A última edição da Pintec inquiriu 39.329 empresas inovadoras (todos os setores econômicos contemplados pela pesquisa), dessas 13.365 (34,0%) manifestaram que a inovação permitiu reduzir o impacto ambiental com importância “alta” e “média”. Nas atividades extrativas foram 143 empresas e nas de transformação 12.334 (IBGE, 2020b).

Como pode ser visto, as taxas de inovação – total e setoriais – das ECO foram menores, algo esperado, uma vez que estas representam um pouco mais de um terço das empresas inovadoras (Tabela 1). Contudo, quando se analisa a taxa de intensidade inovativa – a razão entre o valor dispendido em atividades de inovação e a receita corrente líquida da empresa – observa-se nas ECO um esforço ligeiramente superior, principalmente nas atividades internas de P&D. Como as ecoinovações representam um campo muito dinâmico, no qual o conhecimento está em rápida transformação, é observado que as atividades de P&D, bem como a cooperação com centros de pesquisa e universidades são mais importantes se comparado com outras inovações sem benefício ambiental (Horbach, 2014; Ziegler, 2018). Ademais, como as EIs são caracterizadas por uma alta intensidade inovativa, os gastos com novos equipamentos, softwares e atividades de marketing são mais relevantes se comparado a outras inovações (Horbach *et al.*, 2012).

As taxas de inovação de produto e processo, segundo o grau de novidade para o mercado (nacional ou mundial), são indicadores que merecem atenção, uma vez que refletem o grau de radicalidade da inovação. Enquanto as taxas nacionais se referem às inovações para o mercado nacional – porém, já desenvolvidas no mercado mundial –, as taxas mundiais dizem respeito às inovações mais substanciais, novidades também no exterior. Ao confrontar essas taxas nos grupos de empresas, verificam-se elementos interessantes (Gráfico 1). No referencial nacional, as ECO têm uma posição de

destaque no setor extrativo. Já no recorte mundial, embora estas tenham uma taxa superior somente na inovação de produto no setor extrativo, a diferença entre os dois agrupamentos é menor se comparada ao do recorte nacional, indicando que as ECO e INO se encontram praticamente no mesmo patamar de radicalidade. Por outro lado, na indústria de transformação é inegável a superioridade das INO em ambos os mercados. Em síntese, o retrato de 2015-2017 mostra que asecoinovações brasileiras geraram mais impacto nas atividades extrativas. Algo positivo, dado o fato deste setor ser notoriamente conhecido pelo seu alto potencial poluidor e sua capacidade de exaurir recursos não renováveis.

Tabela 1 – Número, taxa de inovação e taxas de intensidade inovativa, das empresas ecoinovadoras (ECO) e inovadoras (INO), por setor econômico selecionado, Brasil, 2015-2017.

Setores	Taxa inovação		Taxas de intensidade inovativa				Nº de empresas		
			Total		Atividades internas de P&D				
	ECO	INO	ECO	INO	ECO	INO	ECO	INO	Total
Indústrias Extrativas	6,2	8,4	1,2	1,9	0,7	0,5	143	193	336
Ind. de Transformação	12,3	22,0	1,6	1,1	0,6	0,4	12 334	22 062	34 396
Total ⁽¹⁾	11,4	22,2	1,8	1,6	0,9	0,5	13 365	25 964	39 329

Fonte: elaboração própria com base em IBGE (2020b). (1) Contempla todos os setores econômicos da pesquisa.

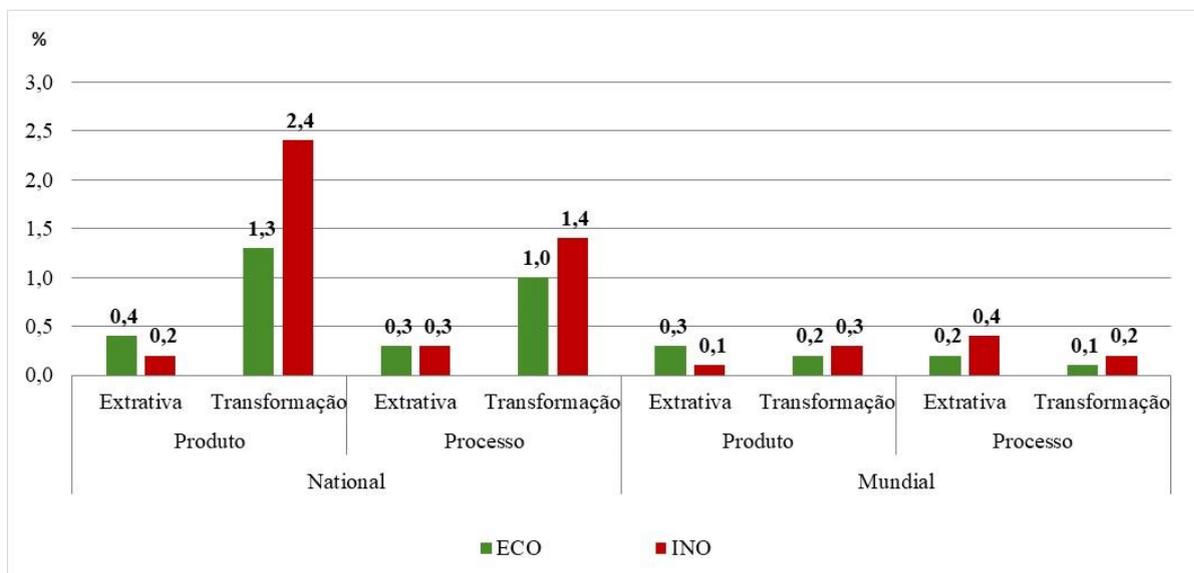


Gráfico 1: Taxa de inovação de produto e processo na indústria, das empresas ecoinovadoras (ECO) e inovadoras (INO), segundo o grau de novidade para o mercado, Brasil, 2015-2017.

Fonte: elaboração própria com base em IBGE (2020b).

Os benefícios observados com as inovações sinalizam elementos muito pertinentes à discussão sobre os *drivers* e os impactos das ecoinovações, pondo em relevo um efeito de duplo-estímulo: o elemento indutor repercute bons resultados que não só corroboram a indução como também passam a incentivá-la. Para tratar dessa questão foram consideradas apenas as empresas que manifestaram importância “alta” ou “média” para cada benefício pontuado na Pintec. Ademais, esses ganhos foram agrupados em três categorias: de concorrência (relacionados a um melhor posicionamento no mercado); de produção (relativos a uma maior eficiência no processo produtivo); e de proteção (ligados ao cumprimento de normas e padrões). Imediatamente, ao examinar os dados, o ponto que chama a atenção é a maior percepção das ECO acerca das vantagens geradas pela inovação (Gráfico 2). O único benefício no qual as INO manifestaram maior relevância foi a abertura de novos mercados, nas atividades extrativas.

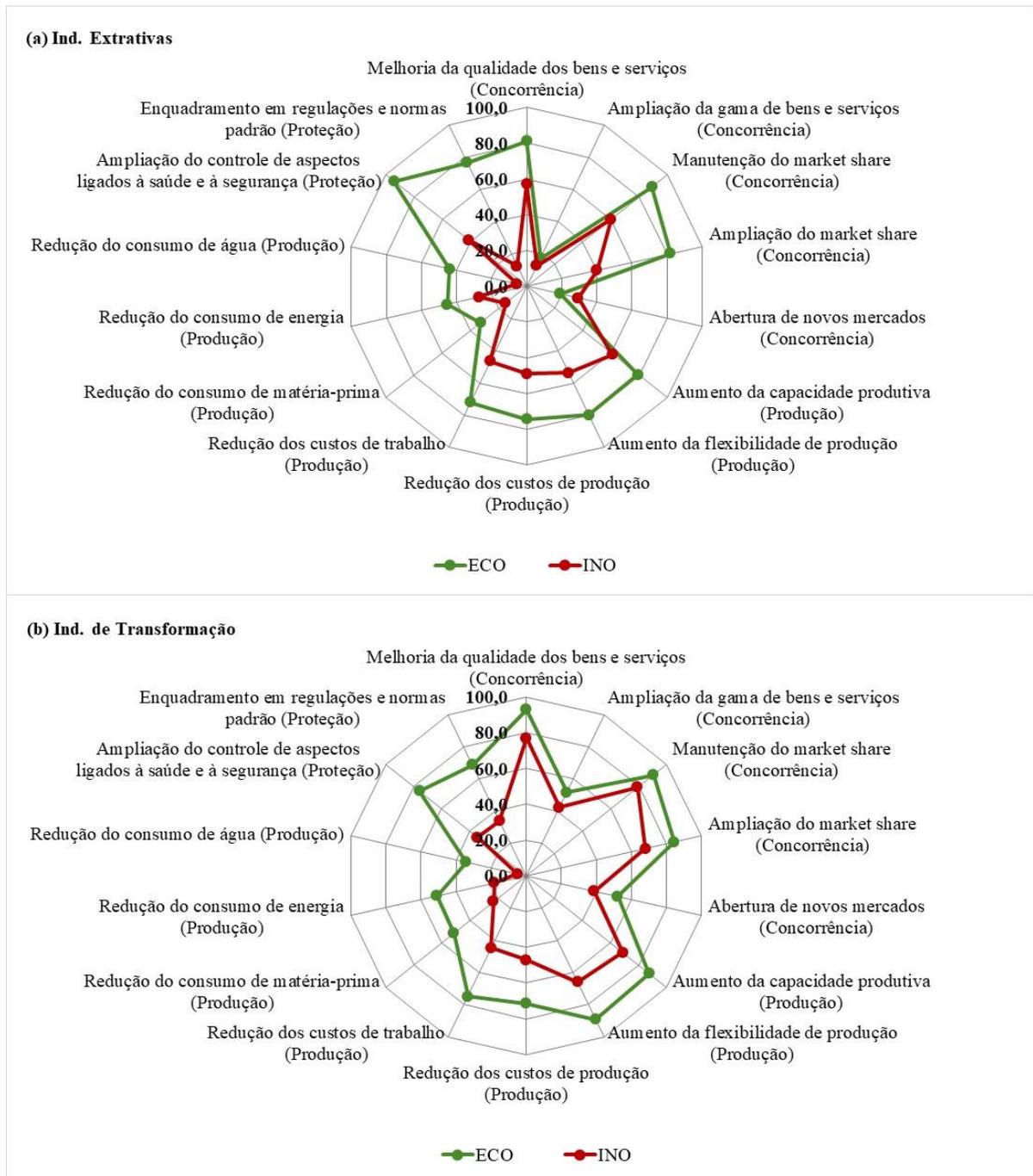


Gráfico 2: Benefícios apontados pelas empresas ecoinovadoras (ECO) e inovadoras (INO), das Indústrias Extrativas (a) e de Transformação (b), segundo categoria, Brasil, 2015-2017.

Fonte: elaboração própria com base em IBGE (2020b). Nota: dados de empresas que atribuíram importância “alta” ou “média” ao benefício.

Como era previsto, maiores diferenças em favor das ECO foram verificadas nas categorias de produção e de proteção. Na indústria de transformação (Gráfico 2.b) os ganhos advindos da redução do consumo de insumos, principalmente de energia, água e matérias-primas foram os principais; e na categoria de proteção, ambos os benefícios com cumprimento de normas e padrões foram acentuados. Nas atividades extrativas (Gráfico 2.a), se destacaram as vantagens de concorrência, em particular, os ganhos de ampliação e de manutenção do *market share*. Em linhas gerais, as ECO manifestaram com mais intensidade os benefícios decorrentes da inovação. Não apenas aqueles que interferem positivamente no meio ambiente (como a diminuição na quantidade de insumos), mas também outros capazes de as promover para ambientes mais competitivos. Embora possa parecer contraditório, as empresas ecoinovadoras parecem ser menos dependentes da regulamentação mais rigorosa do que as empresas mais passivas. Portanto, a adoção de medidas mais sutis – ações voluntárias, eco-auditorias, rótulos ecológicos e códigos de boas práticas – podem ser suficientes para as empresas pioneiras de ecoinovações (Renning, 2000). Contudo, as ecoinovações dependem mais das regras ambientais do que

as demais inovações (Carrillo-Hermosilla *et al.*, 2010; Horbach, 2014).

Finalmente, outra informação que se deseja realçar são os obstáculos apontados pelas empresas. A verificação e análise desses impedimentos são muito relevantes no desenvolvimento, aplicação e monitoramento das políticas de fomento à inovação. Para avaliar esses dados, os problemas foram agrupados em três tipos de barreiras: a econômica (que enfatiza a disponibilidade e as fontes de recursos monetários); a técnica (que se centra nos fatores diretos da produção e inovação); e a institucional (que reúne uma variedade de atores e formas de interação) (Gráfico 3).

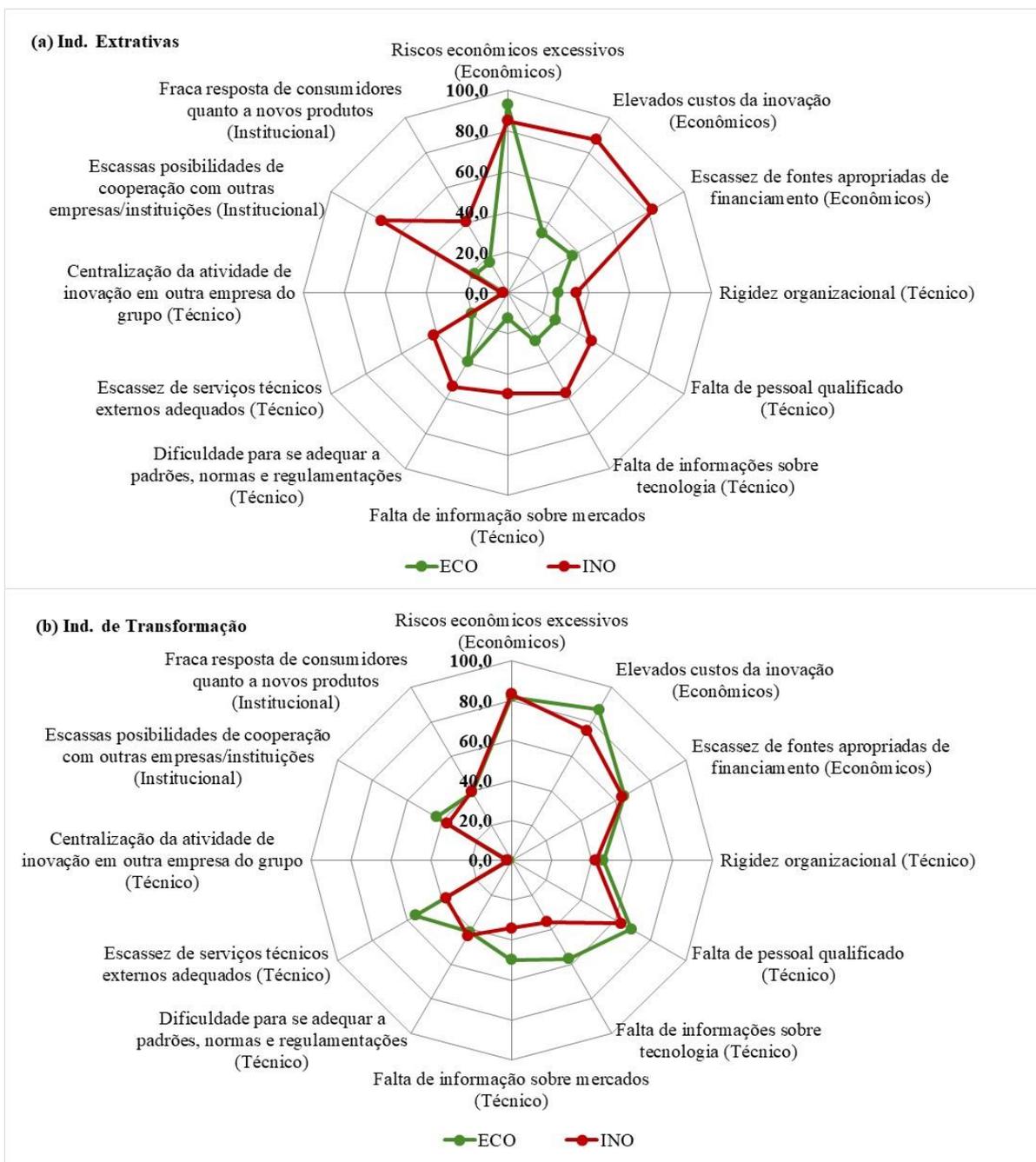


Gráfico 3: Obstáculos apontados pelas empresas ecoinovadoras (ECO) e inovadoras (INO), das Indústrias Extrativas (a) e de Transformação (b), segundo categoria, Brasil, 2015-2017.

Fonte: elaboração própria com base em IBGE (2020b). Nota: dados de empresas que atribuíram importância “alta” ou “média” ao obstáculo.

Os resultados das barreiras à inovação foram bem distintos entre as atividades industriais. Nas atividades extrativas, as ECO manifestaram ser menos suscetíveis aos problemas, diferentemente das INO (Gráfico 3.a). A exceção foi no item riscos econômicos excessivos, na barreira econômica. Apesar de ser o problema mais recorrente entre as ECO, os outros dois obstáculos da mesma barreira – elevados custos de inovação e escassez de fontes apropriadas de financiamento – não foram percebidos com a mesma intensidade. Uma especulação é que esse fenômeno possa estar associado a aplicação de medidas

de apoio à EI nas atividades extrativas, como, por exemplo, o acesso mais barato ao crédito ou a outras opções de financiamento, que preveem como contrapartida um melhor desempenho ambiental, algo desconhecido ou ainda desvalorizado pelas INO desse setor.

Quando se examina a indústria de transformação, as ECO foram as que indicaram maior sensibilidade às barreiras para inovar (Gráfico 3.b). A barreira econômica foi a mais acentuada e nela sobressaíram os elevados custos da inovação. Na barreira técnica, os problemas mais destacados foram a falta de pessoal qualificado (também compartilhado pelas INO) e a falta de informações sobre tecnologia. Esse último problema, acrescido à falta de informação sobre mercados e à escassez de serviços técnicos externos adequados foram os que expressaram as maiores diferenças entre os dois grupos de empresas. Aqui a hipótese é que as ECO constituem um grupo mais específico de empresas, que demanda conhecimentos e tecnologias mais avançados e direcionados a uma vanguarda verde. Em relação às barreiras institucionais, a intensidade foi praticamente a mesma nas ECO e nas INO, com uma maior sinalização para as escassas possibilidades de cooperação com outras empresas ou instituições no caso das ecoinovadoras. Porém, conforme o reportado na literatura, as ecoinovações dependem mais das fontes externas de conhecimento e informação do que as outras inovações (Horbach *et al.*, 2012; Ghisetti; Pontoni, 2015)

4.1 Análise dos *drivers* de ecoinovação

Embora a revisão da literatura tenha exposto um conjunto mais amplo de *drivers* de EI, a investigação analisou os fatores previamente definidos pela Pintec (IBGE, 2020a), foram eles: ações voluntárias (AVOL); apoio governamental (AGOV); códigos de boas práticas ambientais (COBP); demanda de mercado (DMER); elevados custos de energia, água ou matérias-primas (ELVC); normas ambientais existentes ou impostos de contaminação (NAE); normas ambientais ou impostos futuros (NAF); reputação da empresa (REPT); requisitos de contratos públicos (RQCP); e outros (OTRS) (Quadros 1 e 2). Os dados referem-se às indústrias extrativas e de transformação, bem como aos 24 setores dessa última.

A Figura 2 expõe, por meio do *heatmap*, dois clusters: o primeiro, indicado pelo dendrograma de coluna (eixo horizontal), agrupa os *drivers* de EI segundo a sua frequência nos setores industriais; enquanto o segundo, dendrograma de linha (eixo vertical), reúne os setores industriais com distribuição semelhante de *drivers*. Nos dois casos, a cor alaranjada mais intensa indica a maior influência do drive.

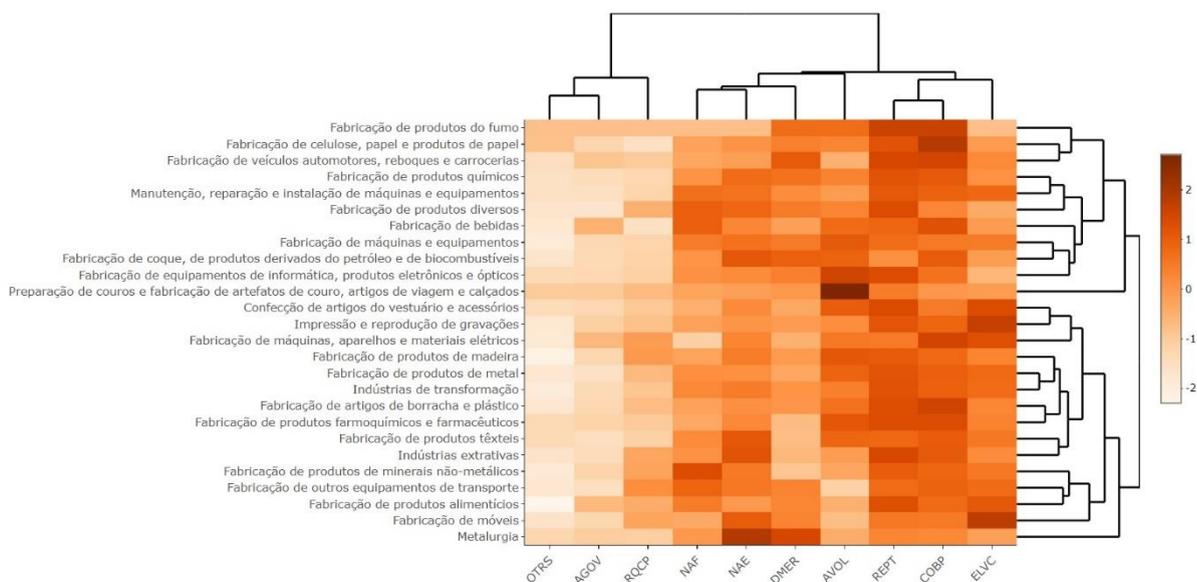


Figura 2: *Drivers* de ecoinovação de empresas ecoinovadoras, por setores das indústrias de transformação e extrativas, Brasil, 2015-2017.

Fonte: elaboração própria com base em IBGE (2020b).

A análise do *cluster* de *drivers* mostra escalas de valor distintas entre os indutores de inovação ambiental. O primeiro grupo, mais à esquerda no *heatmap*, posiciona os *drivers* que menos contribuíram na decisão de desenvolver inovações com ganhos ambientais. Tanto o OTRS (para os quais não consta nenhuma informação adicional) como o AGOV tiveram pesos próximos; por sua vez, os RQCP foram

um pouco mais mencionados. Os apoios governamentais, subsídios e outros incentivos para a inovação ambiental (*technology push*) buscam impulsionar o desenvolvimento e a aplicação de tecnologias, processos, produtos e procedimentos organizacionais menos agressivos ao meio ambiente. Já os requisitos para contratos públicos (*regulatory pull*) são uma medida de política ambiental que condiciona aspectos da conduta ecológica da empresa à celebração de negócios com o governo.

O segundo grupo, mais à direita, foi segmentado em dois ramos. O primeiro ramo agrupou as NAF e NAE (*regulatory pull/push*), as quais apresentaram motivações parecidas ao *driver* de DMER (*market pull*). Esses, por sua vez, se assemelharam às de AVOL (*market pull*), que representam um conjunto de ações da empresa, com a finalidade criar práticas internas de boa conduta ambiental (como o descarte adequado de lixo eletrônico). Aqui há um ponto para destacar a respeito da importância dada às normas ambientais, sejam existentes, sejam futuras. Os estudos indicam que as inovações ambientais são mais dependentes das regulamentações do que as demais inovações (Oltra, 2008; Carrillo-Hermosilla *et al.*, 2010; Horbach, 2014). Ainda assim, no caso do Brasil, isso não foi verificado, quer pelas normas ambientais, quer pelos requisitos para contratos públicos, ambos instrumentos de política ambiental. O segundo ramo reflete a junção dos três principais *drivers*: REPT e COBP (de natureza *market pull*) e ELVC (*cost-savings*). A reputação está diretamente relacionada à adoção de uma estratégia de comunicação verde, como a criação de uma imagem *eco-friendly*, que é também muito propícia para estimular inovações de marketing. Os códigos de boas práticas compreendem medidas e acordos tácitos que, embora não obrigatórios, funcionam como um tipo de regra de comportamento de empresas de um dado setor, ou que integram uma cadeia de produção. Pontualmente, os elevados custos de energia, água ou matérias-primas (ELVC) é um *driver* muito destacado na literatura, indicando que asecoinovações recorrem muito mais às estratégias de redução de custos ou de diminuição de energia do que as outras inovações (Rennings, 2000; Horbach *et al.*, 2012; Horbach, 2014). Esse último indutor e o de COBP, foram os que exibiram os maiores valores.

A análise do cluster de *drivers* de EI, segundo o setor (dendrograma de linha) permite tecer, com cautela, algumas hipóteses. É importante ressaltar que a composição setorial envolve atividades diferenciadas, inclusive dentro da mesma divisão econômica; isto é, são características distintas quanto à intensidade de tecnologia/mão-de-obra, à orientação de mercado, ao grau de transformação, à posição na cadeia de produção, ao tamanho e capital acionário da empresa, dentre outros aspectos.

Diante dessas considerações, à primeira vista, a distribuição das atividades industriais foi segmentada em dois sub-clusters, cada um formado por dois agrupamentos secundários, que se ramificaram em pequenos grupos. No primeiro sub-cluster – formado pelas 11 primeiras atividades dispostas na parte superior do *heatmap* – identificaram-se algumas particularidades que podem elucidar o peso de certos *drivers* de EI. Um exemplo foram os três primeiros setores: fumo, celulose/papel e veículos automotores, reboques e carrocerias. Nessas atividades, as EIs foram motivadas principalmente pelos *drivers* de *market pull*, REPT e COBP. Em comum, são setores exportadores, sujeitos a diversos tipos de pressões, como de clientes, stakeholders e de outros atores que relacionam à atividade a outras à jusante na cadeia de produção (por exemplo, as monoculturas de fumo e florestal). A posição da empresa na cadeia de produção pode influenciar na disposição paraecoinovar, bem como a sua orientação para o mercado exterior (Carrillo-Hermosilla *et al.*, 2009). Outro setor que se destacou foi o de preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos para viagem e calçados, com forte peso do *driver* de ações voluntárias (AVOL). Uma hipótese é que, apesar da Pintec não fornecer dados sobre o tipo de produto, potencialmente as EIs foram do tipo organizacional dada a relevância das práticas internas de proteção ambiental. Com base em estudos mais voltados para setores com alto potencial poluidor, é possível destacar algumas particularidades. Esse é o caso da fabricação de produtos químicos e das indústrias intensivas em energia, que frequentemente realizam mais EIs devido à pressão regulatória ou ao elevado consumo de energia (Horbach, 2014). Outras duas atividades mais sensíveis aos determinantes *regulatory pull/push* foram a fabricação de máquinas e equipamentos e a fabricação de coque, produtos derivados de petróleo e de biocombustíveis.

O segundo sub-cluster, interligou 13 atividades, mais os agregados das indústrias extrativas e de transformação. No caso das atividades extrativas, houve a prevalência das normas ambientais existentes (NAE) – *regulatory push/pull* –, reputação (REPT) e códigos de boas práticas (COBP) – *market pull*; ao passo que nas de transformação os principais indutores foram a reputação e os códigos de boas práticas – *market pull* –, e os elevados custos de energia, água e matérias-primas (ELVC) – *cost-saving*. O setor que mais se aproximou da média da indústria de transformação foi o de produtos de metal. Por sua vez, as atividades mais influenciadas pelo *driver cost-saving* foram a de móveis, confecção de artigos de vestuário, impressão e reprodução de gravações, e de máquinas, aparelhos e materiais elétricos. As estratégias de redução de custos e de uso mais eficiente de recursos são altamente significantes para as empresasecoinovadoras, ainda mais do que para os demais inovadores (Rennings,

2000). Os códigos de boas práticas orientaram principalmente as ecoinovações nos setores de artigos de borracha e plásticos, farmoquímicos e farmacêuticos e têxteis. Por fim, as atividades de metalurgia foram as mais induzidas a ecoinnovar pelas regras ambientais existentes.

4.2 Análise dos impactos de ecoinovação

O exame dos impactos das EIs, semelhante ao dos *drivers*, baseou-se na lista de efeitos apresentados às empresas (Quadros 1 e 2), foram eles: substituição de matérias-primas por outras menos contaminantes (SBMP); substituição de energia de combustíveis fósseis por energias renováveis (SBER); redução da contaminação do solo, água, de resíduos ou do ar (RECON); reciclagem de resíduos, águas residuais ou materiais, para venda ou reutilização (RECIC); e redução da pegada de CO₂ (REPEG). Para cada efeito a empresa deveria indicar o grau de relevância, sendo que foram computadas apenas as manifestações “alta” ou “média” ao impacto.

Análogo ao *heatmap* anterior, a Figura 3 associa dois *clusters*: um, referido pelo dendrograma de coluna (eixo horizontal), que agrupa os impactos da EI conforme a sua ocorrência nos setores industriais; enquanto o outro, dendrograma de linha (eixo vertical), aproxima as atividades industriais com arranjo semelhante de impactos. Em ambos os *clusters*, a coloração verde mais forte corresponde a maior relevância do impacto.

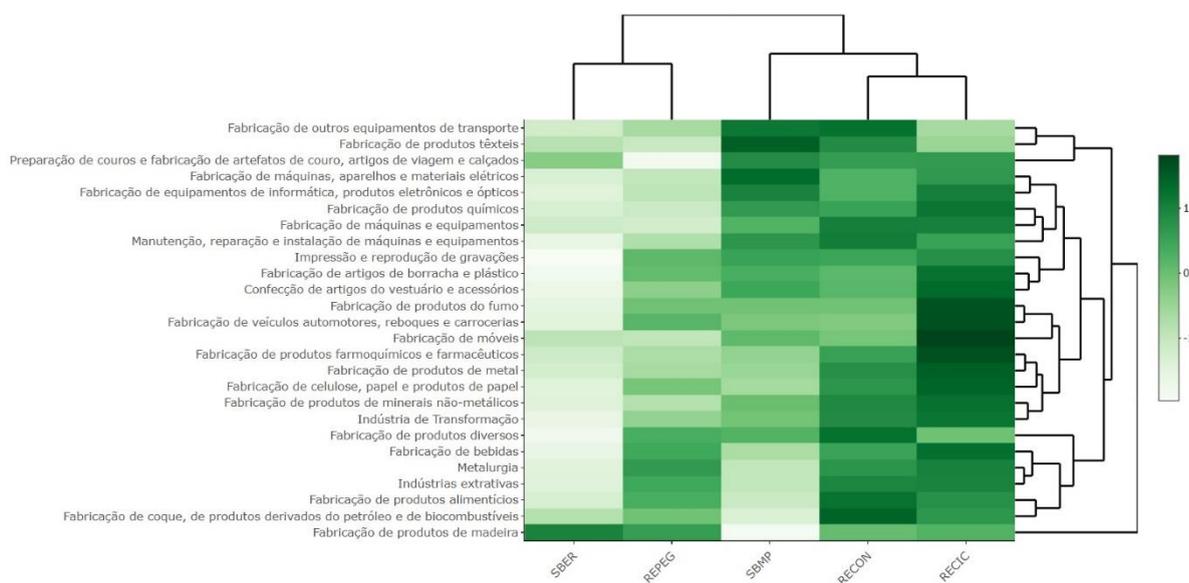


Figura 3: Impactos da ecoinovação em empresas ecoinovadoras, por setores das indústrias de transformação e extrativas, Brasil, 2015-2017.

Fonte: elaboração própria com base em IBGE (2020b).

A escala de relevância dos impactos ambientais percebidos pelas empresas ecoinovadoras foram segmentados em dois sub-*clusters*. O agrupamento à direita do *heatmap* destaca os impactos mais observados. Conforme as informações, as empresas industriais percebem que as suas inovações ambientais possibilitaram, sobretudo, a reciclagem de resíduos, incluindo águas residuais ou materiais para reutilização (RECIC). A redução da contaminação do solo, da água, de ruídos ou do ar (RECON), foi o segundo efeito mais relevante. Um elemento em comum nesses dois impactos foi o nível de importância similar entre os setores. É essa característica que liga os dois efeitos na mesma ramificação. Num outro patamar esteve a substituição de matérias-primas por outras menos danosas ao meio ambiente (SBMP). O segundo sub-*cluster* juntou os dois efeitos menos relevantes: a redução da produção total de CO₂ – a chamada pegada de carbono, REPEG –, e a substituição de energias fósseis por fontes renováveis (SBER). Embora ambos os impactos sejam importantes para atenuar os danos ao meio ambiente, chamou a atenção a baixa manifestação quanto à mudança energética, mediante o uso de tecnologias verdes para geração de energia. É pertinente mencionar que as EIs que diminuem as emissões de CO₂ são altamente dependentes de subsídios, pesquisa básica e programas públicos de tecnologia (Horbach *et al.*, 2012).

O exame dos impactos por setor de atividade indicou um recorte bem distinto, formado por um grande grupo, com três ramos, e um grupo de uma só atividade, nesse caso, a de produtos de madeira.

Essa posição isolada do setor deve-se a alta frequência de impacto em quatro dos cinco previstos. Ademais, nessa atividade se constatou a maior manifestação quanto à transformação energética, mediante o uso de fontes mais limpas de geração de energia (SBER). Em geral, os demais setores apresentaram entre dois ou três impactos mais relevantes. Independentemente dessa disposição, é importante reforçar as ressalvas quanto às características de cada setor, que possibilitam estabelecer apenas algumas deduções. Uma delas foi a menor relevância do efeito de substituição de matérias-primas por outras menos prejudiciais ao meio ambiente (SBMP) verificada em alguns setores, como o de produtos de madeira; de coque, derivados de petróleo e biocombustíveis; de produtos alimentares e bebidas; de metalurgia; e de atividades extrativas. Em comum, todas essas atividades dependem enormemente de certas matérias-primas para as quais não há substitutos diretos. Esse é o caso da água, para a indústria de bebidas e alimentos; a madeira para os produtos dessa natureza; o coque, o petróleo e a cana-de-açúcar (ou demais materiais usados para esse fim, como a soja, o milho e biomassa, dentre outros) para os combustíveis; e os minerais para as atividades de extração.

5. Discussão e conclusão

A necessidade de se estabelecer um novo modelo de produção e consumo que seja sustentável é cada vez mais urgente. Uma alternativa para atingir esse objetivo e avançar no desenvolvimento de um modelo tecnológico sustentável é incentivar as ecoinovações (EI). Porém, países semiperiféricos como o Brasil terão que lidar com seus limites tecnológicos para aceder esse novo modelo verde. Diante desse quadro, o estudo se propôs a estabelecer um panorama da EI no país, com o intuito de trazer elementos para ampliar o diálogo entre inovação, produção industrial e meio ambiente.

No âmbito global, se discutem inúmeras formas de incentivar a produção e o consumo mais sustentáveis. Uma das alternativas é repensar os incentivos econômicos para a inovação ambiental. Para tanto, os custos ambientais precisam estar refletidos nos preços, as regulamentações necessitam ser mais rigorosas e os subsídios para fontes não renováveis e práticas não sustentáveis devem ser eliminados. Produtos, processos e modelos de negócios devem ser considerados também. Uma medida oportuna é a implementação de certificações e creditações industriais que avalizem que os processos de produção cumprem com os requerimentos ambientais (Altenburg; Rodrik, 2017).

Pontualmente, para promover o desenvolvimento de EIs se deve considerar alguns aspectos. O primeiro deles é o fato dessas necessitarem de muito mais estímulos que as outras inovações, principalmente quanto ao acesso a fontes externas de conhecimento e a informação, à concessão de subsídios e ao apoio de programas públicos de tecnologia (Horbach *et al.*, 2012; Ghisetti; Pontoni., 2015). No caso das empresas ecoinovadoras brasileiras as escassas possibilidades de cooperação com outras empresas ou instituições, a falta de informações sobre a tecnologia e o mercado, a escassez de serviços técnicos externos e os elevados custos da inovação foram impedimentos recorrentes nas atividades de transformação. Embora essa relevância não tenha sido observada nas atividades extrativas, um direcionamento de investimentos para promover as EIs seria muito auspicioso. Em particular, nos países em desenvolvimento como o Brasil o apoio de universidades e centros de pesquisa, em especial nas áreas ambiental e tecnológica, pode simultaneamente auxiliar na superação de problemas econômicos e ambientais, e oportunizar as EIs (Horbach, 2014).

Contudo, a eficácia de ações como essa, que promova o desenvolvimento de um plano de transição estrutural verde, depende enormemente do grau de articulação e de comprometimento entre os atores envolvidos. O governo tem um papel-chave nesse processo, principalmente as instituições públicas responsáveis pelas políticas industrial, de inovação e ambiental (Altenburg; Rodrik, 2017). A maior sinergia entre os instrumentos dessas políticas é capaz de ampliar o engajamento ambiental no conjunto da economia, envolvendo empresas e consumidores, setor público e setor privado, universidades e centros de pesquisas, instituições e representações da sociedade civil (em especial, grupos ambientalistas e pequenos produtores rurais). As metas previstas no ODS 9 ligam-se a esse compromisso ambiental. A modernização das infraestruturas e a melhoria da indústria para torná-las sustentáveis, o incremento da pesquisa científica e das capacidades tecnológicas dos setores industriais, e o estímulo à inovação são finalidades que fazem parte do mesmo circuito de transformação.

Pelo lado das empresas, estas precisam desenvolver competências no âmbito da sustentabilidade, melhorando produtos, processos e formas organizacionais e de gestão. Apesar de ser uma tarefa interna que deverá ser empreendida a longo prazo (Bossle *et al.*, 2016), os benefícios alcançados pelas EIs são um incentivo tanto para as ecoinovadoras avançarem em novos projetos como para as demais empresas

perceberem as vantagens em ecoinnovar, valorizando na sua estratégia de inovação a redução de impactos ambientais. Como revelado no estudo, ainda que a EI tenha exigido um maior esforço por parte das ecoinovadoras – algo indicado na taxa de intensidade inovativa em atividades internas de P&D – estas perceberam com mais ênfase os ganhos gerados nas três categorias analisadas – concorrência, produção e proteção.

Em complementação, as análises dos *drivers* e dos impactos das EIs possibilitaram *insights* interessantes. Olhando para os *drivers* a avaliação é que as EIs no Brasil recebem ainda pouca atenção por parte da esfera pública. Isso ficou evidente nos resultados dos *drivers* de apoios governamentais (*technology push*), requisitos para contratos públicos (*regulatory pull*) e normas ambientais, existentes ou esperadas (*regulatory pull/push*), estes menos relevantes que os demais indutores. Esse resultado alerta para uma provável inabilidade do governo brasileiro em criar instrumentos de política de inovação voltados à inovação ambiental que dialoguem com as políticas industrial e ambiental. Por outro lado, a maior representatividade dos *drivers* reputação da empresa e códigos de boas práticas (*market pull*), e elevados custos de matérias-primas (*cost-saving*) sinaliza que o desenvolvimento das EIs, pelo setor industrial brasileiro, está muito associado a uma resposta de mercado. A análise por setores industriais, apesar de reunir atividades bem diversas, permitiu elaborar algumas hipóteses a partir da formação de sub-*clusters*, como, por exemplo, a conexão de certos *drivers* com o nível de exposição do setor no mercado externo, ou a posição do setor numa cadeia mais ampla de produção.

O exame dos impactos decorrentes das EIs foi igualmente interessante, seja por complementar a análise dos indutores, seja por indicar os tipos de resultados de EIs mais observados no país. Os efeitos mais relevantes foram a reciclagem de resíduos (em geral, águas residuais e materiais para reuso), a redução da contaminação (solo, água, ar e ruídos) e a substituição de matérias-primas por outras menos danosas ao meio ambiente. Em oposição, os menos verificados foram a redução da pegada de carbono e a substituição de fontes não renováveis de energia por fontes mais limpas. Não obstante a Pintec não informar a finalidade da EI, é desejável estabelecer algumas considerações. A primeira delas é a pequena relevância da adoção de energias limpas. A transição para um modelo mais sustentável vincula-se enormemente a essa substituição, como consta no ODS 7 que ambiciona elevar a participação de energias renováveis até 2030. A meta “reforçar a cooperação internacional para facilitar o acesso à pesquisa e às tecnologias limpas” reconhece claramente o diferencial tecnológico entre os países e a complexidade de recursos (financeiros, humanos e tecnológicos) que demanda essa transição. Os esforços para reduzir o consumo de energia requer tecnologias mais avançadas e maiores gastos em P&D. Por essa razão, o desenvolvimento e o uso de energias limpas ocorrem majoritariamente nos países centrais, enquanto as opções menos exigentes tecnologicamente – como a reciclagem – predominam entre os países semiperiféricos e periféricos (Horbach, 2016). Essa última situação foi a verificada no Brasil. Como se observou, nas EIs prevaleceram os efeitos associados a tecnologias mais disseminadas e menos complexas, como a reciclagem de resíduos, águas residuais ou materiais. Essa ponderação pode ser estendida aos efeitos de redução de contaminação do solo, água, ar e ruídos, os quais tendem a representar um primeiro estágio de ecoinovação (Carrillo-Hermosilla *et al.*, 2009), associado ao uso de mecanismos *end-of-pipe*, que buscam melhorar os níveis de qualidade desses elementos, através da aplicação de filtros ou outros dispositivos para esse fim.

Direcionando o olhar para o recorte setorial, um traço da indústria de países semiperiféricos como o Brasil é a alta representatividade dos setores de média ou baixa intensidade tecnológica, sendo que muitos destes também apresentam níveis elevados de potencial poluidor. Apesar de compartilharem essas características, isso não significa que sejam setores homogêneos, muito pelo contrário, há uma variedade de aspectos que os diferenciam – como a orientação de mercado, intensidade tecnológica, intensidade e qualificação de mão-de-obra, cadeia de produção, dentre outros. Em vista disso, as alternativas tecnológicas e oportunidades de EI serão diferentes de setor para setor. Em outras palavras, é presumível que uma parte disponível do estoque de tecnologias limpas seja própria de um dado setor. Dessa forma, as características de cada atividade de produção orientam tanto as oportunidades tecnológicas existentes como influenciam o seu grau de inovatividade e, da mesma forma, afetam as chances que as EIs sejam desenvolvidas e adotadas (Carrillo-Hermosilla *et al.*, 2009). Esse é um ponto fulcral a ser considerado nas medidas e ações de fomento às EIs.

Nessa mesma linha é interessante observar a relação, ou falta dela, entre os setores produtivos com mesmo perfil em *drivers* e em impactos de EI (agrupamentos definidos pelos *heatmaps*). Nos grupos de empresas de mesmo perfil, tanto de *drivers* como de impactos, não se pôde detectar

semelhanças em termos tecnológicos. Sobretudo nos indutores, esperava-se que as unidades no mesmo grupo apresentassem a condição de variedade relacionada (*related variety*) (Asheim *et al.*, 2011), isto é, que estas firmas de diferentes atividades produtivas tivessem alguma proximidade cognitiva e, conseqüentemente, complementaridade intersetorial que pudesse explicar o perfil inovador semelhante. Uma explicação para essa ausência de complementaridade tecnológica pode ser o estado incipiente da preocupação ambiental na indústria brasileira. Contudo, deve-se levantar a possibilidade de que essa diversidade seja, simplesmente, aleatória e, assim, não haja uma justificativa para isso. As empresas ecoinovadoras seguem uma trajetória tecnológica “ecológica” por razões muito específicas, compartilhadas em seu setor, e que não estão presentes em unidades de outros setores do mesmo perfil definidos pelos *heatmaps*.

No cenário atual, em que pese a posição periférica ou semiperiférica da maioria dos países, essa situação não é estanque, tampouco os desafios são insuperáveis. Uma das possibilidades para alcançar um estágio mais avançado, semelhante ao das economias centrais, passa por apostar na emulação, dar à política industrial um sentido de missão (Mazzucato, 2017), investir em inovação (em especial, nas EIs) e garantir ao governo um papel protagonista nesse processo (Zagato, 2019).

Desse modo, esta análise pode auxiliar na estruturação de políticas de inovação. Esse tipo de políticas pode efetuar-se por meio de diversos instrumentos que podem ser pelo lado da oferta – como os incentivos fiscais para P&D – ou pelo lado da demanda – como as políticas de compras públicas, ou mesmo por ambas as orientações (oferta e demanda), como as padronizações técnicas (Edler; Fagerberg, 2017). Logo, há um grande rol de instrumentos de política de inovação disponíveis e todas passíveis de aplicação para as EIs. Entretanto, a análise empreendida aqui pode apontar alguns caminhos preferenciais interessantes. Retornando aos resultados dos *drivers* de EI, entre os mais valorizados estavam a reputação e os códigos de boas práticas (respectivamente, REPT e COBP). Ambos os indutores têm um caráter tácito, conseqüentemente, não obrigatório. Deste modo, dois instrumentos de políticas parecem ideais para, de um lado, conscientizar e, de outro, impelir (ou obrigar) mais empresas a inovar em termos ambientais. Exercendo influência tanto pelo lado da oferta como da demanda, esses instrumentos são o de previsão tecnológica e o de regulamentação.

A previsão tecnológica tem por objetivo sensibilizar e alertar gestores públicos (decisores políticos) e privados (empresários) sobre as tendências de trajetórias tecnológicas nos âmbitos nacionais e globais e, ao mesmo tempo, sobre os benefícios em considerar estas tendências. Como já referido anteriormente, a temática das EIs ou do desenvolvimento tecnológico sustentável, está no elenco de megatendências mundiais, ressaltando a forte vinculação das mudanças tecnológicas com a dimensão meio ambiente (Schot; Kanger, 2018; Mazzucato; Semieniuk, 2017; Mazzucato *et al.*, 2015; Perez, 2013). É importante enfatizar que este instrumento intenciona provocar, também, melhorias no discurso em geral que são fundamentais para a alteração de uma trajetória tecnológica ultrapassada. Por outro lado, o instrumento das regulamentações tem um papel importante no mesmo sentido da previsão tecnológica, porém de forma compulsória. Basicamente, as regulamentações procuram aumentar a demanda por inovações (ambientais) e melhorar a estrutura tecnológica geral.

Além desse par de instrumentos de política, muitos outros seriam aplicáveis. Entre os quais deve-se destacar os vinculados à promoção da interação e aprendizagem nas escalas regionais e nacionais (Edler; Fagerberg, 2017). Direcionados à oferta, três instrumentos são destacados aqui: políticas de aglomeração, de suporte à colaboração e de rede de inovação. Todos eles realçam a importância da interdependência dos agentes para inovar em temáticas novas e disruptivas, para, assim, alcançar patamares mais avançados de desenvolvimento tecnológico geral. Por exemplo, vale a pena citar o caso dos *clusters* eco-industriais, que podem ser fomentados por políticas, onde os dejetos (sólidos, líquidos ou gasosos) de uma unidade fabril são aproveitados como *input* por outra unidade e assim por diante (Aoyama *et al.*, 2011). Formando aglomerados de indústrias sustentáveis que têm sua produção associada à economia circular.

Por fim, as EIs possuem como característica intrínseca evitar um dos principais efeitos negativos das inovações em geral, um dos componentes do “lado negro da inovação” (Coad *et al.*, 2021), qual seja, o da degradação ambiental. Com efeito, desde a Revolução Industrial até os dias de hoje, muitas inovações contribuíram nas mudanças ambientais que, atualmente, estão ameaçando o planeta através da poluição, perda da biodiversidade, alterações climáticas etc. Portanto, no sentido de um necessário e urgente desenvolvimento global sustentável, as EIs são imprescindíveis em todas as atividades produtivas.

The green side of Brazilian industry - what do the drivers and the impacts of eco-innovations reveal?

Abstract: This study aims to provide an overview of eco-innovations in Brazilian industry. To address this issue, it was used data from the last Pintec (2015-2017 triennium). The results showed that companies that stated that innovation made it possible to reduce their environmental impact represent a third of the universe of innovators. Moreover, they are companies that have shown a greater effort to innovate (mainly in internal R&D activities) and a greater susceptibility to the benefits and obstacles of innovation. Furthermore, the eco-innovation strategy is mainly driven by market factors, such as reputation and codes of good practice. The impacts are, above all, associated with the use of more widespread and less complex technologies, such as recycling. In addition to these results, the study considers some alternatives to guide innovation policy, especially related to eco-innovations.

Keywords: Sustainability; Green Technologies; Environmental Innovation; Industry; Brazil

Referências bibliográficas

- ALTENBURG, Tilman.; RODRIK, Dani. Green industrial policy: accelerating structural change towards wealthy green economies. In: ALTENBURG, T.; ASSAMANN, C. (Eds.). **Green Industrial Policy. Concept, Policies, Country Experiences**. Bonn: UN Environment; German Development Institute, 2017. Disponível em: https://www.un-page.org/files/public/green_industrial_policy_book_aw_web.pdf. Acesso em: 27 fev. 2020.
- AOYAMA, Yuko; MURPHY, James. T.; HANSON, Susan. **Key concepts in economic geography**, London: SAGE Publications, 2011.
- ARUNDEL, Anthony; KEMP, René. **Measuring eco-innovation**. Working Paper Series (2009-017), 40p., United Nations University, 2009. Disponível em: <http://collections.unu.edu/eserv/unu:324/wp2009-017.pdf> Acesso em: 16 nov. 2018.
- ASHEIM, Bjørn T.; BOSCHMA, Ron; COOKE, Philip. Constructing Regional Advantage: Platform Policies Based on Related Variety and Differentiated Knowledge Bases. **Regional Studies**, v. 45, n. 7, p. 893–904, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00343404.2010.543126>. Acesso em: 27 de fev.2020.
- BARBIERI, Nicolò; GHISSETTI, Claudia; GILLI, Marianna; MARIN, Giovanni.; NICOLLI, Francesco. A survey of the literature on environmental innovation based on main path analysis. **Journal Economic Surveys**, v. 33, n. 3, p.596-623, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/joes.12149>. Acesso em: 18 out. 2019.
- BERRONE, Pascual; FOSFURI, Andrea; GELABERT, Liliana; GOMEZ-MEJIA, Luis R. Necessity as the mother of 'green' inventions: institutional pressures and environmental innovations. **Strategic Management Journal**, v. 34, p. 891-909, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/smj.204>. Acesso em: 23 set. 2020.
- BOSSLE, Marília B.; BARCELLOS, Marcia D.; VIEIRA, Luciana M.; SAUVÉE, Loïc. The drivers for adoption of eco-innovation. **Journal of Cleaner Production**, v. 113, p. 861-872, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.11.033>. Acesso em: 17 jan. 2019.
- CARRILLO-HERMOSILLA, Javier; DEL RÍO, Pablo; KÖNNÖLÄ, Totti. Diversity of eco-innovations: Reflections from selected case studies. **Journal of Cleaner Production**, v. 18, n. 10-11, p. 1073-1083, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2010.02.014>. Acesso em: 20 ago. 2019.
- CARRILLO-HERMOSILLA, Javier; DEL RÍO, Pablo; KÖNNÖLÄ, Totti. **Eco-innovation: when sustainability and competitiveness shake hands**. London: Palgrave Macmillan, 2009.
- CHAPMAN, Keith. Environmental policy and industrial location in the United States. In: FLOWERDEW, R. (Ed.). **Institutions and Geographical Patterns**. London: Croom Helm, 1982, p.141-168.
- COAD, Alex; NIGHTINGALE, Paul; STILGOE, Jack; VEZZANI, Antonio. Editorial: the dark side of innovation. **Industry and Innovation**, v. 28, n. 1, p. 102–112, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/13662716.2020.1818555>. Acesso em: 3 fev. 2021.

- CONCEIÇÃO, Pedro; HEITOR, Manuel V.; VIEIRA, Pedro S. Are environmental concerns drivers for innovation? Interpreting Portuguese innovation data to foster environmental foresight. **Technological forecasting & Social Change**, v. 73, n. 3, p. 266-276, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2004.11.009>. Acesso em: 17 set. 2019.
- DEL RÍO, Pablo. The Empirical analysis of the determinants for environmental technological change: a research agenda. **Ecological Economics**, v. 68, n. 3, p. 861-878, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2008.07.004>. Acesso em: 21 jan. 2020.
- DEL RÍO, Pablo; PEÑASCO, Cristina; ROMERO-JORDÁN, Desiderio. Distinctive features of environmental innovators: an econometric analysis. **Business Strategy and Environment**, v. 24, p. 361-385, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/bse.1822>. Acesso em: 7 dez. 2020.
- DEL RÍO, Pablo; PEÑASCO, Cristina; ROMERO-JORDÁN, Desiderio. What drives eco-innovators? A critical review of the empirical literature based on econometric methods. **Journal of Cleaner Production**, v. 112, n. 4, p. 2158-2170, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.009>. Acesso em: 8 dez. 2020.
- DÍAZ-GARCÍA, Cristina; GONZÁLEZ-MORENO, Ángela; SÁEZ-MARTÍNEZ, Francisco. Eco-innovation: insights from a literature review. **Innovation**, v. 17, n. 1, p. 6-23, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/14479338.2015.1011060>. Acesso em: 21 nov. 2018.
- EDLER, Jakob; FAGERBERG, Jan. Innovation policy: what, why, and how. **Oxford Review of Economic Policy**, v. 33, n. 1, p. 2-23, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/oxrep/grx001>. Acesso em: 5 dez. 2018.
- FREEMAN, Chris. The greening of technology and models of innovation. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 53, n. 1, p.27-39, 1996. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0040-1625\(96\)00060-1](https://doi.org/10.1016/0040-1625(96)00060-1). Acesso em 13 set. 2013.
- FREEMAN, Chris.; SOETE, Luc. Tecnologia e meio ambiente. In: FREEMAN, C.; SOETE, L. **A Economia da Inovação Industrial**. Campinas: Ed. Unicamp, 2008, p.705-727.
- GALILI, Tal; O'CALLAGHAN, Alan; SIDI, Jonathan; SIEVERT, Carson. Heatmaply: and R package for creating interactive cluster heatmaps for online publishing. **Bioinformatics**, v. 34, n. 9, p. 1600-1602, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btx657>. Acesso em: 2 jul. 2020.
- GHISETTI, Claudia; PONTONI, Federico. Investigating policy and R&D effects on environmental innovation: a meta- analysis. **Ecological Economics**, v. 118, p. 55-66, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolecon.2015.07.009>. Acesso em: 2 fev. 2020.
- HOJNIK, Jana; RUZZIER, Mitja. What drives eco-innovation? A review of an emerging literature. **Environmental Innovation and Societal Transitions**, v. 19, p. 31-41, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.eist.2015.09.006>. Acesso em: 29 ago. 2019.
- HORBACH, Jens. Determinants of environmental innovation – new evidence from German panel data sources. **Research Policy**, v. 37, n. 1, p. 163-173, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.respol.2007.08.006>. Acesso em: 6 dez. 2019.
- HORBACH, Jens. Do eco-innovations need specific regional characteristics? An econometric analysis for Germany. **Review Regional Research**, v. 34, n. 1, p.23-38, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10037-013-0079-4>. Acesso em: 21 out. 2019.
- HORBACH, Jens. Empirical determinants of eco-innovation in European countries using the community innovation survey. **Environmental Innovation and Societal Transitions**, v. 19, p. 1-14, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.eist.2015.09.005>. Acesso em: 14 jan. 2019.
- HORBACH, Jens; RAMMER, Christian; RENNINGS, Klaus. Determinants of eco-innovations by type of environmental impact – the role of regulatory push/pull, technology push and market pull. **Ecological Economics**, v. 78, p. 112-122, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2012.04.005>. Acesso em: 29 ago. 2019.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Pesquisa de Inovação 2017**: Notas Técnicas. Rio de Janeiro, 2020a.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Pesquisa de Inovação 2017**: Tabulação especial. Rio de Janeiro, 2020b.
- KEMP, R. Eco-innovation: Definition, Measurement and Open Research Issues. **Economia Politica**, v. 27, n. 3, p. 397-420, 2010. Disponível em: <https://www.rivisteweb.it/doi/10.1428/33131>. Acesso em: 17

out. 2019.

KEMP, René; PEARSON, P. **Final report MEI project about measuring eco-innovation**. Maastricht: UM-Merit, 2007 (Relatório técnico final). Disponível em: <https://www.oecd.org/env/consumption-innovation/43960830.pdf>. Acesso em: 9 out. 2018.

KEMP, René; PONTOGLIO, Serena. The innovation effects of environmental policy instruments — A typical case of the blind men and the elephant? **Ecological Economics**, v. 72, p. 28–36, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2011.09.014>. Acesso em: 27 ago. 2019.

KESIDOU, Effie; DEMIREL, Pelin. On the drivers of eco-innovations: Empirical evidence from the UK. **Research Policy**, v. 41, n. 5, p. 862–870, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.respol.2012.01.005>. Acesso em: 21 jan. 2020.

MAZZUCATO, Mariana. **Mission-oriented Innovation Policy: Challenges and Opportunities**. Working Paper n.1. UCL - Institute for Innovation and Public Purpose, 2017. Disponível em: <https://www.ucl.ac.uk/bartlett/public-purpose/sites/public-purpose/files/moip-challenges-and-opportunities-working-paper-2017-1.pdf>. Acesso em: 27 abr. 2019.

MAZZUCATO, Mariana.; SEMIENIUK, Gregor; WATSON, Jim. **What will it take to get us to a Green Revolution?** Policy Paper, University of Sussex, 16p., 2015. Disponível em: <https://www.sussex.ac.uk/webteam/gateway/file.php?name=what-will-it-take-to-get-us-a-green-revolution.pdf&site=264>. Acesso em: 21 dez. 2015.

MAZZUCATO, Mariana.; SENIENIUK, Gregor. Public financing of innovation: new questions. **Oxford Review of Economic Policy**, v. 33, n. 1, p. 24-48, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/oxrep/grw036>. Acesso em: 15 out. 2018.

OLTRA, Vanessa. **Environmental innovation and industrial dynamics: the contributions of evolutionary economics**. Working Papers of GREThA, n. 28, 2008. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/6297007.pdf>. Acesso em: 27 ago. 2019.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). **Oslo Manual: guidelines for collecting and interpreting innovation data**. (3th ed.). OECD Publishing, 166 p., 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1787/19900414>. Acesso em: 16 fev. 2014.

PEREZ, Carlota. Unleashing a golden age after the financial collapse: Drawing lessons from history. **Environmental Innovation and Societal Transitions**, v. 6, p. 9-23, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.eist.2012.12.004>. Acesso em: 13 mar. 2016.

PORTER, M. E.; LINDE, C. Toward a New Conception of the Environment-Competitiveness Relationship. **The Journal of Economic Perspectives**, v. 9, n. 4, p. 97-118, 1995. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/2138392>. Acesso em: 5 fev. 2013.

QUEIROZ, J.; PODCAMEI, M. Estratégia inovativa das empresas brasileiras: convergência ou divergência com as questões ambientais? **Revista Brasileira de Inovação**, v. 13, n. 1, p. 187-224, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.20396/rbi.v13i1.8649076>. Acesso em: 19 set. 2016.

RENNIGNS, Klaus. Redefining innovation — eco-innovation research and the contribution from ecological economics. **Ecological Economics**, v. 32, p. 319–332, 2000. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(99\)00112-3](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(99)00112-3). Acesso em: 18 out. 2019.

RSTUDIOTEAM. **RStudio: Integrated Development for R** [Computer software]. Boston, MA: RStudio, 2020. Disponível em: <https://rstudio.com/>. Acesso em: 15 ago. 2019.

SCHOT, J.; KANGER, L. Deep transitions: emergence, acceleration, stabilization and directionality. **Research Policy**, v. 47, n. 6, p. 1045-1059, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.respol.2018.03.009>. Acesso em: 14 jan. 2019.

STAFFORD, Howard. A. Environmental Regulations and the Location of U.S. Manufacturing: Speculations. **Geoforum**, v. 8, n. 5-6, p. 243-248, 1977. Disponível em: [http://dx.doi.org/10.1016/0016-7185\(77\)90024-0](http://dx.doi.org/10.1016/0016-7185(77)90024-0). Acesso em: 12 set. 2013.

STORME, Tom; DERUDDER, Ben; DÖRRY, Sabine. Introducing cluster heatmaps to explore city/firm interactions in world cities. **Computers, Environment and Urban Systems**, v.76, p.57–68, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2019.03.004>. Acesso em: 27 jun. 2020.

TRIGUERO, Angela; MORENO-MONDÉJAR Lourdes; DAVIA, María. A. Drivers of different types of eco-innovation in European SMEs. **Ecological Economics**, v. 92, p. 25–33, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolecon.2013.04.009>. Acesso em: 29 ago. 2019.

TÜRKELI, Serdar; KEMP, René. Changing Patterns in Eco-innovation Research: A Bibliometric Analysis. In: HORBACH, J.; REIF, C. (Eds.). **New Developments in Eco-Innovation Research**. Switzerland: Springer, 2018, p. 13-54.

UNITED NATIONS (UN). **The Sustainable Development Goals**, 2018. Disponível em: <https://sdgs.un.org/goals>. Acesso em: 17 dez. 2019.

ZAGATO, Ligia. Ainda é possível que os países em desenvolvimento façam seu catching up no século XXI? **Revista de Economia Política**, v. 39, n. 3, p. 527-543, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/0101-35172019-2849>. Acesso em: 18 jan. 2021.

ZIEGLER, Andreas. Disentangling Technological Innovations: A micro-Econometric Analysis of their Determinants. In: HORBACH, J.; REIF, C. (Eds.). **New Developments in Eco-Innovation Research**, Switzerland: Springer, 2018, p.123-146.