



As interações de conhecimento e o desenvolvimento de inovações verdes no Brasil

Fernanda Queiroz Sperotto *

Iván G. Peyré Tartaruga **

Rosa Livia Gonçalves Montenegro ***

Resumo: as inovações verdes (ou ecoinovações) são inovações capazes de reduzir o dano ambiental, podendo, até mesmo gerar benefícios ambientais. Para além dessa característica principal, as empresas ecoinovadoras, por integrarem um campo muito dinâmico inserido numa vanguarda verde, dependem enormemente das interações com outros atores no desenvolvimento de inovações ambientais. Assim, o objetivo do estudo foi investigar essas interações nas empresas brasileiras. O estudo analisou as informações das quatro últimas edições da Pesquisa de Inovação (Pintec) – 2008, 2011, 2014 e 2017 – e baseou-se na aplicação de um critério de seleção para distinguir as empresas ecoinovadoras das demais inovadoras. Dois propósitos orientaram a pesquisa: averiguar se para as empresas ecoinovadoras brasileiras as conexões de colaboração e parceria com outros atores seriam mais relevantes em comparação as demais inovadoras; e, em consequência, investigar se essa valoração e inclinação proporcionaria às ecoinovadoras o desenvolvimento de inovações mais radicais. Os resultados indicaram que, em comparação com as inovadoras em geral, as ecoinovadoras reconhecem com maior importância às interações com outros atores. Nesse caso, destaca-se que as conexões de colaboração e parceria com outros atores possibilitaria impactos positivos no seu desempenho inovativo.

Palavras-chave: Sustentabilidade; Ecoinovação; Fontes de conhecimento; Brasil

Código JEL: O31; O33; Q55

Área Temática: 7.2 - Ecoinovações

Knowledge interactions and the development of green innovations in Brazil

Abstract: green innovation (or eco-innovations) are innovations capable of reducing environmental damage and may even generate environmental benefits. In addition to this main characteristic, eco-innovative companies, as part of a very dynamic field within a green vanguard, depend greatly on interactions with other actors in the development of eco-innovations. Thus, the objective of the study was to investigate these interactions in Brazilian companies. The study analyzed information from the last four editions of Innovation Survey (Pintec) – 2008, 2011, 2014 and 2017 – and was based on the application of a selection criterion to distinguish eco-innovative companies from other innovators. Two objectives guided the research: to find out if, for Brazilian eco-innovative companies, collaboration and partnership connections with other actors would be more relevant compared to other innovators; and investigate whether this valuation and inclination would allow eco-innovators to develop more radical innovations. The results indicated that, compared to innovators in general, eco-innovators place greater importance on interactions with other actors. In this case, it is highlighted that collaboration and partnership connections with other actors would enable positive impacts on their innovative performance.

Keywords: Sustainability; Eco-innovation; Sources of knowledge; Brazil

* Centro de Estudos de Geografia e Ordenamento do Território/CEGOT, Faculdade de Letras, Universidade do Porto. E-mail: fsperotto@letras.up.pt

** Centro de Estudos de Geografia e Ordenamento do Território/CEGOT, Faculdade de Letras, Universidade do Porto. E-mail: itartaruga@letras.up.pt

*** Faculdade de Economia, Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). E-mail: rosa.livia@ufjf.br

1. Introdução

As inovações verdes – também conhecidas como ecoinovações ou inovações ambientais – vem ganhando cada vez mais protagonismo, não apenas na discussão sobre inovação, mas, também, nas temáticas mais amplas de estratégias de desenvolvimento sustentável.

Em síntese, as ecoinovações são inovações capazes de diminuir o impacto no meio ambiente, podendo, inclusive, gerar benefícios ambientais. Se de um lado, as inovações ambientais estão sujeitas a elementos comuns às demais inovações (riscos, incertezas, barreiras, criatividade, cooperação etc.), de outro lado, elas possuem características singulares. Por exemplo, os efeitos das ecoinovações são normalmente associados à noção de desempenho ambiental, como o uso ou a substituição de insumos e de fontes de energia por outros menos contaminantes. Contudo, esse desempenho também interfere em aspectos de natureza econômica – estes comuns as inovações em geral – como o desempenho econômico, a competitividade, o valor de mercado, dentre outros (DÍAZ-GARCÍA; GONZÁLEZ-MORENO; SÁEZ-MARTÍNEZ, 2015).

Outra particularidade das ecoinovações diz respeito aos seus indutores. As ecoinovações são incentivadas, principalmente, pela existência de regulamentações ambientais mais rigorosas; pela adoção a programas de certificação ambiental; pelo uso de estratégias de economia de custos que visam melhorar o aproveitamento de insumos, sobretudo de energia, água e matérias-primas; e pela pressão ambiental de stakeholders e consumidores (PORTER; LINDE, 1995; RENNINGS, 2000; HORBACH 2008; CARRILLO-HERMOSILLA; DEL RÍO; KÖNNÖLÄ, 2009; DEL RÍO, 2009; ARUNDEL; KEMP, 2010; KESIDOU; DEMIREL, 2012).

Para além dessas especificidades, vários estudos destacam o fato de as empresas ecoinovadoras requererem um maior esforço inovativo para desenvolver inovações ambientais (HORBACH 2008; TRIGUERO; CUERVA; ÁLVAREZ-ALEDO, 2017). Em particular, se ressalta o importante papel das interações entre empresa e outros atores para o desenvolvimento de ecoinovações, como fornecedores, clientes, universidades, institutos de pesquisa, dentre outros (HORBACH; RAMMER; RENNINGS, 2012; GHISSETTI; PONTONI, 2015; LEITÃO; PEREIRA; BRITO, 2020). Alguns estudos ainda vão além e identificam a presença de práticas de inovação aberta, definindo o que se pode denominar de ecoinovação aberta (open eco-innovation) (GHISSETTI; MARZUCCHI; MONTRESOR, 2015; CHISTOV; ARAMBURU; CARRILLO-HERMOSILLA, 2021).

Nesse sentido, o estudo em tela investiga as relações entre as empresas inovadoras e outros atores no desenvolvimento de inovações ambientais. Mais precisamente, a relevância complementar das fontes externas de conhecimento na base de conhecimento interno da empresa. Esse propósito se liga a dois objetivos específicos: examinar se para as empresas ecoinovadoras brasileiras a constituição de redes de colaboração e parcerias com outros atores seriam mais relevantes, em comparação às demais inovadoras; e se essa valoração e pré-disposição proporcionaria às ecoinovadoras o desenvolvimento de inovações mais radicais. Para tanto, foram analisados dados das quatro últimas edições de Pesquisa de Inovação (Pintec) – 2008, 2011, 2014 e 2017 – realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Vale frisar que esses dados são inéditos, uma vez que foram processados a partir de um critério que distingue as empresas ecoinovadoras das demais inovadoras.

Ao diferenciar os dois grupos de empresas, foi possível estabelecer um interessante perfil comparativo acerca da importância das fontes externas de conhecimento entre empresas ecoinovadoras e inovadoras. Os resultados indicaram que as ecoinovadoras, relativamente às demais inovadoras, dão maior importância à complementação de conhecimento externo. Isso foi observado em praticamente todos os formatos de atividades de inovação e tipos de parcerias, indicando que para as ecoinovadoras o papel das fontes externas de conhecimento é mais relevante em comparação ao geral das inovadoras. Em consequência, o potencial de desenvolver inovações, de produto e de processo, mais radicais também tende a ser maior por parte das ecoinovadoras.

A análise se desenvolve nas quatro próximas seções. A segunda seção expõe o tema da ecoinovação, dando ênfase especialmente aos elementos relacionados a relevância das fontes externas de conhecimento. A terceira trata da metodologia, pontualmente, dos critérios de seleção das empresas e das variáveis investigadas. A quarta apresenta os resultados. E, finalmente, a quinta discorre sobre as principais conclusões do estudo.

2. Revisão da Literatura

À medida que as questões relacionadas ao meio ambiente foram ganhando mais destaque, diversas áreas do conhecimento começaram a explorar o tema, popularizando expressões como economia sustentável, tecnologias verdes, indústrias verdes, bem como a aplicação do prefixo “eco” para destacar padrões amigáveis ao meio ambiente (*eco-friendly*) como práticas de *ecodesign* e soluções deecoinovação.

O termo ecoinovação surgiu pela primeira vez na segunda metade dos anos 1990. Nessa ocasião a ideia central era que a ecoinovação correspondia a um novo processo ou produto – quer para a empresa, quer para o consumidor – capaz de reduzir significativamente os danos ambientais. Até os anos 2000 foi essa noção que orientou a maioria dos estudos sobre o tema, especialmente destacando o potencial de mitigação dos efeitos no meio ambiente (PICHLAK; SZROMEK, 2021). Logo, uma inovação que diminuísse o dano ambiental já era apontada como uma ecoinovação. Novas tecnologias do tipo *end-of-pipe*, que somente controlavam ou neutralizavam a poluição do processo de produção, eram consideradas ecoinovações.

Entre 2001 e 2004, as pesquisas sobre ecoinovação focaram a mitigação dos encargos ambientais e os aspectos econômicos relacionados às possíveis vantagens estratégicas de uma produção menos poluente (PICHLAK; SZROMEK, 2021). O uso eficiente de recursos por meio de novas tecnologias limpas e integradas foi a tônica dessa fase.

Nos anos seguintes, a noção de ecoinovação passou a ser associada a capacidade de reduzir a poluição e não somente os seus efeitos. Mais do que isso, a ideia se expandiu para além das dimensões ambiental e econômica, agregando também elementos sociais. Recentemente, alguns estudos inclusive posicionam as ecoinovações no rol mais amplo das inovações sociais (SOLIS-NAVARRETE; BUCIO-MENDOZA; PANEQUE-GÁLVEZ, 2021). A maior visibilidade do termo nos estudos acadêmicos deu-se a partir de 2010 (DÍAZ-GARCÍA; GONZÁLEZ-MORENO; SÁEZ-MARTÍNEZ, 2015; DEL RÍO; PEÑASCO; ROMERO-JORDÁN, 2016; TÜRKELL; KEMP, 2018). Desde então, as pesquisas têm realçado o componente estratégico das ecoinovações, reconhecendo que as empresas ecoinovadoras são capazes de solucionar problemas ambientais, econômicos e sociais, por meio de mudanças tecnológicas e não tecnológicas (PICHLAK; SZROMEK, 2021).

Um dos conceitos mais difundidos sobre ecoinovação é o definido pelo relatório *Measuring Eco-innovation*. Segundo este, a ecoinovação corresponde a produção, assimilação ou exploração de um produto, processo, serviço ou método de gestão ou de negócios, novo para a empresa e que reduz o risco ambiental, a poluição e outros efeitos negativos do uso de recursos em comparação com alternativas tecnológicas existentes (KEMP; PEARSON, 2007). Recentemente esse conceito foi reformulado¹ (KEMP *et al.*, 2019) no sentido atender as novas orientações da 4ª Edição do Manual de Oslo de 2018, que prevê, dentre outros aspectos a existência de outros atores ecoinovadores além das empresas, como os agentes do governo (local, regional e nacional), instituições sem fins lucrativos e famílias².

Uma particularidade das ecoinovações é o fato destas estarem sujeitas ao problema da dupla externalidade. Do mesmo modo que ocorre nas inovações em geral, existem falhas de mercado devido às externalidades de conhecimento. Porém, nas ecoinovações há também falhas atribuídas aos benefícios ambientais gerados, algo que eleva o risco e desestimula o seu desenvolvimento (RENNINGS, 2000; HORBACH; RAMMER; RENNING, 2012). Uma forma de contornar esse tipo de falha é a adoção de regulamentações ambientais que sejam, ao mesmo tempo, mais rigorosas quanto ao grau de proteção ambiental e mais flexíveis no sentido evitar impedimentos para as empresas ecoinovarem (PORTER; LINDE, 1995).

Em geral, as inovações ocorrem quando as empresas desenvolvem inovações para outras empresas; aplicam internamente inovações desenvolvidas em outro lugar ou por outras instituições (empresas, institutos de pesquisa, universidades etc.); ou, simplesmente, adotam de forma passiva a novidade. Por essa lógica é possível relacionar três perfis de ecoinovadores: ecoinovadores estratégicos, que desenvolvem equipamentos e serviços de ecoinovação para outras empresas; ecoadaptadores

¹ Ecoinovação corresponde a “[...] new or improved product or practice of a unit that generates lower environmental impacts, compared to the unit’s previous products or practices, and that has been made available to potential users or brought into use by the unit” (KEMP *et al.*, 2019, p. 35).

² Contudo, como os dados da Pintec utilizados ainda se baseiam na 3ª edição deste manual, a análise se fará exclusivamente na perspectiva das empresas como agentes de inovação.

estratégicos, que executam intencionalmente as ecoinovações, desenvolvidas internamente ou adquiridas de outras empresas; e ecoinovadores passivos, que apenas aplicam inovações, mas sem uma estratégia antecipada de ecoinnovar (KEMP; PEARSON, 2007).

Quando uma empresa decide ecoinnovar ela assume três fases básicas de ação: adição de componente (*component addition*), mudança de subsistema (*sub-system change*) e mudança de sistema (*system change*) (CARRILLO-HERMOSILLA; DEL RÍO; KÖNNÖLÄ, 2009). Na primeira, a empresa adota um caráter reativo frente à contaminação que ela produz. Nesse estágio predominam os procedimentos do tipo *end-of-pipe*, que intencionam melhorar a qualidade da água e do ar, por meio do uso de filtros ou outros mecanismos para esse fim. Num segundo estágio, de modo mais ativo, a empresa incorpora a noção de eficiência ecológica, que busca mitigar o impacto ambiental reduzindo a quantidade de insumos (matérias-primas, energia, água e demais materiais) ou melhorando seu aproveitamento, ao mesmo tempo que procura ampliar essa ideia de eficiência aos produtos que fabrica. Finalmente, no último estágio, a empresa aspira uma mudança significativa no seu sistema de produção, que presume não apenas a redução dos danos ambientais, mas também a possibilidade de criar impactos positivos.

Em boa medida esses estágios se ligam ao grau de novidade da ecoinovação. Semelhante a outras inovações, as ecoinovações podem ser disruptivas (quando a inovação gera uma mudança no paradigma tecnológicos ou na operação de todo um sistema), radicais (quando novos produtos ou processos causam um impacto ao ponto de criar novos mercados ou indústrias), ou incrementais (quando melhorias de produtos, processos ou técnicas elevam a eficiência de materiais, sem mudar drasticamente a tecnologia aplicada) (DEL RÍO, 2005; CARRILLO-HERMOSILLA; DEL RÍO; KÖNNÖLÄ, 2009; TRIGUERO; MORENO-MONDÉJAR; DAVIA, 2013).

De modo ilustrativo, conforme o grau novidade, as ecoinovações podem ser classificadas em dois grandes grupos de tecnologias. O primeiro corresponde às ecoinovações incrementais e é composto pelas tecnologias do tipo *end-of-pipe*. Como já destacado, essas tecnologias correspondem a processos de produção que visam transformar as emissões primárias em substâncias mais fáceis de manipular, mas que não resultam em grandes mudanças no processo produtivo. Por sua vez, o segundo grupo reúne as tecnologias mais radicais (ou disruptivas em alguns casos). Diferentemente das anteriores, as tecnologias limpas (ou verdes) são capazes de reduzir o total de resíduos ou de poluição, e de alterar substancialmente o processo de produção. A aplicação de um tipo ou de outro também resulta em efeitos secundários distintos. Para as tecnologias incrementais, efeitos como a redução de custos por unidade de produto não são asseguradas; enquanto nas tecnologias radicais há chances de expandir a eficiência produtiva, decorrente da redução de insumos (materiais e energia principalmente) e, por conseguinte, melhorar a produtividade e a competitividade da empresa (DEL RÍO, 2005; TRIGUERO; MORENO-MONDÉJAR; DAVIA, 2013).

Um dos tópicos que se sobressai nos estudos de inovação é o que analisa as fontes de conhecimento disponíveis entre os atores. No caso das empresas ecoinovadoras as fontes de conhecimento ganham um protagonismo maior em razão dos objetivos envolvidos no desenvolvimento de uma inovação que será capaz de reduzir os danos ambientais (DE MARCHI, 2012; HORBACH; OLTRA; BELIN, 2013; GHISSETTI; MARZUCCHI; MONTRESOR, 2015).

Isso ocorre porque as ecoinovações são inovações que demandam um rol de mudanças organizacionais e institucionais. Logo, os conhecimentos para desenvolver tais inovações vão além daqueles de domínio puramente tecnológico (CARRILLO-HERMOSILLA; DEL RÍO; KÖNNÖLÄ, 2010). Em outras palavras, a meta de desenvolver produtos e processos mais limpos significa, no mínimo, ter acesso ao conhecimento científico sobre materiais, à legislação e normas ambientais existentes e à existência de uma cadeia de insumos sustentáveis. Isso reforça enormemente o papel das relações externas entre empresa e outros atores no desenvolvimento da inovação, como as universidades e institutos de pesquisa, empresas de consultoria, fornecedores e concorrentes, dentre outros.

Como evidenciado em alguns estudos, os padrões de informação externa para cadeias de suprimento parecem ter mais importância para as ecoinovadoras do que para as demais empresas (DE MARCHI; GRANDINETTI, 2013). A presença de relações de cooperação com fornecedores e universidades também têm se mostrado mais bem-sucedida para as ecoinovadoras (DE MARCHI, 2012). A colaboração com institutos de pesquisa, agências e universidades é igualmente apontada como sendo importante *driver* para as ecoinovações (CAINELLI, DE MARCHI; GRANDINETTI, 2012;

TRIGUERO; MORENO-MONDÉJAR; DAVIA, 2013; DEL RÍO; PEÑASCO; ROMERO-JORDÁN, 2015; PEREIRA; MACLENNAN; TIAGO, 2020). Nas ecoinovações de processo, por exemplo, a pesquisa sobre o uso de materiais e energia é feita em colaboração com universidades, agências e institutos de pesquisa (HORBACH; RAMMER; RENNINGS, 2012).

Com efeito, há dois aspectos que merecem especial atenção por parte das empresas ecoinovadoras: a maior amplitude na busca de conhecimento externo e a natureza polivalente a qual estão expostas (GHISSETTI; MARZUCCHI; MONTRESOR, 2015). O primeiro elemento refere-se ao conjunto de fontes em que as empresas ecoinovadoras se baseiam para acessar o conhecimento externo. O segundo liga-se à necessidade dessas empresas combinarem objetivos de naturezas distintas e administrarem os afazeres que esses objetivos exigem (GHISSETTI; MARZUCCHI; MONTRESOR, 2015). De outra forma, uma empresa ecoinovadora necessita alcançar padrões, ao mesmo tempo, convencionais de competitividade (como eficiência produtiva e qualidade de produção) e específicos de desempenho ambiental, tanto impostos externamente (como a imposição de regulamentações e normas) como fixados pela própria empresa (como adoção de uma política interna de produção limpa).

Detendo-se no primeiro aspecto – acesso ao conhecimento externo – o estudo em tela objetiva averiguar a relação entre as empresas inovadoras brasileiras e as diversas fontes de conhecimento externo para o desenvolvimento de ecoinovações. A premissa é que as empresas ecoinovadoras brasileiras, semelhante ao apontado por estudos em outros países, interagem mais com os canais de fontes de conhecimento em face da necessidade de atender critérios relacionados à preservação ambiental, que compreendem aspectos não somente tecnológicos.

Em particular, nos países em desenvolvimento, as inovações são sobretudo incrementais e com grau de novidade baixo-intermediário (novo para a empresa ou novo para o mercado nacional). As atividades de inovação são basicamente relacionadas à aquisição de tecnologias originárias de países desenvolvidos e ajustadas às exigências da região (BELL; PAVITT, 1993), como, por exemplo, a compra de máquinas e equipamentos e a contratação de serviços de P&D externo e de consultoria. Para além disso, há limitações de capacitação, tanto por parte das empresas como da mão-de-obra, bem como o predomínio de um cenário econômico instável que amplia a incerteza inata das ações de inovar e, por conseguinte, dificulta a continuidade de uma estratégia de inovação. Pontualmente no Brasil, a falta de sintonia entre as políticas macroeconômica e industrial faz com que se perpetuem baixos os esforços de P&D e de inovação (SUZIGAN; GARCIA; FEITOSA, 2020). Assim, embora os constrangimentos sejam percebidos por todas as empresas (inovadoras e ecoinovadoras), a hipótese é que o maior entrosamento entre as ecoinovadoras e as fontes de conhecimento externos possibilitaria a geração de inovações de maior impacto em comparação as demais inovadoras. Em adição, também haveria diferenças quanto ao esforço de P&D interno entre as empresas que inovam com efeitos no meio ambiente e aquelas no qual esse efeito não ocorre.

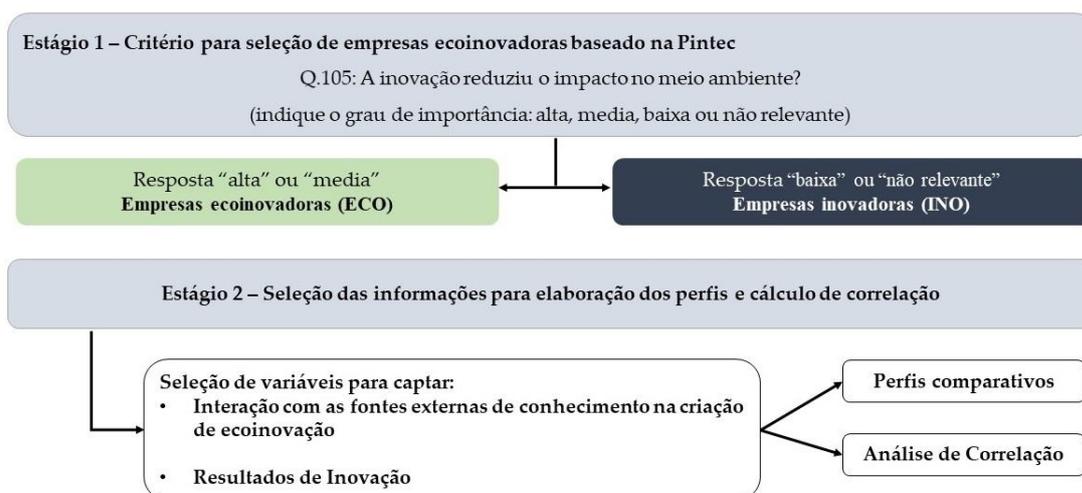
3. Metodologia

A metodologia do estudo foi estruturada em dois estágios. Conforme sistematizado na Figura 1, a primeira etapa da pesquisa dedicou-se à identificação das empresas ecoinovadoras. A exemplo de outros estudos sobre ecoinovações (CONCEIÇÃO; HEITOR; VIEIRA, 2006; HORBACH; RAMMER; RENNINGS, 2012; TRIGUERO; CUERVA; ÁLVAREZ-ALEDO, 2017) que também utilizaram dados de questionários (como o *Community Innovation Survey* da base Eurostat), o critério de seleção das empresas ecoinovadoras baseou-se em uma questão direcionada aos efeitos ambientais da inovação. Essa questão foi a de nº 105 da Pesquisa de Inovação (Pintec), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), que indaga às empresas inovadoras se a inovação permitiu reduzir o impacto ambiental (QUEIROZ; PODCAMENI, 2014; SPEROTTO; TARTARUGA, 2022).

Nessa pergunta as empresas devem indicar uma das quatro categorias de redução do impacto: “alta”, “média”, “baixa” ou “não relevante” (IBGE, 2020a). Como *proxy* de ecoinovação foram assumidas as opções “alta” e “média”. Logo, a aplicação desse critério de respostas possibilitou a identificação de dois grupos distintos de empresas: as ecoinovadoras (ECO), que declararam importância “alta” ou “média” para a redução de impacto ambiental decorrente da inovação; e as somente inovadoras (INO), que manifestaram importância “baixa” ou “não relevante” para este impacto. Após a definição

dos grupos, foi solicitado ao IBGE tabulações especiais para as quatro últimas edições da Pintec, 2008, 2011, 2014 e 2017.

Figura 1 – Desenho das etapas da metodologia do estudo.



Cabe destacar que a pergunta que indaga se a inovação reduziu o impacto no meio ambiente (questão nº 105 da Pintec) foi aplicada pela primeira vez na edição de 2008. É importante também registrar que a Pintec é pesquisa amostral, composta com empresas com mais de 10 funcionários dos setores da indústria, de eletricidade e gás, e de serviços selecionados (telecomunicações, TI, P&D dentre outros). Ademais, as edições selecionadas da Pintec seguem as orientações da 3ª edição do Manual de Oslo (OECD, 2005)³, que entende que a inovação – e a ecoinovação – corresponde a qualquer produto, processo ou forma organizacional que seja novo para a empresa, mesmo que seja conhecido no mercado (IBGE, 2020a).

A segunda etapa do estudo dedicou-se à sistematização e seleção das informações para a elaboração dos perfis dos grupos de empresas e o cálculo estatístico de correlação. Para tanto, foram selecionadas da Pintec dois conjuntos de informações: um focado na interação entre a empresa e outros atores para o desenvolvimento de inovação; e outro direcionado aos resultados da inovação.

Como indicado no Quadro 1, para captar a interação da empresa com outros atores, foram selecionadas informações sobre as atividades de inovação, relações de cooperação, objeto de cooperação com outras organizações, fontes de informação, principal responsável pela inovação e obstáculos ao inovar. Pontualmente, para as variáveis de atividades de inovação, cooperação, fontes de informação e obstáculos foram consideradas somente as empresas que responderam “alta relevância” para os respectivos elementos de cada um destes tópicos. A intenção da delimitação foi analisar apenas as empresas que estabeleceram canais de entrosamento mais robustos com outros atores.

Em relação aos resultados da inovação, foram utilizadas as taxas de inovação, de produto e de processo, tanto para mercado nacional como para o mundial. Além dessas taxas representarem o resultado da inovação, a diferenciação por mercado é uma medida aproximada do grau de radicalidade da inovação. O uso dessa *proxy* de radicalidade deve-se a hipótese que as ecoinovadoras, ao demandarem mais fontes externas de conhecimento, tendem a produzir inovações mais radicais comparativamente às demais empresas inovadoras. O cômputo das taxas foi determinado pela razão entre o número de empresas que inovaram (produto/processo, mercado nacional/mundial) em cada um dos grupos ECO e INO e o número total de empresas que implementaram inovações (somatório dos grupos ECO e INO). Foram calculadas oito taxas: quatro para cada grupo de empresas.

³ Em 2018 foi apresentada a 4ª Edição do Manual de Oslo. Essa última edição trouxe novos elementos para o conceito de inovação, como o reconhecimento da inovação aberta (*open innovation*) e, por conseguinte, a inclusão de outros agentes inovadores além das empresas (OECD, 2018).

Quadro 1 – Síntese da base de dados

Variáveis selecionadas	Objetivos	Indicadores
<ul style="list-style-type: none"> • Atividades de inovação^(a) • Cooperação^(a) • Fontes de Informação^(a) • Objeto de cooperação com outras organizações • Principal responsável pela inovação • Obstáculos 	Traçar um perfil comparativo entre ECO e INO a respeito das relações entre empresa e outros atores para o desenvolvimento de inovação.	<p>Análise gráfica: razão entre o número de empresas em cada variável e o total de empresas de cada grupo.</p> <p>Análise de correlação:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Número de empresas em cada variável • Taxas de inovação
<p>Taxas de inovação de produto e de processo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Para o Mercado Nacional • Para o Mercado Mundial 	Avaliar o resultado de inovação de ECO e INO, diferenciando seu alcance de mercado.	

Nota: (a) Computadas apenas as empresas que responderam relevância “alta” para a atividade, fonte de informação e relações de cooperação.

4. Análise dos resultados

Como destacado, a ecoinovação ocorre no domínio da empresa, conservando as mesmas características das inovações em geral, exceto pelo seu efeito positivo no meio ambiente.

Segundo o critério aplicado para identificar as empresas ecoinovadoras (ECO), se observa que desde o início da aplicação da questão nº105 (edição 2008), a participação das empresas brasileiras ecoinovadoras se manteve no patamar de um terço do total das empresas inovadoras. Entre 2008 e 2014, essa participação cresceu, atingindo seu maior valor em 2014, 40,2%. Contudo, na última edição da Pintec (2017) a trajetória foi revertida e o percentual se reduziu para 34,0%, participação esta somente superior à de 2008 (31,9%).

Por representarem um grupo menor de empresas, as taxas de inovação das ecoinovadoras foram inferiores às das inovadoras. O Gráfico 1 ilustra as taxas de inovação segundo mercado. Apesar da diferença entre os dois grupos de empresas, em alguns períodos as taxas das ecoinovadoras superaram ou estiveram muito próximas às das inovadoras. Isso pode ser constatado nas inovações de processo para o mercado nacional, e de produto e processo para o mercado mundial. Esse resultado é um indício do importante potencial das ecoinovadoras desenvolverem inovações com maior grau de novidade. Em um estudo na Alemanha, Mazur *et al.* (2015) identificaram que um novo nicho tecnológico⁴ apenas ocorreu quando as firmas foram impelidas externamente por outros agentes, ou após a ação de agentes de mudança internos (como novos CEO’s) que invocam mudanças disruptivas. No entanto, para que essas mudanças ocorram, a pressão de regime ambiental mais rígido foi uma condição necessária, onde sem essa pressão, as firmas não procuram mudar ou substituir suas tecnologias. Assim, os formuladores de políticas devem manter ações que fortalecem a pressão tanto interna quanto externa à firma e, de regime em direção às inovações radicais para a redução das emissões, onde atores que não seguirem esta tendência podem ser prejudicados a longo prazo.

Dado o objetivo principal do estudo – investigar a interação entre empresas ecoinovadoras e outros atores no desenvolvimento da inovação – é fundamental traçar um perfil comparativo entre os dois grupos de empresas quanto aos a essas inter-relações.

Em relação às atividades de inovação, a Pintec capta a relevância de oito atividades (Gráfico 2). Como observado, ao longo dos períodos analisados, se constata que o número relativo de ecoinovadoras que manifestaram relevância alta para essas atividades foi superior aos das demais inovadoras. Confrontando os dois grupos, se destacam as diferenças nas atividades de treinamento, compra de máquinas e equipamentos e aquisição de projeto industrial e outras preparações técnicas. Já na aquisição

⁴ No estudo os autores seguiram a abordagem da perspectiva multinível, na qual é possível analisar as transições para novas tendências tecnológicas como resultantes das interações entre os atores em três níveis: nicho (nível micro que permite o surgimento de inovações radicais e disruptivas por meio de pequenas redes de colaboração de atores, normalmente de fora ou à margem do grupo dominante); regime (nível meso que representa o conjunto de regras e rotinas comuns, mais ou menos estáveis e alinhadas, que orientam a conduta dos atores sobre como produzir, regular e utilizar as tecnologias de um sistema sociotécnico em particular); e paisagem (nível macro que compreende as interferências externas – desastres naturais, guerras, crises econômicas, mudanças climáticas, etc. – capazes de impactar nos nichos e nos regimes).

de outros conhecimentos externos e de P&D externo praticamente não houve diferença entre os dois grupos. Nas atividades de P&D internas o número relativo deecoinovadoras que informaram alta relevância foi superior as demais inovadoras, exceto no período 2012-2014 no qual não houve diferença.

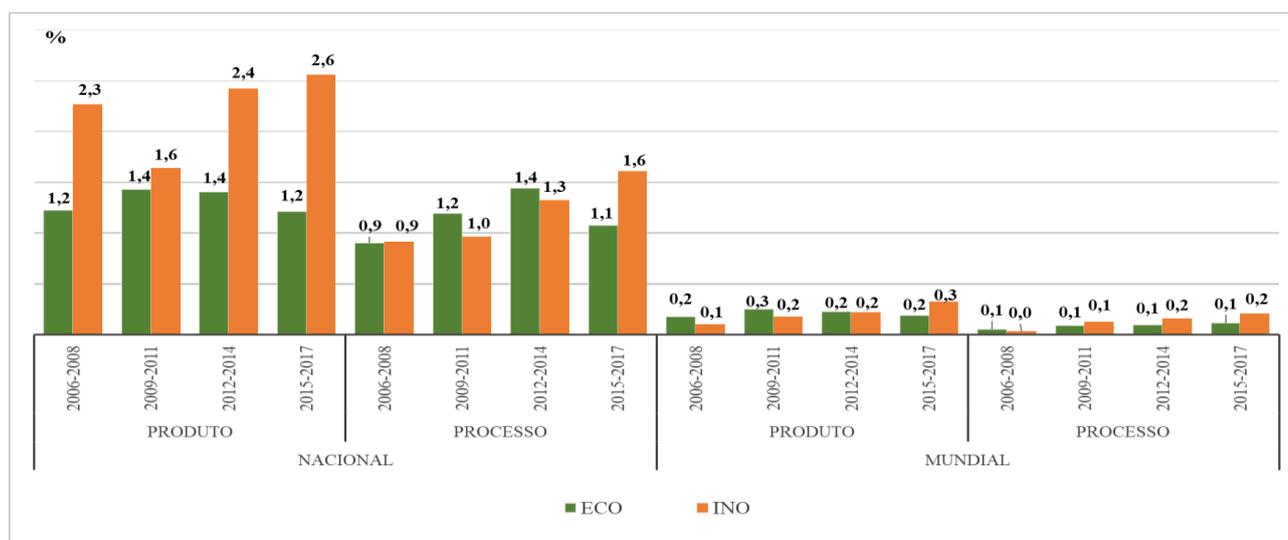


Gráfico 1 - Taxas de inovação de produto e de processo, empresas ecoinovadoras (ECO) e inovadoras (INO), segundo mercado, Brasil.

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

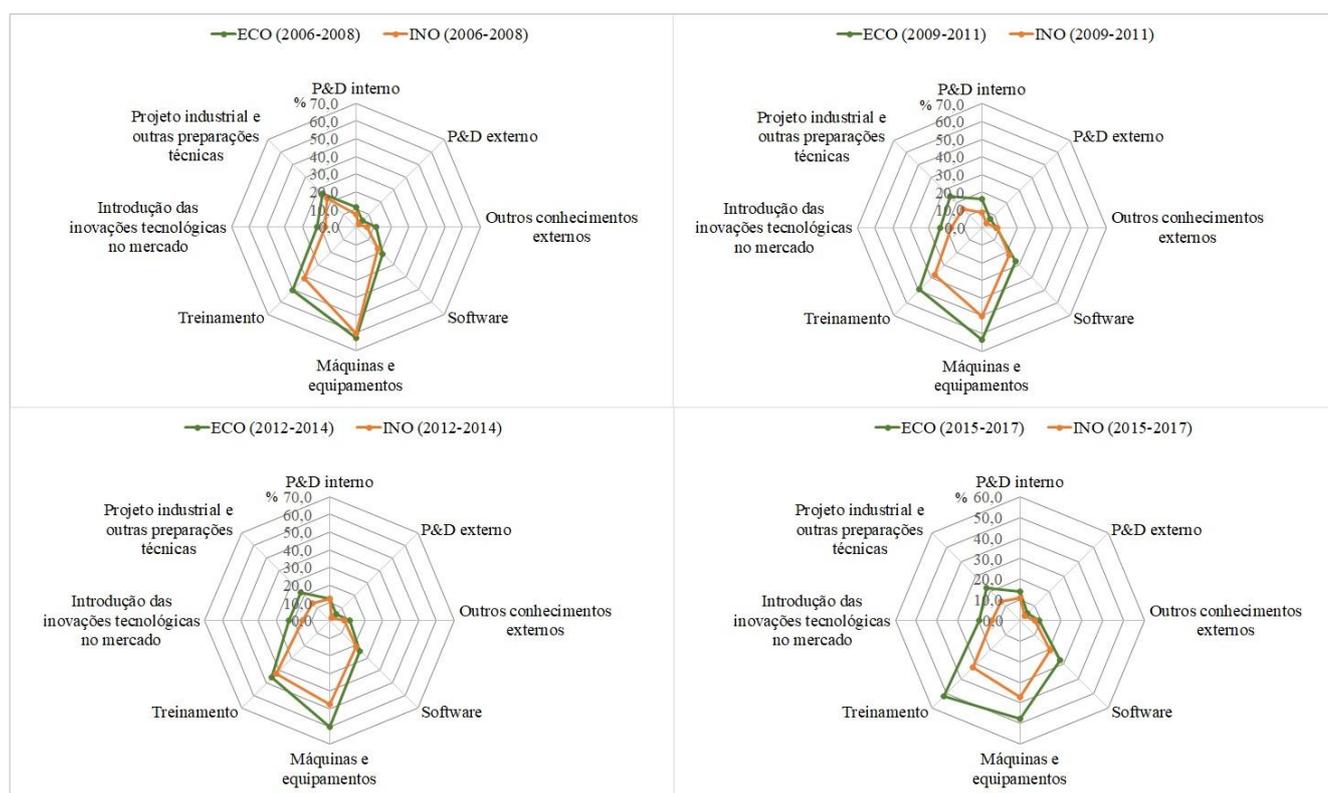


Gráfico 2 – Atividades de inovação, empresas ecoinovadoras (ECO) e inovadoras (INO), Brasil.

Fonte: Elaboração própria com base em IBGE (2020b). Nota: empresas que atribuíram relevância "alta" à atividade de inovação.

Quanto às relações de cooperação (Gráfico 3), a distinção entre os dois grupos foi mais evidente, destacando a maior propensão das ecoinovadoras em estabelecer parcerias no desenvolvimento de inovações. Tais interligações foram mais realçadas com fornecedores; clientes e consumidores; instituições de testes, ensaios e certificações; e universidades e institutos de pesquisa. Essa configuração foi convergente com o resultado de estudos aplicados em outros países que também destacaram a maior inclinação das empresas ecoinovadoras em constituir elos de cooperação (DE MACHI, 2012;

HORBACH, 2014; CAINELLI; DE MARCHI; GRANDINETTI, 2015; HÁJEK; STEJSKAL, 2018). As firmas que buscam conhecimento com clientes, fornecedores, concorrentes, consultores, laboratórios ou institutos privados de P&D são mais propensas a desenvolver inovações ambientais radicais, mesmo sem investir em P&D interno, porém com um horizonte temporal a longo prazo (MOTHE; NGYUYEN-THI, 2017).

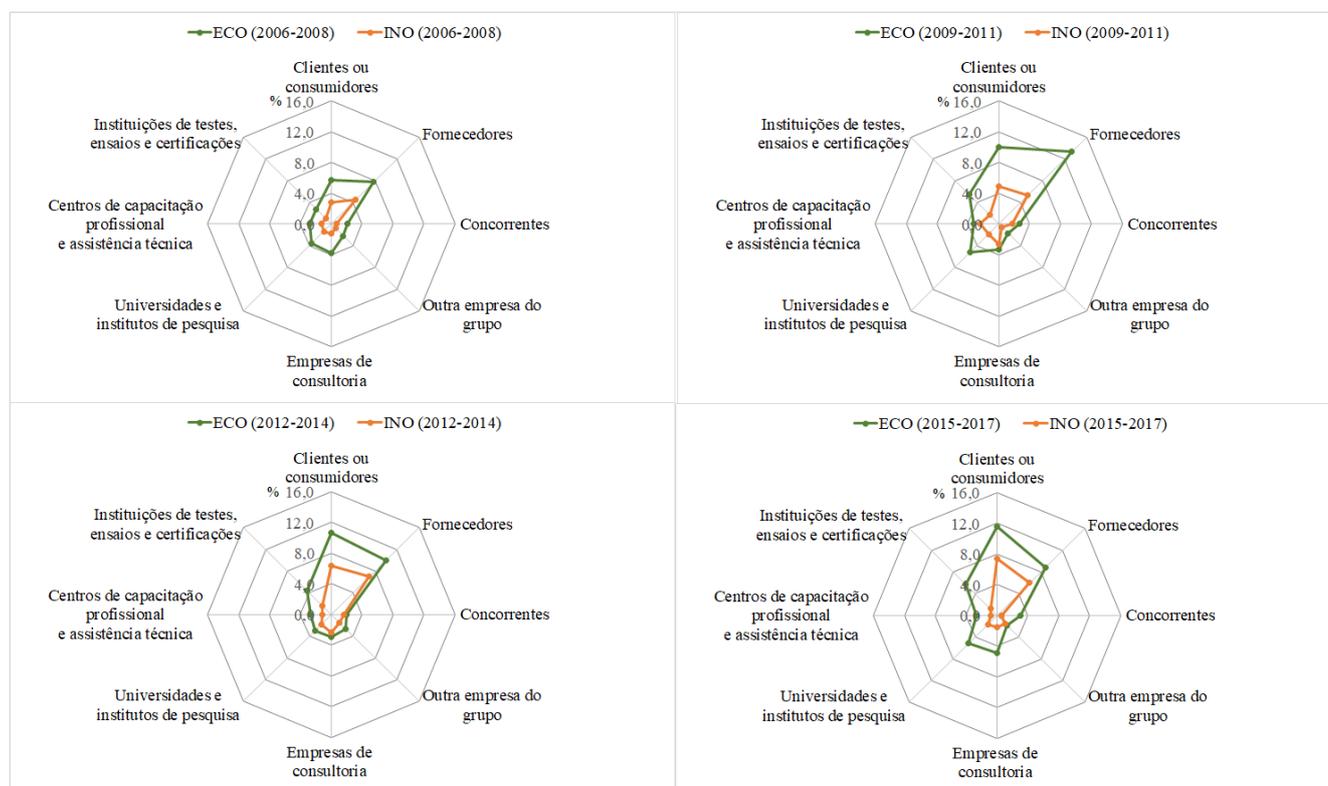


Gráfico 3 – Relação de cooperação, empresas ecoinovadoras (ECO) e inovadoras (INO), Brasil.

Fonte: Elaboração própria com base em IBGE (2020b). Nota: empresas que atribuíram relevância "alta" à relação de cooperação.

Uma informação interessante disponibilizada pela Pintec diz respeito às empresas que mantiveram relações de cooperação com outras instituições em atividades de P&D e ensaios para testes de produtos⁵ (Gráfico 4). Em geral, ao longo dos quatro períodos analisados, a participação das ecoinovadoras nas relações de cooperação em P&D e ensaios para testes de produtos foi superior à das demais inovadoras. Apesar da configuração dos principais parceiros ter mudado entre os períodos, é interessante iluminar alguns pontos nos dois grupos de empresas. No caso das ecoinovadoras, se destacaram as parcerias com fornecedores; clientes e consumidores; universidades e institutos de pesquisa; e instituições de testes, ensaios e certificações. Em oposição, foram menos observadas as interações com concorrentes; outra empresa do grupo; empresas de consultoria; e centros de capacitação profissional e assistência técnica. Para as restantes inovadoras, as inter-relações com clientes e consumidores, e fornecedores foram as mais expressivas.

⁵ Vale salientar que, ao contrário das variáveis anteriores, nesta não é aplicado um critério de relevância.

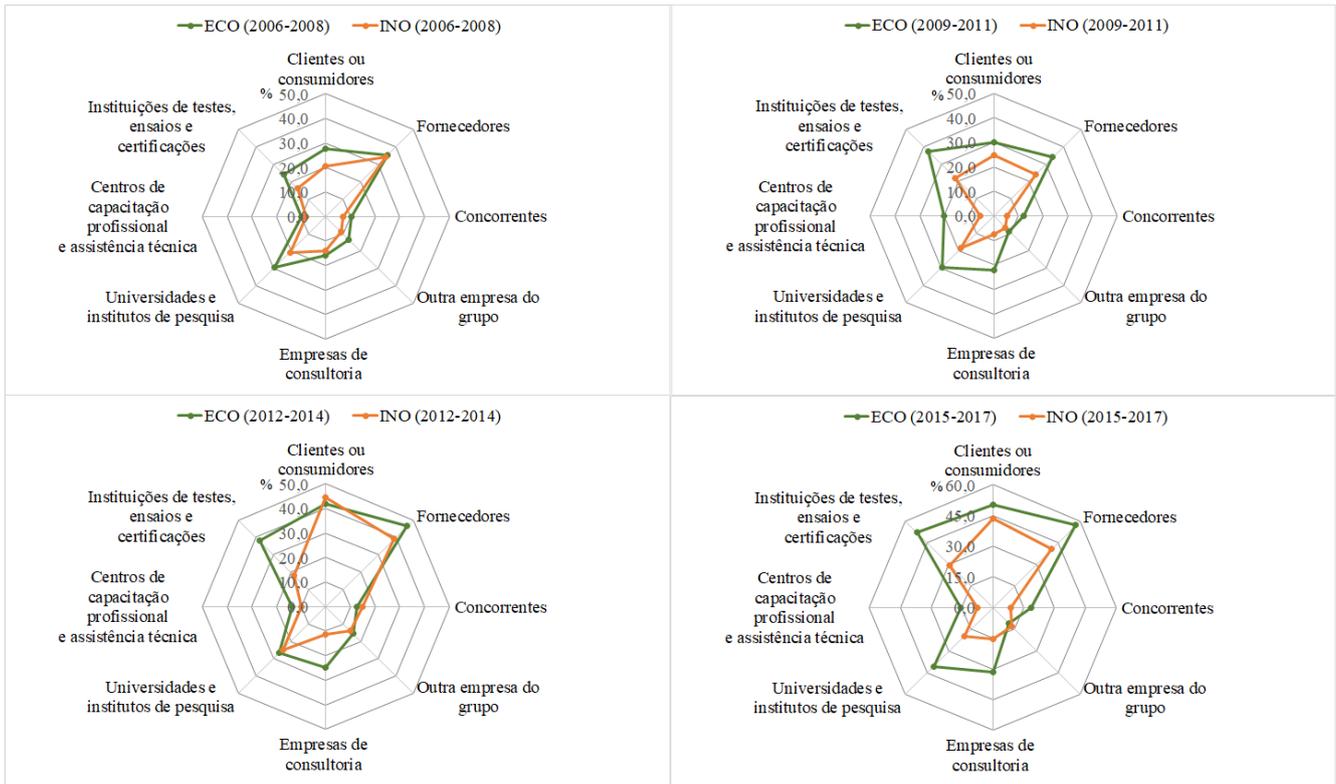


Gráfico 4 – Relação de cooperação em P&D e ensaios para testes de produto, empresas ecoinovadoras (ECO) e inovadoras (INO), Brasil.

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

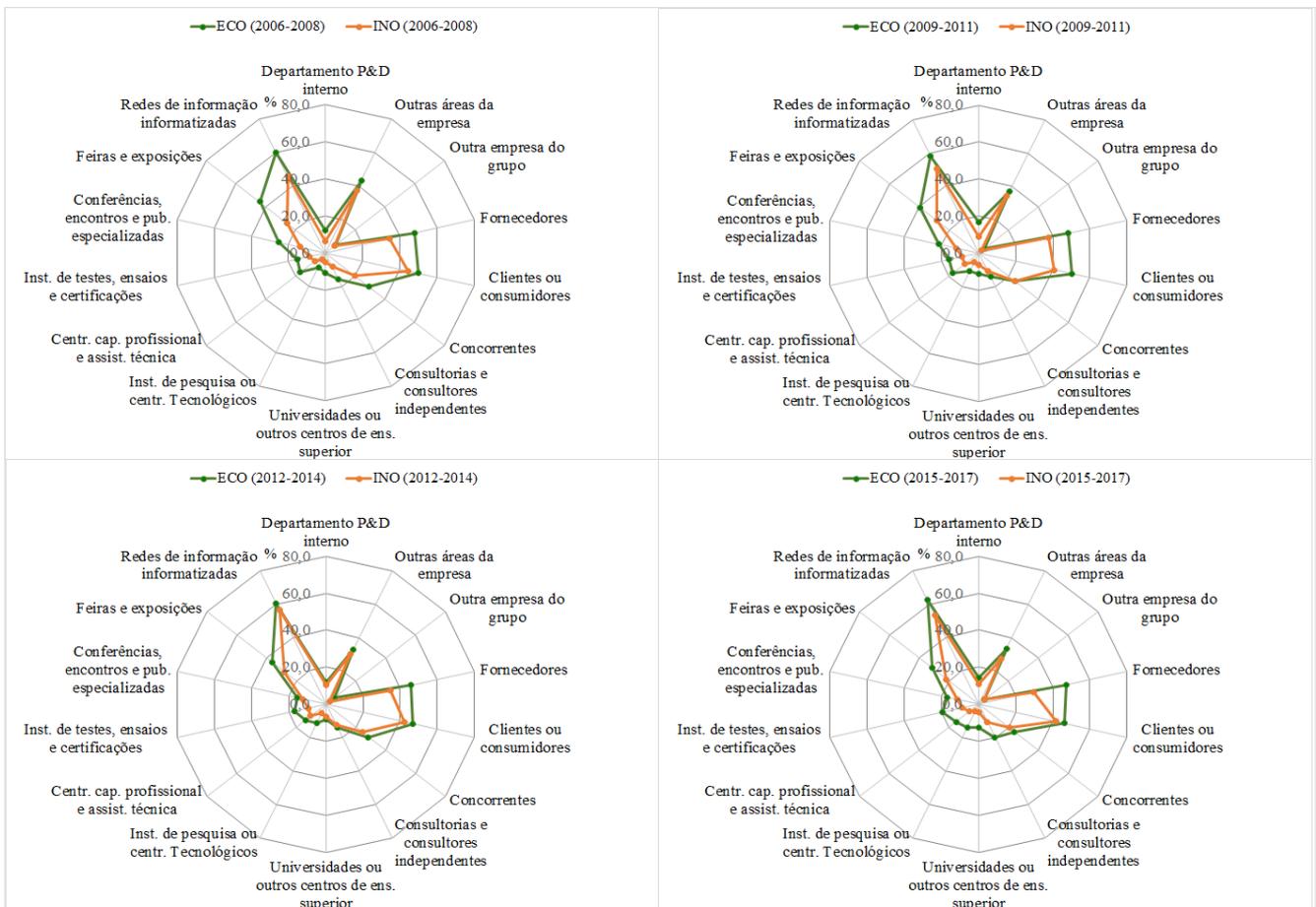


Gráfico 5 – Fontes de informação, empresas ecoinovadoras (ECO) e inovadoras (INO), Brasil.

Fonte: Elaboração própria com base em IBGE (2020b). Nota: empresas que atribuíram relevância "alta" à fonte de informação.

Nas fontes de informação (Gráfico 5) a diferença entre os dois grupos foi mais sutil. Nas fontes internas praticamente não há diferença entre ecoinovadoras e inovadoras. Já as fontes de informação relacionadas à interação com outros atores, a menor diferença entre os dois grupos foi verificada no acesso com clientes e consumidores. Contudo, embora os dois grupos tenham apresentado um comportamento semelhante a respeito da alta relevância das fontes de informação, no geral as ecoinovadoras indicaram uma maior sensibilidade de ligação às fontes externas de informação. Esse comportamento já foi ressaltado em outros estudos, os quais foram conclusivos ao afirmar que as empresas ecoinovadoras são mais dependentes das fontes externas de conhecimento (DE MARCHI, 2012; HORBACH; RAMMER; RENNINGS, 2012; GHISSETTI; PONTONI, 2015; LEITÃO; PEREIRA; BRITO, 2020). Mothe e Nguyen-Thi (2017), analisaram as características das inovações ambientais que utilizaram fontes de conhecimento externas. O objetivo do trabalho foi investigar os impactos deste tipo de abertura na geração de inovações ambientais radicais e incrementais. O estudo revelou que os esforços persistentes das fontes de conhecimento externas estão relacionados a uma maior propensão da firma a introduzir inovações ambientais.

Outro dado pertinente é o que informa o principal responsável pela inovação. A Pintec considera quatro atores como principal responsável: a empresa; outra empresa do grupo; a empresa em cooperação com outras empresas e institutos; e outras empresas ou institutos. Aqui especialmente interessa avaliar a empresa que desenvolve a inovação em cooperação com outras empresas ou institutos (Gráfico 6).

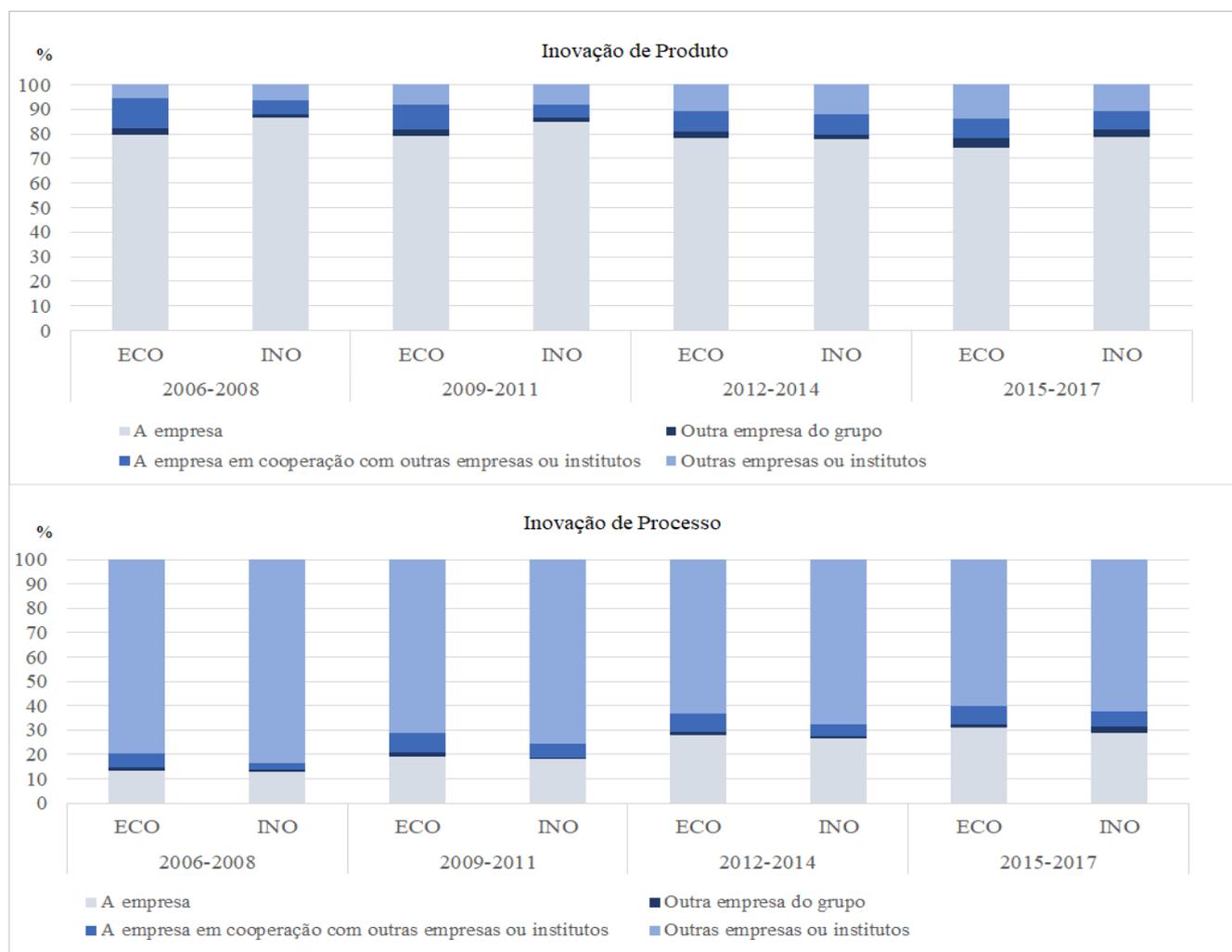


Gráfico 6 – Principal responsável pela inovação de produto e de processo, empresas ecoinovadoras (ECO) e inovadoras (INO), Brasil.

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

Em ambos os grupos de empresas, o principal responsável pelas inovações de produto foi a empresa. Esse resultado não surpreende, uma vez que as inovações de produto, especialmente as mais

radicais, envolvem projetos mais passíveis de sigilo. Essa estratégia centralizar a inovação na empresa objetiva tardar e/ou dificultar, por mais tempo possível, a sua reprodução por parte de concorrentes. No decorrer do período, em média, a participação da empresa como principal autor da inovação de produto foi de 78% nas ecoinovadoras e 82% nas demais inovadoras. Porém, a segunda maior participação foi distinta entre os grupos. Nas ecoinovadoras essa posição foi ocupada pela empresa em cooperação com outras empresas ou institutos (10%), ou seja, os ecoinovadores de produto acessam mais os canais externos de conhecimento para levar a cabo os projetos de inovação de produto (TRIGUERO; MORENO-MONDÉJAR; DAVIA, 2013). Nas demais inovadoras isso ocorreu em apenas 6,6% das empresas (terceira posição), sendo que a segunda maior participação teve como principal responsável outras empresas ou institutos (9,5%).

Nas inovações de processo, a distribuição dos principais responsáveis pela inovação apresentou outra composição. Isso ocorre porque, diferentemente das de produto, as inovações de processo tendem a ser mais incrementais e, por conseguinte, mais aptas ao desenvolvimento em parceria com outros atores. Como pode ser verificado, a principal executora foi o grupo formado por outras empresas ou institutos, tanto nas ecoinovadoras (68,6%) como nas demais inovadoras (72,4%). A empresa em cooperação com outras empresas ou institutos representou, em média, 7% nas ecoinovadoras e 5% nas inovadoras.

Finalmente, foram captadas informações sobre as barreiras⁶ relacionadas às inter-relações entre empresas e outros atores no desenvolvimento de inovações (Gráfico 7). Esse dado serve de *proxy* para avaliar a dificuldade que as empresas enfrentam quando se dispõem a estabelecer parcerias. Segundo as informações da Pintec, as empresas ecoinovadoras se ressentem mais em relação às escassas possibilidades de cooperação com outras empresas ou instituições. Já a centralização da atividade inovativa em outra empresa do grupo não chega a ser uma barreira significativa, uma vez que foi reportada, em média, por menos de um por cento das empresas ecoinovadoras e inovadoras.

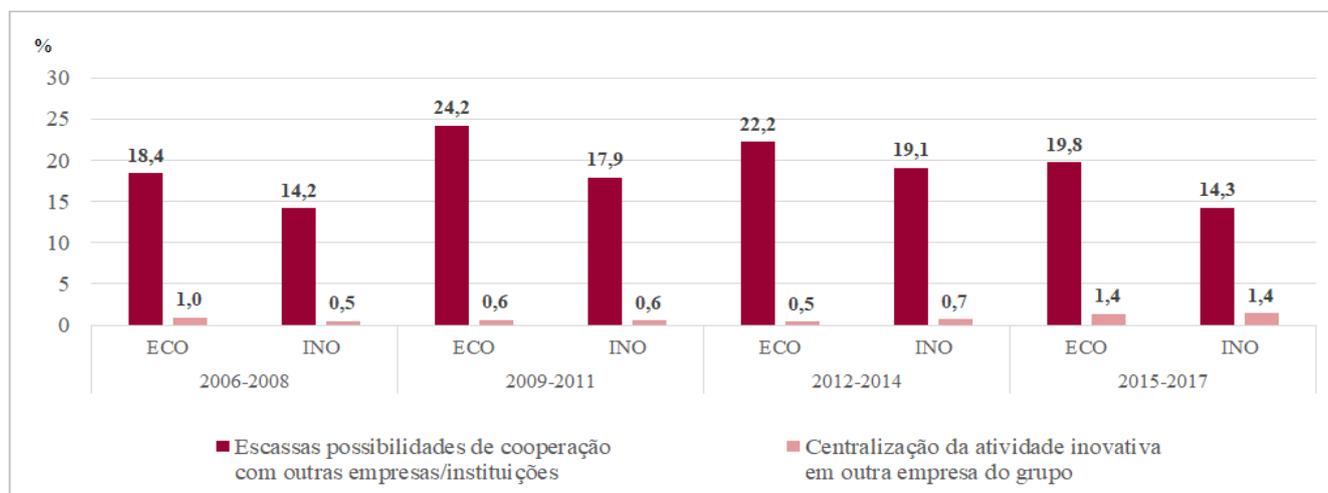


Gráfico 7 – Obstáculos apontados pelas empresas ecoinovadoras (ECO) e inovadoras (INO), Brasil.

Fonte: Elaboração própria com base em IBGE (2020b). Nota: empresas que atribuíram relevância "alta" ao obstáculo.

O resultado observado reforça a preocupação com as empresas brasileiras que não possuem uma cultura forte de cooperação. Em empresas da Europa e da Ásia, são adotadas diferentes estratégias de inovação ambiental e contam, principalmente, com a cooperação de agentes externos, por exemplo: *experts* na área, órgãos internacionais e institutos de pesquisa (PAN; ZHOU; ZHOU 2019). No caso de países desenvolvidos, geralmente eles possuem redes de governança descentralizadas, tornando mais fáceis mudanças institucionais, assim como, estreitam os laços de acordo com os níveis de cooperação entre os agentes externos, reduzindo através de projetos colaborativos a quantidade de firmas que operam em um nível tecnológico inferior, incentivando a inovação (MAZON *et al.*, 2012) Dessa forma, para o

⁶ A Pintec analisa como obstáculos outros aspectos: riscos econômicos excessivos; elevados custos de inovação; escassez de fontes apropriadas de financiamento; rigidez organizacional; falta de pessoal qualificado; falta de informação sobre tecnologia; falta de informação sobre mercados; dificuldade para se adequar a padrões, normas e regulamentação; fraca resposta dos consumidores quanto a novos produtos; e escassez de serviços técnicos externos adequados.

caso brasileiro, ressalta-se a oportunidade de identificar quais seriam os principais obstáculos e entraves às empresas quanto ao processo de cooperação destas. Em comum entre os países em desenvolvimento, podem ser destacados a falta de pessoal qualificado, a informação limitada sobre a tecnologia, a escassa informação sobre os mercados, a dificuldade em encontrar parceiros de cooperação para inovação, os mercados dominados por empresas estabelecidas e a demanda incerta por bens e serviços ambientalmente inovadores. Ademais, é válido que ocorra incentivos a cooperação entre instituições públicas e privadas, maior clareza nas regulamentações ambientais e a diminuição da incerteza por de políticas públicas (SOUTO; RODRIGUEZ, 2015).

4.1 Análise de Correlação

Com o intuito de complementar a análise dos perfis de interação das empresas com atores externos e, portanto, analisar se as ecoinovadoras, ao valorar e demandar mais fontes externas de conhecimento, tenderiam a produzir inovações mais radicais comparativamente às demais empresas inovadoras, foram calculadas correlações entre as taxas de inovação e as variáveis relacionadas às inter-relações entre empresa e outros atores. A medida de correlação sinalizou elementos interessantes para compreender essas conexões, principalmente, na perspectiva das empresas ecoinovadoras.

Ao todo foram analisadas 54 variáveis dos seguintes grupos de informação: atividade de inovação (8 variáveis); relações de cooperação (8 variáveis); relação de cooperação em P&D (8 variáveis); relação de cooperação em outras atividades (8 variáveis); principal responsável pela inovação de produto e de processo (8 variáveis); e fontes de informação (14 variáveis). Desse conjunto, 25 variáveis apresentaram correlação significativa com pelo menos uma das taxas de inovação (Tabela 1).

Um primeiro resultado a sublinhar é que o grupo das ecoinovadoras expos um número maior de correlações (24 variáveis) em comparação ao das inovadoras (12 variáveis). Além disso, no grupo das inovadoras, em nove variáveis a correlação foi negativa, sinalizando um sentido oposto entre as práticas interação com outros atores. Esse primeiro resultado permite inferir que, por meio de práticas de interação, as ecoinovadoras podem ser mais propensas a desenvolver inovações com maior grau de radicalidade, quer para o mercado nacional, quer para o mercado mundial. Examinando os impactos dessas práticas, verificou-se que aquisição externa de P&D pode ser um meio importante para o desenvolvimento de inovação de produto, tanto para o mercado nacional como mundial. A compra de projeto industrial e outras preparações técnicas foi outra relevante atividade, porém com a possibilidade de interferir apenas na inovação de produto nacional.

A respeito da cooperação, a interação com fornecedores indicou um efeito positivo direto nas inovações de produto para ambos os mercados. Outra parceria a destacar foi aquela com os centros de capacitação profissional e de assistência técnica, com impactos positivos para a inovação de produto nacional e mundial.

No que tange ao objeto de cooperação, as práticas de outras atividades, que não aquelas diretas de P&D, podem influenciar as taxas de inovação. A cooperação com fornecedores apresentou o mesmo sentido das inovações de produto para o mercado mundial. Outro canal que pode ser favorável às inovações de produto (em ambos os mercados) foi o das instituições de testes, ensaios e certificações.

Quando analisada a variável de principal responsável pela inovação de produto, constatou-se que as próprias empresas parecem ser as principais desenvolvedoras de inovações para o mercado nacional. A inovação de processo nacional também está correlacionada com a situação em que o principal responsável pela inovação de produto são essas outras empresas ou institutos. No caso de o principal responsável pela inovação de processo serem as outras empresas ou institutos, há um efeito positivo nas inovações de produto para o mercado nacional. Uma hipótese para essas relações cruzadas (entre inovação de processo e de produto) são os transbordamentos de conhecimento (*spillovers*).

No caso das fontes de informação, estas representaram o grupo com maior ocorrência de correlações. Mais uma vez foi realçado o possível papel dos fornecedores nas inovações de produto para o mercado nacional. A inovação de produto para o mercado nacional também apresentou uma correlação positiva nas informações provenientes de clientes e consumidores, bem como aquelas de centros de capacitação profissional e de assistência técnica. Esses últimos igualmente parecem interferir favoravelmente na inovação de produto para o mercado mundial. Por sua vez, os conhecimentos

originários das instituições de testes, ensaios e certificações, das redes de informação informatizadas e das empresas de consultorias e consultores independentes sugerem beneficiar as inovações de processo no mercado nacional e mundial, respectivamente. É possível associar a relevância dessas fontes de conhecimento com a aplicação de regras ambientais mais rigorosas. Muitas vezes as empresas desenvolvem a ecoinovação de forma reativa, por exemplo, com o propósito de se adequar a novos parâmetros de emissão de poluição. Nesses casos, é muito provável que a empresa busque externamente uma assessoria para realizar as alterações de processo necessárias.

Tabela 1 – Coeficiente de correlação

VARIÁVEIS	ECO				INO			
	PRODUTO		PROCESSO		PRODUTO		PROCESSO	
	NAC.	MUN.	NAC.	MUN.	NAC.	MUN.	NAC.	MUN.
ATIVIDADES DE INOVAÇÃO								
Ativ. Internas de P&D	/	0,974*	/	/	/	/	/	/
Aquisição Externa de P&D	0,987*	0,998**	/	/	/	/	/	/
Aquisição de Máquinas e equipamentos	/	/	/	/	/	-0,996**	/	/
Treinamento	0,970*	/	/	/	/	/	/	/
Int. inovações tecnológicas no mercado	0,965*	/	/	/	/	/	-0,977*	/
Projeto industrial e outras p. técnicas	0,964*	/	/	/	/	/	/	-0,982*
COOPERAÇÃO								
Clientes e consumidores	/	/	/	/	/	/	/	0,982*
Fornecedores	0,975*	1,0***	/	/	/	/	/	/
C. de cap. profissional e assist. técnica	0,996* *	0,985*	/	/	-0,994**	/	/	/
COOPERAÇÃO EM P&D								
Empresas de consultoria	/	/	/	/	/	/	0,996*	/
COOPERAÇÃO EM OUTRAS ATIVIDADES								
Clientes e consumidores	/	/	/	/	/	/	/	0,974*
Fornecedores	/	0,978*	/	/	/	/	/	/
Inst. testes, ensaios e certificações	0,992* *	0,955*	/	/	/	/	/	/
PRINC. RESPONSÁVEL PELA INOVAÇÃO								
Produto – empresa	0,965*	/	/	/	/	/	/	/
Produto – outras empresas ou institutos	/	/	/	0,962*	/	/	/	/
Processo – outras empresas ou institutos	0,966*	/	/	/	/	-0,980*	-0,984*	/
FONTES DE INFORMAÇÃO								
Fonte interna – Departamento P&D	/	0,966*	/	/	/	/	/	/
Outras áreas da empresa	/	/	/	/	/	-0,985*	-0,993**	/
Fornecedores	0,970*	/	/	/	/	/	/	/
Clientes e consumidores	0,980*	/	/	/	/	/	/	/
Consultorias e consul. independentes	/	/	/	0,954*	/	/	/	/
C. de cap. profissional assist. técnica	0,957*	0,954*	/	/	/	/	/	/
Inst. testes, ensaios e certificações	/	/	0,977*	/	/	/	/	/
Conf. encontros e public. especializadas	/	/	/	/	/	-0,971*	/	/
Redes de informação informatizadas	/	/	0,973*	/	/	/	/	/

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

Nota: / não significante; * significante a 5%; ** significante a 1%.

Os resultados da análise de correlação para as empresas inovadoras, como sinalizado, estiveram menos associadas ao potencial das interações externas para gerar inovações mais radicais de produto e processo. Para esse conjunto de empresas apenas formas de cooperação se mostraram positivamente correlacionadas ao desenvolvimento inovações de maior impacto. A principal delas foi a cooperação com clientes e consumidores, tanto no sentido geral como em outras atividades (excluindo as de P&D). De acordo com os resultados, essas interações seriam conexas ao estímulo de inovações de processo para o mercado mundial. A parceria com empresas de consultoria em P&D também foi uma prática que pode impulsionar as inovações de processo, mas apenas aquelas para o mercado nacional.

As demais interações demonstraram um sentido inverso, ou seja, ao invés de possibilitar inovações mais radicais, elas poderiam desestimular. Esse foi o caso das inovações de processo que podem ser inibidas pelas práticas de aquisição projeto industrial e outras preparações técnicas; e a condução

principal da inovação quando feita por outras empresas ou institutos. Nas inovações de produto, o acesso à informação em outra área da empresa, e em conferências, encontros e publicações especializadas, assim como cooperação com centros de capacitação profissional e assistência técnica foram inversamente correlacionadas.

5. Considerações finais

Um dos pontos realçados na literatura de inovação é a relevância da interação de empresas e atores externos no desenvolvimento de novos produtos, processos ou formas organizacionais. Em especial, para as empresas ecoinovadoras essa transmissão de conhecimentos é particularmente importante.

Como destacado ao longo do texto, o desenvolvimento das ecoinovações implica num conjunto bastante amplo de mudanças organizacionais e institucionais, pois os conhecimentos requeridos para concretizá-las vão além daqueles de domínio tecnológico. O desenvolvimento de “eco-produtos” ou “eco-processos” demanda de uma vasta gama de conhecimentos, desde especificidades de materiais (composição físico-química) até aspectos normativos (leis e regulamentos ambientais). Portanto, as empresas que se dispõem a ecoinnovar necessitam de uma gama de conhecimentos adicionais, os quais normalmente estão dispersos num conjunto de fontes externas de conhecimento (GHISSETTI; MARZUCCHI; MONTRESOR, 2015). A interação das empresas com outros atores no desenvolvimento de inovações com efeitos mais permanentes e duradouros de proteção ambiental é central. Na maior parte dos casos, isso ocorre quando a empresa se encontra no segundo ou terceiro estágio de ecoinovação (CARRILLO-HERMOSILLA; DEL RÍO; KÖNNÖLÄ, 2009), quando a eficiência ecológica e as possibilidades de gerar efeitos positivos ao meio ambiente são os principais motivos para inovar. É justamente nesses estágios que se ampliam as chances de desenvolver inovações com maior inovatividade.

Embora o tema das ecoinovações não seja algo novo, o contexto das empresas em países em países semiperiféricos como o Brasil é algo ainda pouco explorado, especialmente em relação a relevância das fontes de conhecimento, algo fulcral para estas empresas. A fim de contribuir para essa discussão, o presente estudo privilegiou dois objetivos. O primeiro foi avaliar se para as empresas ecoinovadoras brasileiras as fontes externas de conhecimento seriam mais relevantes em comparação às demais inovadoras. O segundo foi investigar se esse maior apreço e interesse proporcionaria impactos no seu desempenho inovativo.

A principal motivação para examinar ambos os aspectos foi realçar o importante papel da colaboração e do acesso ao conhecimento externo para melhorar o desempenho econômico e ambiental, e, então, ampliar as vantagens competitivas das empresas ecoinovadoras. No caso das pequenas e médias empresas (PME) as fontes de conhecimento externo são cruciais para contrabalançar a maior dificuldade que estas enfrentam para financiar as atividades de P&D interna, especialmente para as inovações ambientais (ARFI; HIKKEROVA; SAHUT, 2018). Análogo ao que ocorre nas inovações usuais, as estratégias de interação são capazes de diminuir os custos de P&D, amenizar os riscos e as incertezas que os processos de ecoinovação geram, e reconhecer novas oportunidades de negócios. Essa sinergia também permite que as empresas respondam de forma mais adequada e rápida às exigências legais de proteção ambiental (CHISTOV; ARAMBURU; CARRILLO-HERMOSILLA, 2021).

Os resultados do estudo foram pertinentes. Ao diferenciar os dois grupos de empresa, foi possível estabelecer um panorama sobre a relevância das fontes de conhecimento para as empresas brasileiras. Em particular, a análise do perfil comparativo das empresas revelou que as ecoinovadoras são de fato mais sensíveis às fontes de conhecimento, especialmente as externas. Praticamente em todos os modos examinados – atividades de inovação, relações de cooperação geral e por objeto, fontes de informação e principal responsável pela inovação – as empresas ecoinovadoras manifestaram maior importância às interações em comparação as demais inovadoras. No que concerne às medidas de correlação entre as taxas de inovação e as ações de interação externa, o principal elemento a sublinhar é que nas empresas ecoinovadoras as práticas interações parecem ser mais favoráveis à criação de inovações de produto e processo de maior impacto, quando comparadas com às demais inovadoras.

O fomento e incentivo de políticas de inovação, não somente no aspecto ambiental, é capaz de reforçar os impactos positivos referentes aos *spillovers* gerados, conforme observado nos resultados.

Nessa linha, Noaily e Shestalova (2017) analisaram os efeitos dos transbordamentos de conhecimento das inovações do setor energético intra e intersetores não relacionados a geração de energia. O estudo foi feito com base em patentes aplicadas na Europa, EUA e Japão, em que campos do setor energético, como solar, eólico, biomassas e afins, tendem a gerar *spillovers*. Os resultados apontaram que as patentes eólicas, solares e de armazenamento são frequentemente citadas por outras patentes, demonstrando que são importantes para a inovação em geral. Ademais, cerca de 60% das citações de patentes são representadas pelo mesmo campo de conhecimento, indicando um forte transbordamento tecnológico intersetor. Ainda que os setores relacionados à energia solar e de armazenamento tenham apresentado um baixo transbordamento tecnológico em outros setores de energia, eles mostraram um alto transbordamento em outros setores não energéticos (transbordamento intrasector) (NOAILY; SHESTALOVA, 2017).

Em suma, a elaboração dessa análise mais pontual sobre as ecoinovações e as conexões de acesso ao conhecimento externo realçou alguns aspectos acerca da transição sustentável em curso. Obviamente, a robustez e o ritmo das ações para avançar na direção de um modelo de desenvolvimento sustentável variam imensamente entre os países. No caso do Brasil, o país possui um sistema nacional de inovação, medianamente articulado, que é capaz de desenvolver ecoinovações, por exemplo, em áreas prioritárias como nas infraestruturas de saneamento, de transportes e de mobilidade urbana. Não obstante, alguns elementos merecem muita atenção como o fortalecimento das instituições de proteção ambiental, pois elas são fundamentais para garantir a sustentabilidade ambiental e induzir as ecoinovações.

Finalmente, é importante ponderar algumas limitações do estudo, as quais também abrem a possibilidade para novas análises. A principal delas diz respeito à base de dados. Além do problema mais comum associado ao uso de *surveys* como a Pintec (o da autodeclaração), o acesso aos dados por meio de tabulação especial não permitiu que fosse possível aplicar métodos quantitativos mais robustos (modelos de regressão) devido ao número insuficiente de observações. Logo, em uma pesquisa futura, seria interessante explorar a Pintec a partir de microdados. Outra limitação da Pintec, é que – embora o *survey* contemple vários elementos caracterizadores e explicativos das inovações – não há ainda um bloco de questões específicas de inovação aberta. Isso faz com que alguns aspectos sobre o acesso e a aplicação do conhecimento fiquem ainda opacos (como as noções de *exploration* e *exploitation*). Exatamente sobre esse ponto, as alterações da 4ª Edição do Manual de Oslo (OCDE, 2018) preveem novas informações, permitindo, por exemplo, analisar a interação entre inovação social e ecoinovação (KOELLER, *et.al*, 2020), bem como as práticas de inovação aberta (BRITTO, 2021). Apesar das mudanças romperem com a série histórica, espera-se que as novas informações, baseadas nessa última edição do manual, tragam mais luz à compreensão das ecoinovações. Em especial, a temática da ecoinovação aberta é um enfoque muito pertinente. A ideia de inovação aberta se acopla muito bem às necessidades e particularidades das ecoinovações, nomeadamente a relevância dos canais externos de interação para acessar as mais diversas fontes de conhecimento. De acordo com um recente estudo bibliométrico, apesar da pertinência dessa ligação, a ecoinovação aberta (*open eco-innovation*) é ainda uma temática pouco explorada pela academia (CHISTOV; ARAMBURU; CARRILLO-HERMOSILLA, 2021), evidenciando um tópico muito interessante para futuras pesquisas.

Referências bibliográficas

- ARFI, W.; HIKKEROVA, L.; SAHUT, JM. External knowledge sources, green innovations and performance. **Technological Forecasting & Social Change**, v. 129, 210-220, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.09.017>. Acesso em: 4 abr. 2022.
- ARUNDEL, A.; KEMP, R. **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.
- BELL, M.; PAVITT, K. Technological Accumulation and Industrial Growth: Contrasts Between Developed and Developing Countries. **Industrial and Corporate Change**, v. 2, n. 2, 157-210, 1993. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/icc/2.2.157>. Acesso em: 20 jun. 2013.
- BRITTO, J. Cooperação para a inovação. In: RAPINI, M., RUFFONI, J., SILVA, L., ALBUQUERQUE, E. (Eds.). **Economia da ciência, tecnologia e inovação: fundamentos teóricos e a economia global**.

- 2ª Ed., Belo Horizonte, FACE-UFMG, pp. 206-231, 2021. Disponível em: <https://cedeplar.ufmg.br/wp-content/uploads/2021/03/Economia-da-ciencia-tecnologia-e-inovacao-fundamentos-teoricos-e-a-economia-global.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2021.
- CAINELLI, G.; DE MARCHI, V.; GRANDINETTI, R. Does the development of environmental innovation require different resources? Evidence from Spanish manufacturing firms. **Journal of Cleaner Production**, v. 94, n. 1, p. 211–220, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.02.008>. Acesso em: 14 jan. 2020
- CAINELLI, G.; MAZZANTI, M.; MONTRESOR, S. Environmental Innovations, Local Networks and Internationalization. **Industry and Innovation**, v. 19, n. 8, p. 697-734, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/13662716.2012.739782>. Acesso em: 14 jan. 2020.
- CARRILLO-HERMOSILLA, J.; DEL RÍO, P.; KÖNNÖLÄ, T. 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, J.; DEL RÍO, P.; KÖNNÖLÄ, T. **Eco-innovation: when sustainability and competitiveness shake hands**. London: Palgrave Macmillan, 2009.
- CHISTOV, V.; ARAMBURU, N.; CARRILLO-HERMOSILLA, J. Open eco-innovation: a bibliometric review of emerging research. **Journal of Cleaner Production**, v. 311, 127627, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127627>. Acesso em: 14 out. 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.
- DE MARCHI, V. Environmental innovation and R&D cooperation: Empirical evidence from Spanish manufacturing firms. **Research Policy**, v. 41, p. 614-623, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.respol.2011.10.002>. Acesso: 10 maio 2017.
- DE MARCHI, V.; GRANDINETTI, R. Knowledge Strategies for Environmental Innovations: The Case of Italian Manufacturing Firms. **Journal of Knowledge Management**, v. 17, n. 4, p. 569-582, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/JKM-03-2013-0121>. Acesso em: 23 nov. 2020
- DEL RÍO, P. 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, P.; PEÑASCO, C.; ROMERO-JORDÁN, D. 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, P.; PEÑASCO, C.; ROMERO-JORDÁN, D. What drives eco-innovators? A critical review of the empirical literature based on econometric methods. **Journal of Cleaner Production**, v.112, p.2158-2170, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/bse.1822>. Acesso em: 7 dez. 2020.
- DÍAZ-GARCÍA, C.; GONZÁLEZ-MORENO, A.; SÁEZ-MARTÍNEZ, F. J. Eco-innovation: insights from a literature review. **Innovation: Organization & Management**, v. 17, n. 1, p. 6-23, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/14479338.2015.1011060>. Acesso em: 23 abr. 2019
- GHISETTI, C.; MARZUCCHI, A.; MONTRESOR, S. The open eco-innovation mode: an empirical investigation of eleven European countries. **Research Policy**, v. 44, p.1080-1093, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.respol.2014.12.001>. Acesso em: 26 jun. 2019.
- GHISETTI, C.; PONTONI, F. 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.
- HÁJEK, P; STEJSKAL, J. R&D Cooperation and Knowledge Spillover Effects for Sustainable Business Innovation in the Chemical Industry. **Sustainability**, v.10, 1064, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su10041064>. Acesso em: 17 set. 2019.

- HORBACH, J. 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, J. Determinants of environmental innovation—new evidence from German panel data sources. **Research Policy**, n. 37, v. 1, 163–173, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.respol.2007.08.006>. Acesso em: 14 jan. 2019.
- HORBACH, J.; RAMMER, C.; RENNINGS, K. 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.
- HORBACH, J.; OLTRA, V.; BELIN, J. Determinants and Specificities of Eco-innovations Compared to Other Innovations — An Econometric Analysis for the French and German Industry Based on the Community Innovation Survey. **Industry and Innovation**, v. 20, n. 6, 523-543, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/13662716.2013.833375>. Acesso em: 27 abr. 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: Tabulações Especiais**. Rio de Janeiro, 2020b.
- KEMP, R. Eco-innovation: Definition, Measurement and Open Research Issues. **Economia Política**, v. 27, n. 3, p. 397-420, 2010. Disponível em: <https://www.rivisteweb.it/doi/10.1428/33131>. Acesso em: 17 out. 2019.
- KEMP, R., ARUNDEL, A., RAMMER, C., MIEDZINSKI, M., TAIPA, C., BARBIERI, N., *et al.*. **Maastricht Manual on Measuring Eco-Innovation for a Green Economy**. Maastricht, The Netherlands: Innovation for sustainable development network, 2019. Disponível em: <https://www.inno4sd.net/uploads/originals/1/inno4sd-pub-mgd-02-2019-fnl-maastrich-manual-ecoinnovation.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2021.
- KEMP, R.; 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
- KESIDOU, E.; DEMIREL, P. 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.
- KOELLER, P.; MIRANDA, P.; LUSTOSA, M.; PODCAMENI, M. **EcoInovação: Revisitando o Conceito**. Texto para Discussão 2556. IPEA: Rio de Janeiro, Brasil, 2020, p. 60. Disponível em: http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/9960/1/td_2556.pdf. Acesso em: 22 out. 2020.
- LEITÃO, J; PEREIRA, D.; BRITO, S. Inbound and Outbound Practices of Open Innovation and Eco-Innovation: Contrasting Bioeconomy and Non-Bioeconomy Firms. **Journal of Open Innovation**, v. 6, 145, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/joitmc6040145>. Acesso em: 18 set. 2021.
- MAZON, M. T., DE AZEVEDO, A. M. M., PEREIRA, N. M., SILVEIRA, M. M. Does environmental regulation foster the diffusion of collaborative innovations? A study on electronics waste regulation on Brazil. **Procedia-Social and Behavioral Sciences**, v. 52, p. 259-268, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.09.463>.
- MAZUR, C., CONTESTABILE, M., OFFER, G. J., BRANDON, N. P. Understanding the drivers of fleet emission reduction activities of the German car manufacturers. **Environmental Innovation and Societal Transitions**, v. 16, 3-21, 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2210422415000477> Acesso em: 18 dez. 2022.
- MOTHE, C, NGUYEN-THI, U. T. Persistent openness and environmental innovation: An empirical analysis of French manufacturing firms. **Journal of Cleaner Production**, v. 162, S59-S69, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.063>. Acesso em: 16 mar. 2020.

NOAILLY, J., SHESTALOVA, V. Knowledge spillovers from renewable energy technologies: Lessons from patent citations. **Environmental Innovation and Societal Transitions**. v. 22, 1-14, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.eist.2016.07.004>. Acesso em: 20 mar. 2018.

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.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). **Oslo Manual: guidelines for collecting and interpreting innovation data**. (4th ed.). OECD Publishing, 166 p., 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1787/9789264304604-en>. Acesso em: 16 jan. 2021.

PAN, M., ZHOU, Y., ZHOU, D. K. Comparing the innovation strategies of Chinese and European wind turbine firms through a patent lens. **Environmental Innovation and Societal Transitions**. v. 30, 6-18, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.eist.2017.12.003>. Acesso: 14 abr. 2021.

PEREIRA, R.M., MACLENNAN, M.L.F.; TIAGO, E. F. Interorganizational cooperation and eco-innovation: a literature review. **International Journal of Innovation Science**, v.12, n. 5, p. 477-493, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/IJIS-01-2020-0008>. Acesso em: 7 maio 2021.

PICHLAK, M.; SZROMEK, R. Eco-Innovation, Sustainability and Business Model Innovation by Open Innovation Dynamics. **Journal of Open Innovation**, v. 7, 149, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/joitmc7020149>. Acesso em: 11 dez. 2021.

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.; PODCAMENI, 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.

RENNINGS, K. 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: 14 abr. 2019.

SOLIS-NAVARRETE, J.; BUCIO-MENDONZA, S.; PANEQUE-GÁLVEZ, J. What is not social innovation. **Technological Forecasting & Social Change**, 173, 121190, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.121190>. Acesso em: 28 jun. 2022.

SOUTO, J. E.; RODRIGUEZ, A. The problems of environmentally involved firms: innovation obstacles and essential issues in the achievement of environmental innovation. **Journal of Cleaner Production**, v. 101, p. 49-58, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.04.017>. Acesso em: 20 maio 2017.

SPEROTTO, F. Q.; TARTARUGA, I.G.P. Transición tecnológica, sustentabilidad y ecoinnovación: el caso de las empresas brasileñas. **Innovar**, v. 32, n. 83, p. 87-104, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.15446/innovar.v32n83.99893>. Acesso em 15 abr. 2022.

SUZIGAN, W.; GARCIA, R.; FEITOSA, P. H. Institutions and industrial policy in Brazil after two decades: have we built the needed institutions? **Economics of Innovation and New Technology**, v. 29, n. 7, 799-813, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/10438599.2020.1719629>. Acesso em: 9 jul. 2022.

TRIGUERO, A.; CUERVA, M.C.; ÁLVAREZ-ALEDO, C. Environmental Innovation and Employment: Drivers and Synergies. **Sustainability**, v. 9, n. 11, 2057, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su9112057>. Acesso em: 23 maio de 2020.

TRIGUERO, A.; MORENO-MONDÉJAR, L.; DAVIA, M. A. Drivers of different types of eco-innovation in European SMEs. **Ecological Economics**, v. 92, p.25-33, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2013.04.009>. Acesso em: 16 abr. 2019.

TÜRKELI, S.; KEMP, R. 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.