



VIII ENEI
Encontro Nacional de
Economia Industrial e
Inovação

POLÍTICA INDUSTRIAL E
ECONOMIA DO CONHECIMENTO:
NOVAS ESTRATÉGIAS DE
DESENVOLVIMENTO PARA O BRASIL

20 a 23 de Maio de 2024



Ecoinoações e indústria de transformação brasileira: uma análise a partir dos dados da PINTEC 2017

Débora Aparecida Carrer*;
Elaine Aparecida Fernandes**.

Resumo: A inovação aparece no objetivo 9, dentre os 17 do desenvolvimento sustentável. A intenção é fomentar tecnologias mais limpas, menos poluentes, infraestrutura verde e maior eficiência no uso de recursos naturais. A ideia de tornar os processos produtivos mais limpos do ponto de vista ambiental motivou o presente estudo que tem como objetivo principal analisar os fatores que afetam as ecoinoações para a indústria brasileira de transformação, no período de 2015 a 2017. Para isso, foi estimado um modelo logit com o objetivo de analisar o efeito de determinantes como pessoal ocupado, investimento direto estrangeiro, fonte de informação interna e externa, regiões, gestão ambiental, capacidade tecnológica e apoio do governo na probabilidade de ecoinnovar. Os resultados mostraram, como esperado, que as variáveis: intensidade de pesquisa e desenvolvimento, pessoal ocupado, investimento direto estrangeiro, fonte de informação interna e externa, as regiões Centro-Oeste e Norte, apoio do governo e gestão ambiental foram significativas e apresentaram relação positiva com a ecoinoação. Enquanto as variáveis: capacidade tecnológica, regiões Nordeste e Sudeste não foram estatisticamente significativas. Em adição, observou-se que as heterogeneidades setoriais não foram importantes na probabilidade das empresas ecoinnovarem, já que o valor do ICC foi baixo e o modelo multinível não foi necessário. Conclui-se que a adoção de ecoinoações depende, principalmente, de características das firmas. Assim, investimento em pesquisa e desenvolvimento, ações governamentais que apoiem as firmas, maior relação das empresas com instituições de pesquisa e ensino e instrumentos regulatórios que incentivem as empresas a se tornarem mais ecoeficientes são determinantes importantes que favorecem a ecoinoação.

Palavras-chave: Ecoinoação; Indústria de transformação; Pintec.

Código JEL: Q55, O39

Área Temática: 7.2 Ecoinoações

Eco-innovations and the Brazilian manufacturing industry: an analysis based on data from PINTEC 2017

Abstract: Innovation appears in objective 9, among the 17 of sustainable development. The intention is to promote cleaner, less polluting technologies, green infrastructure and greater efficiency in the use

of natural resources. The idea of making production processes cleaner from an environmental point of view motivated the present study, whose main objective is to analyze the factors that affect eco-innovations for the Brazilian manufacturing industry, in the period from 2015 to 2017. To this end, an estimated logit model with the objective of analyzing the effect of determinants such as employed persons, foreign direct investment, internal and external information source, regions, environmental management, technological capacity and government support on the probability of eco-innovation. The results showed, as expected, that the variables: research and development intensity, employed personnel, foreign direct investment, source of internal and external information, the Central-West and North regions, government support and environmental management were significant and showed a relationship positively with eco-innovation. While the variables: technological capacity, Northeast and Southeast regions were not statistically significant. In addition, it was observed that sectoral heterogeneities were not important in the likelihood of companies eco-innovating, since the ICC value was low and the multilevel model was not necessary. It is concluded that the adoption of eco-innovations depends mainly on firm characteristics. Thus, investment in research and development, government actions that support companies, greater relationships between companies and research and teaching institutions and regulatory instruments that encourage companies to become more eco-efficient are important determinants that favor eco-innovation.

Keywords: Eco-innovation; Transformation industry; Pintec.

* Doutorando em Economia aplicada, Esalq- USP. E-mail: debora.carrer@usp.br

** Dra. Professora Associada da Universidade Federal de Viçosa E-mail: eafernandes@ufv.br

1. Introdução

O conceito de Desenvolvimento Sustentável, de acordo com o relatório de Brundtland, de 1987, norteou países e processos produtivos para práticas mais limpas. Isso ocorreu devido a emergência na redução dos desgastes ambientais causados ao longo dos anos. A ‘onda verde’, que contempla soluções ambientais, impele que as empresas agreguem valores aos seus produtos frente à pressão competitiva por adesão de processos ecoeficientes. Assim sendo, a internalização da responsabilidade socioambiental deu às empresas uma nova estratégia para captação de investimentos nas áreas ambientais.

A sustentabilidade nas atividades de produção tende a minorar o uso de recursos materiais e energéticos, o que é entendido como avanços tecnológicos que, por regulamentações ou incentivos econômicos, influenciam as firmas nas iniciativas de inovações ambientais com foco na sustentabilidade. O objetivo no aumento da eficiência dos recursos e da energia está diretamente relacionado à criação de ecoinovações. Isso pode ser observado por meio de processos, técnicas, produtos novos ou modificados, que cooperam para a sustentabilidade do meio ambiente (Hoff; Avellar; Andrade, 2016).

A agenda ambiental emergente, focada nas mudanças climáticas e emissões de gases poluentes, fez aumentar o interesse de propostas verdes nas indústrias. Andersen (2008) discorre sobre o problema ambiental nas corporações, que deu início ao aparecimento de mercados verdes. Com isso, um movimento paralelo passou a incentivar inovações com atenção voltada às questões relacionadas ao meio ambiente, isto é, estímulo para a criação de tecnologias direcionadas para resoluções dos desgastes ambientais. O ato do esverdeamento empresarial aparece como uma estratégia positiva de mercado, podendo tornar os produtos diferenciados e com maior valor agregado (Andersen, 2008).

Segundo o Caderno de Tecnologia do Instituto Nacional de Tecnologia (INT), as tecnologias têm um papel fundamental na mitigação dos impactos no clima, fortalecendo o Desenvolvimento Sustentável, gerando emprego e renda. Com isso, torna-se imprescindível o uso dessas com foco ambiental para eventuais mudanças no clima e reduções de emissões de gases poluentes. Ademais, o texto destaca que na Agenda 21 as tecnologias voltadas aos problemas ambientais lidam com os recursos de forma mais sustentável e menos poluente, inclusive auxiliam no processo de reciclagem e tratamento dos resíduos gerados (Instituto Nacional de Tecnologia, 2009).

Atualmente, a Agenda mais recente é a de 2030, definida no Acordo de Paris. Dentre os 17 objetivos para o desenvolvimento sustentável, a inovação aparece no objetivo 9 (Indústria, inovação e infraestrutura), com o propósito de fomentar tecnologias mais limpas, menos poluentes, infraestrutura verde e maior eficiência no uso de recursos naturais. Nesse sentido, Carvalho (2022) aponta que a indústria, principalmente a de transformação, se destaca no desenvolvimento desses tipos de tecnologias, criando inovações que se propagam pelo setor, haja vista que sendo um setor de produção final, a urgência na redução do seu desgaste ambiental afeta toda a sociedade.

A indústria de transformação brasileira é constituída por três setores: bens de capital, intermediário e de consumo, juntos são responsáveis por 62,5% dos investimentos empresariais em pesquisa e desenvolvimento do país, assim como representa 12,9% da composição do PIB (Produto Interno Bruto). Realiza a transformação de matéria prima em produto intermediário ou final. Principais setores que formam essa indústria provem de produção agrícola, mineração, pesca, extração florestal e produtos de demais atividades industriais (Portal da indústria, c2023).

Diante desse contexto, o presente estudo busca responder às seguintes perguntas: as empresas da indústria de transformação têm feito inovações voltadas ao meio ambiente? Como questões relacionadas às características das firmas e do setor vêm afetando esse tipo de inovação? As respostas a estas perguntas podem ajudar os setores públicos e privados na condução de suas ações em termos de políticas públicas e estratégias empresariais mais eficientes, voltadas para o incentivo e desenvolvimento das ecoinovações do setor. Nesse sentido, o estudo da temática pode possibilitar o entendimento, a análise e a contraposição de propostas ambientais, ações e produtos voltados para a melhoria ambiental por parte dos tomadores de decisão. Além disso, a identificação das barreiras à ecoinovação, propiciando a criação de políticas e condições para a facilitação das atividades, e a permissão para que as empresas explorem o crescimento de esforços nas áreas a serem ecoinovadas,

conforme a averiguação dos benefícios, também são possibilidades interessantes que o presente estudo pode incentivar.

Enquanto alguns trabalhos internacionais foram imprescindíveis para a síntese do tema inovação, como sua variação ecoinovação, também como aprofundamento do estudo sobre os principais determinantes. São estes: Andersen (2008), Angelo (2012) e Arundel e Kemp (2009). Os trabalhos nacionais mostram que regulações ambientais, pressões de entidades socioambientais, financiamento do governo e aspectos regionais estão entre os fatores que mais afetam a adoção de tecnologias voltadas para o meio ambiente. A título de exemplo, cita-se o artigo de Ervilha, Vieira e Fernandes (2019) que também faz uma análise da ecoinovação para a indústria de transformação brasileira e foi utilizado como base para o presente estudo. Os autores utilizaram um logit ordenado multinível e os dados da PINTEC de 2014. A proxy de ecoinovação usada foi construída com base em duas questões da PINTEC. A primeira delas se refere ao impacto da inovação sobre o meio ambiente e a segunda tratou-se do uso de novas técnicas de gestão ambiental para tratamento de efluentes, redução de resíduos, de CO₂ e demais.

Apesar da existência de trabalhos internacionais e nacionais que estudam a ecoinovação, a temática ainda necessita de discussão e precisa ser explorada e compreendida. Nesse sentido, este trabalho contribui para a literatura existente ao identificar a relação da inovação em processos produtivos como forma de garantir um desenvolvimento industrial sustentável. Diferentemente do trabalho de Ervilha, Vieira e Fernandes (2019), constrói-se um indicador de ecoinovação que se refere a empresas que fizeram inovações ambientais que não existiam no mercado nacional. Além disso, o indicador baseou-se em questões da PINTEC de 2017 que se referem a importância da realização de inovações que permitam redução de impacto sobre o meio ambiente, levando-se em consideração aspectos como ‘substituição de matérias-primas tradicionais por outras menos contaminantes; substituição de energia provenientes de combustíveis fósseis por fontes de energia renovável; redução da contaminação do solo, água, ar; reciclagem de resíduos e águas residuais; e redução da pegada de CO₂’.

Por hipótese, espera-se que o tamanho da empresa e a capacidade tecnológica se correlacionem positivamente com a propensão a ecoinnovar. Da mesma forma, espera-se que as empresas que mais inovam são também aquelas que apresentam maior capital estrangeiro, intensidade tecnológica, maior informação e apoio do governo.

O texto está estruturado em três seções, fora a introdução e considerações finais. Assim esta introdução apresentou os objetivos gerais do estudo, problema de pesquisa, destacou-se a metodologia escolhida, a relevância do trabalho e as demais hipóteses. Na seção dois, intitulado como Referencial Teórico, aborda os conceitos de inovação e ecoinovação, baseados nos principais autores da literatura nacional e internacional. Na seção três, apresenta a metodologia utilizada no trabalho, fonte de dados e as descrições das variáveis utilizadas na análise empírica.

2. Referencial Teórico

O processo evolutivo do sistema capitalista enfatiza o papel das inovações. Segundo Schumpeter (1985), a presença de novas combinações de produto e/ou processo alteram as demandas dos consumidores. Dada as preferências exógenas ao modelo, primeiramente, observa-se o investimento do setor privado em inovação, para posteriormente serem percebidas mudanças no comportamento dos consumidores. De fato, “é o produtor que, via de regra, inicia a mudança econômica, e os consumidores são educados por ele, se necessário; são, por assim dizer, ensinados a querer coisas novas” (Schumpeter, 1985, p 48).

As inovações fazem parte da natureza do sistema competitivo, dão continuidade ao movimento de ciclos econômicos e suportam o aparecimento de booms na economia, alterando os custos e receitas das empresas. A inserção de um novo produto varia “[...] radicalmente a estrutura dos preços existentes” (Schumpeter, 1894, p. 120). Esta ideia está de acordo com os princípios da teoria austríaca sobre sistemas de inovações, que sugerem que estas são dinâmicas e fazem parte do processo natural da

atividade econômica (Lewis, 2021).

Schumpeter, em ‘A Teoria do Desenvolvimento Econômico’ de 1985, discorre que o desenvolvimento é um fenômeno que se distancia da tendência ao equilíbrio e ocorre quando as novas combinações de produto ou processo aparecem espontaneamente e sem uma continuidade. Ademais, o autor lista cinco situações em que as inovações sustentam o desenvolvimento: inserção de um novo bem, de um novo método de produção, abertura de um novo mercado, nova matriz de matéria-prima ou uma nova organização industrial (Schumpeter, 1985).

Assim, o conceito de destruição criativa criado por Schumpeter demonstra o caráter revolucionário natural do desenvolvimento. Segundo o autor, “o processo capitalista não apenas destrói sua própria moldura institucional, mas cria também as condições para outra” (Schumpeter, 1961, p. 203). Dessa forma, o capitalismo aparece como processo evolutivo natural onde novos processos são criados a partir da destruição dos anteriores, logo, entende-se que o sistema econômico altera-se regularmente (Carvalho, 2022).

Em meados dos anos de 1980, Freeman e Perez diferenciaram diversas taxonomias de mudanças tecnológicas, tais como inovações progressivas ou incrementais, inovações radicais, novos sistemas tecnológicos e paradigma tecnoeconômico, que incorpora o conceito de destruição criativa (Freeman; Perez, 1988).

A inovação incremental acontece predominantemente nos setores industriais e de serviços, representando inovações frequentes que impulsionam o crescimento da produtividade. As inovações radicais estão vinculadas a pesquisas e desenvolvimentos (P&D), responsáveis pela abertura de novos mercados e booms de investimentos. Em seguida, tem-se os novos sistemas tecnológicos que são junções das inovações incrementais e radicais, adicionando as organizacionais e gerenciais. Por fim, define-se paradigma tecnoeconômico, que são mudanças tecnológicas relacionadas a geração de novas combinações tecnológicas, nova prática de produção, novo produto, novas inovações incrementais e radicais, novos padrões de investimentos, novas oportunidades geradas pelo novo paradigma (Freeman; Perez, 1988).

Se o mercado opera em processo evolutivo, pode-se afirmar que as firmas estão com conhecimento e capacidade de crescer eliminando possíveis rivais de mercado. Alguns comportamentos podem conferir vantagens competitivas, sobretudo quando a inovação ocorre por meio de processos dinâmicos e evolutivos. Essa abordagem, apesar de divergir da teoria neoclássica, se torna indispensável na difusão inovativa. Com isso, a inovação deixa de ser vista apenas como uma reação a falhas de mercado. Ademais, poder de mercado e informação assimétrica garantem o retorno positivo dos investimentos em inovação e acessos privilegiados a informação (Lewis, 2021).

Assim, o objetivo das empresas em inovar se relaciona ao aumento de demanda e redução de custos. A inovação reforça a vantagem competitiva diante do mercado, trazendo ganhos reais à firma. As melhorias no processo de produção originam novos produtos e novas formas organizacionais de produção que influenciam nos custos e ganhos. Desse modo, as empresas inovam para manter sua posição no mercado ou ganhar espaço em novos mercados. Portanto, a inovação é vista como uma estratégia para manter padrões mais altos no mercado (Manual de Oslo, 2006). O Manual de Oslo (2006) reforça a ideia de que a inovação não significa apenas mudanças tecnológicas, existem as mudanças organizacionais que são imprescindíveis para o processo. A inovação organizacional predispõe a inovação técnica a suportar as transformações do processo ou produto e impactam diretamente no funcionalismo da firma, na qualidade e no trabalho.

Por meio da inovação, novos conhecimentos são criados e difundidos, expandindo o potencial econômico para o desenvolvimento de novos produtos e novos métodos produtivos de operação. Esses melhoramentos dependem não apenas do conhecimento tecnológico, mas também de outras formas de conhecimento, que são usadas para desenvolver inovações de produto, processo, marketing e organizacionais (Manual de Oslo, 2006).

O documento destaca ainda que as inovações são processos incertos. A empresa que decide investir em inovação não tem dados certos sobre ganhos, investimentos em pesquisas, retornos, implementação, marketing e afins. O investimento pode ser fixo ou variável, e seu retorno pode ou não ultrapassar os gastos iniciais. As vantagens da inovação não são totalmente incorporadas pela empresa devido aos custos de desenvolvimento. A necessidade de conhecimentos novos ou de novas

combinações exige contrapartidas financeiras das empresas. Muitas vezes, os ganhos com a inovação podem ser para a manutenção da competitividade, melhora na qualidade do produto, redução de custos, além do aumento dos lucros (Manual de Oslo, 2006).

A inovação pode ser entendida como um conjunto de processos em que necessariamente existe um produto ou um processo novo ou com alguma melhoria. Pode ser uma mudança significativa ou uma sequência de mudanças incrementais como definido pelo Manual de Oslo (2006, p. 55):

Uma inovação é a implementação de um produto (bem ou serviço) novo ou significativamente melhorado, ou um processo, ou um novo método de marketing, ou um novo método organizacional nas práticas de negócios, na organização do local de trabalho ou nas relações externas.

No que se refere à classificação, as inovações podem ser de produto, processo, marketing e organizacional. Suas definições, de acordo com o Manual de Oslo (2006), estão apresentadas a seguir.

a) Inovação de produto: se refere a introdução de um bem ou serviço novo, ou mesmo uma melhoria que altere o uso do produto ou suas características. Tais mudanças podem ser em técnicas, componentes e materiais, softwares, mudança no uso ou características funcionais.

b) Inovação de processo: envolve a adição de um novo método de produção, distribuição ou melhorias consideráveis, podendo abranger técnicas, equipamentos e softwares. Os objetivos são diversos, desde redução de custos e melhoria de qualidade, até melhoria do método de distribuição, e do próprio produto. As inovações de processo também incluem inovações em tecnologias de informação e comunicação.

c) Inovação de marketing: diz respeito à implementação de novo método que altere a concepção do produto, embalagem, posicionamento do produto, fixação de preços ou promoção. As estratégias usadas têm como foco o consumidor e/ou aquisição de novos mercados, resultando no aumento das vendas. Estas técnicas podem ser usadas para produtos novos ou antigos desde que sejam distintas das técnicas usadas anteriormente pela empresa.

d) Inovação organizacional: se refere a novas técnicas nas organizações do local de trabalho (alteração no poder de decisão entre os próprios colaboradores), relações exteriores (novos métodos para organizar as relações e colaborações entre agentes) ou meios de negociações (alteração na rotina e procedimentos). O intuito é o aumento da produtividade e o desempenho empresarial.

Ademais, cabe mencionar que Schumpeter (1942) relata como o progresso tecnológico dos produtos é um processo natural de crescimento das indústrias e empresas. Além disso, textos do Instituto de Geografia e Estatística (2020a; 2020b) afirmam que a inovação tecnológica tem impacto na geração de resíduos. Isso ocorre devido a alteração do tempo de uso de alguns produtos. O progresso tecnológico substitui recursos, tornando-os melhores em qualidades ambientais. A otimização de um produto por meio de matérias-primas de maior rendimento, a criação de um produto complexo com mudanças na produção ou mesmo a oferta de um serviço com maior eficiência são exemplos do uso da inovação tecnológica (IBGE, 2020a). Dada a importância das inovações do ponto de vista ambiental, a próxima seção discute o conceito de ecoinovação

2.1 Ecoinovação

Apesar de os recursos naturais serem incluídos desde o início dos estudos sobre economia, somente após o século XX os desgastes ambientais aparecem como urgência. Isso ocorreu devido a crescente preocupação com o esgotamento dos recursos naturais, excesso de uso de pesticidas, emissões de gases de efeito estufa e mudanças climáticas (Carvalho, 2022).

O aumento de estudos sobre economia e meio ambiente estimulou a inclusão do Desenvolvimento Sustentável na agenda da economia mundial, com isso, as empresas estão deslocando suas pesquisas para as áreas de tecnologia e sustentabilidade. Segundo Andersen (2008), primeiramente a empresa deve ser vista como potência de inovação e não apenas como fonte de poluição. Assim, a tecnologia voltada para o meio ambiente, também conhecida como ecoinovação, representa o grau de integração do meio ambiente no processo econômico (Andersen, 2008).

Arundel e Kemp (2009) destacam os principais incentivos e barreiras para uma empresa ecoinnovar. As empresas ecoinnovam com o objetivo de entrar em novos mercados, reduzir custos, melhorar imagem empresarial, atender regulamentações e satisfazer as demandas dos consumidores. As ecoinovações são capazes de influenciar o uso de tecnologias, para as mais limpas e sustentáveis. No geral, os principais determinantes para ecoinnovar são: desenvolvimento tecnológico, fatores envolvendo a demanda e ambiente regulatório. Enquanto as principais barreiras se referem aos custos externos ambientais não internalizados no produto (o investimento em novas tecnologias ambientais ainda é pouco explorado); padrões e regulamentos (a legislação pode tanto esclarecer e incentivar inovações ambientais quanto causar o efeito oposto, desestimulando o setor); e, finalmente, a falta de robustez nas pesquisas da área, o que resulta na ausência de uma avaliação sólida dos riscos envolvidos no novo setor (a falta de conhecimento sobre o capital de risco e a baixa demanda de mercado, tanto no setor público quanto no privado) (Arundel; Kemp, 2009).

A discussão dos fatores que determinam ou impedem à ecoinovação também são discutidos por Pinsky e Kruglianskas (2017). Esses fatores incluem a tecnologia, que abrange aspectos como qualidade do produto, eficiência energética e utilização de materiais. Além disso, a demanda de mercado desempenha um papel crucial, representando a interação entre governo, empresas e consumidores que influencia a busca por ecoinovações. A pressão regulatória também é significativa, pois envolve regulamentações, acordos e convenções que exercem pressão para a adoção de práticas mais sustentáveis. Por fim, os fatores específicos da empresa, como recursos financeiros, investimentos em pesquisa e capacidade tecnológica, também são determinantes nesse contexto.

Além disso, para Pinsky e Kruglianskas (2017), a ecoinovação pode ser motivada pelas regulamentações e subsídios governamentais. A criação de inovações com custos mais baixos e com externalidades positivas ambientais é conquistada através de legislações mais rígidas e; novas exigências que impactam na competitividade empresarial. Devido às alterações ambientais que exigem altos investimentos por parte das empresas, as regulamentações em conjunto com os subsídios se mostram grandes incentivadores de ecoinovações, respaldando os riscos empresariais.

No que se refere à taxonomia, Andersen (2008) classifica cinco grupos de ecoinovação:

a) Ecoinovação aditivas: são produtos ou serviços que melhoram o meio ambiente sem necessariamente serem considerados ecologicamente corretos, como a reciclagem. Para Moura (2016), este tipo de ecoinovação geralmente se faz presente na produção, onde o foco é o controle dos recursos e dos resíduos gerados.

b) Ecoinovação integradas: se referem a melhoramento de produtos e serviços para se tornarem mais eficientes ambientalmente que seus similares. Pode ser uma mudança no processo produtivo, inovações que contribuam para soluções de problemas ambientais na organização da empresa. Tem como objetivo o aumento de produtividade e maior eficiência ambiental em relação aos concorrentes. Segundo Moura (2016), esta ecoinovação está mais presente no setor técnico, mas pode aparecer como organizacional.

c) Novo padrão tecnológico ou produtos alternativos: este processo implica em uma continuidade no melhoramento de produtos e serviços anteriores. Trata-se de uma abordagem radical que exige mudanças nos padrões de produção, como, por exemplo, a adoção de energias renováveis em substituição aos combustíveis fósseis. Este tipo de ecoinovação exige uma mudança nos padrões de consumo e produção. A mudança radical tem por objetivo definir uma solução para os novos produtos, e não somente melhorá-lo de forma que fique mais sustentável (Moura, 2016).

d) Nova estrutura de organização ou macro-organizacionais: Envolve uma nova forma de organização da sociedade visando a ecoeficiência. Isso implica em transformações na estrutura social e nos relacionamentos entre empresas e famílias. Essa ecoinovação, segundo Moura (2006), demanda uma colaboração entre empresas e esfera pública, já que são mudanças visando grande escala.

e) Ecoinovação de uso geral: o uso da tecnologia redefine o paradigma tecnológico. Dá atenção a tecnologias novas que possam impactar o uso geral, como biotecnologia e nanotecnologia é extremamente importante.

Até então, foram mencionados os principais motivos e barreiras a ecoinnovar, além de sua

taxonomia. Mas, o que é ecoinovação? A Comissão europeia a define como produção, assimilação ou exploração de produtos, processos de produções, serviços ou métodos de negócios que gerem resultados no ciclo de vida dos produtos. Essas melhorias visam à redução dos riscos ambientais, da poluição, entre outros impactos negativos no uso dos recursos. Ecoinovação abrange a criação ou implementação de algo novo ou aprimorado, entre processos, bens e serviços, marketing e estrutura organizacional que apresentem vantagens ambientais frente aos produtos padrões usados anteriormente (Arundel; Kemp, 2009).

O projeto de mensuração da ecoinovação pela Comissão Europeia traz outras classificações para o tema. A primeira delas é ‘tecnologias ambientais’ que se referem a tecnologias voltadas para: o controle de poluição e águas residuais; redução de poluição liberada ao meio ambiente; produções mais limpas e eficientes no uso dos recursos, gerenciamento de resíduos, monitoramento ambiental; e tecnologias verdes voltadas ao setor de energia, abastecimento de água e controle de ruídos (Arundel; Kemp, 2009).

Cabe mencionar que é possível mensurar a inovação a partir de trabalhos com P&D, apesar de estes subestimarem as pesquisas ocorridas em pequenas empresas pelo caráter informal das informações. Além disso, também há dificuldade de se analisar inovações organizacionais, institucionais e em marketing. Enfoque em ecoinovação no setor privado, as P&D podem ser ambientalmente motivadas ou relevantes para redução do uso de recursos ambientais pela empresa (Arundel; Kemp, 2009).

Ademais, os autores classificam a ecoinovação como: de processo, de produto, de organização, de comercialização, social e de fluxo de materiais (Rovira; Patiño; Schaper, 2017).

- Ecoinovação em processos: implementação de novo processo ou melhoria dos existentes com enfoque na redução do uso de recursos, mudanças técnicas e materiais.
- Ecoinovação de produto: se refere a aprimoramentos técnicos ou de uso que melhoram o bem ou serviço minimizando os impactos ambientais.
- Ecoinovações organizacionais: envolve a introdução ou melhoramento de métodos de organização e gestão que incorpore os aspectos ambientais.
- Ecoinovação de comercialização: são mudanças no design do produto, embalagem, distribuição e formas de posicionar a marca que alie às questões ambientais.
- Ecoinovações sociais: estão ligadas à ótica da oferta, e consistem em atender às novas demandas dos consumidores por produtos ambientalmente corretos, bem como na responsabilidade social da empresa em ofertar tais produtos.
- Ecoinovação de fluxo, tem por objetivo a redução da obsolescência dos produtos. Esse sistema se concentra no valor final do produto existente, aborda o ciclo de vida do produto e promove um sistema de fluxo circular de vida.

3. Metodologia

Nesta seção, apresenta-se a metodologia utilizada para alcançar os objetivos do estudo. Em primeiro lugar, expõe a fonte de dados e as variáveis utilizadas, em seguida, maiores explicações sobre o modelo estimado foram feitas.

3.1 Fonte de dados: Pintec e suas variáveis

Os dados utilizados no presente estudo foram obtidos junto à PINTEC de 2017 e foram analisadas 4908 empresas da indústria de transformação que compõem os 24 setores discriminados pela CNAE. Cabe destacar que a amostra selecionada corresponde às empresas com 10 ou mais pessoas ocupadas e que fizeram algum tipo de inovação voltada para o mercado nacional.

A PINTEC tem como propósito criar indicadores setoriais, nacionais e regionais que abranjam as práticas inovadoras nas empresas da indústria, além de indicadores nacionais que avaliem as atividades de inovação nas empresas nos setores de eletricidade e gás, bem como em serviços selecionados (IBGE, 2017).

Assim, a finalidade da PINTEC é entender como a inovação atua no desempenho da empresa, como os incentivos governamentais afetam seu direcionamento, quais obstáculos de implementação, se a inovação tem fundamento organizacional e de marketing ou de processo e produto, presença de tecnologia, e como foco principal desse trabalho, como a inovação se relaciona com a sustentabilidade e meio ambiente.

Como requisitos para compor a base de empresas estudadas pela PINTEC aponta-se que deve estar no Cadastro Central de Empresas (CEMPRE), estar entre as atividades de estudo divididas entre seções criada pela Classificação Nacional de Atividades (CNAE), estar no território nacional e ser uma entidade empresarial. Entre os focos estão: se a inovação ocorre em um período de três anos, variáveis quantitativas como gasto com pesquisa e desenvolvimento, exportações, mudança no produto entre outros. Amplamente utilizado na realização da PINTEC, o Manual de Oslo (2006) frisa que uma empresa inovadora é aquela que realizou uma inovação no período analisado, isso é, nos três anos anteriores à coleta dos dados.

As empresas ecoinovadoras foram estudadas a partir de cinco subgrupos de tipos de impactos ambientais proporcionados pelas atividades inovativas: impacto ao meio ambiente, consumo de água, de energia, matéria-prima e gestão ambiental. Assim como foram divididas em grupos de micro características da empresa, seu esforço inovativo, resultado inovativo e apropriabilidade, cooperação inovativa e distribuição regional (Hoff; Avellar; Andrade, 2016).

3.1 Modelo logit e logit multinível

Nesta subseção, foram explicados os motivos pelos quais optou-se, inicialmente, pela estimação do modelo logit multinível e, posteriormente, a estimação efetiva do modelo logit simples.

É consenso que a estimação de uma regressão linear tem o objetivo de entender o quanto uma variável dependente varia a partir da variação de uma ou mais variáveis explicativas. No entanto, em regressões lineares, a variável dependente possui valor contínuo e, com isso, este tipo de regressão não pode ser usado para a análise no presente estudo, já que a variável ecoinovação é qualitativa.

Neste caso, necessita-se de um modelo que calcule a probabilidade condicional de ecoinnovar assumir os valores 1 ou 0, conforme variações nas variáveis explicativas (X_i) que, neste estudo, são: tamanho da empresa, origem do capital, fonte de informação, capacidade tecnológica, apoio do governo, intensidade de pesquisa e desenvolvimento, região de localização da empresa, gestão ambiental, P&D setorial, concentração setorial e diferenciação setorial de produto. Para resolver esse problema, utilizou-se a regressão logística, conforme expressão (1).

$$P(ecoinovar_i = 1) = \frac{\exp(\beta_0 + \beta_1 X_i)}{1 + \exp(\beta_0 + \beta_1 X_i)} \quad (1)$$

em que $P(ecoinovar_i = 1)$ é a probabilidade condicional de $ecoinovar_i$ ser igual a 1 para o indivíduo i ; $\exp(\beta_0 + \beta_1 X_i)$ é a função exponencial de $\beta_0 + \beta_1 X_i$.

Para facilitar a interpretação da expressão (1), aplica-se a transformação logit para convertê-la em uma reta. Passa-se a prever o logit da probabilidade condicional de que $ecoinovar_i = 1$ sobre a probabilidade de que $ecoinovar_i = 0$. Isso é chamado de *log-odds* ou logit das probabilidades, conforme expressão (2).

$$\text{logit(odds)} = \beta_0 + \beta_1 X_1 \quad (2)$$

neste caso, uma variação de uma unidade em X_1 implica em uma variação de β_1 pontos percentuais na probabilidade de $ecoinovar_i = 1$. Entretanto, é importante salientar que, de acordo com Sommet e Morselli (2017), se as observações analisadas estiverem alocadas, de forma aleatória, em grupos com característica próprias, tem-se que atentar para: o fato do indivíduo i pertencer ao grupo j poder modificar a probabilidade de $ecoinovar_i = 1$; e o efeito de uma variável explicativa poder ser distinto entre grupos.

Diante do cenário supracitado, a regressão logística simples não será adequada. Isso acontece porque é violada a suposição de independência dos resíduos atrelada ao modelo linear. Nesses casos, é

utilizado o modelo logístico multinível.

Neste trabalho, foram adotados os determinantes da ecoinovação, conforme Ervilha, Vieira e Fernandes (2019). Os autores consideram, além das características individuais, as características dos setores em que as empresas estão alocadas. A depender do setor em que a empresa se encontra, ela pode ser mais ou menos incentivada a ecoinnovar. Assim sendo, este estudo é candidato à utilização da regressão logística multinível e dois níveis foram empregados na análise.

O primeiro nível se refere às características das empresas da indústria brasileira de transformação. As variáveis selecionadas foram tamanho da empresa, origem do capital, fonte de informação, capacidade tecnológica, apoio do governo, intensidade de pesquisa e desenvolvimento, região de localização da empresa e gestão ambiental. Para as variáveis de nível dois, CNAE a dois dígitos, foram selecionadas P&D setorial, concentração setorial e diferenciação setorial de produto.

Para se verificar, do ponto de vista estatístico, a necessidade da inclusão de variáveis de nível dois, o modelo nulo ou vazio, foi estimado, conforme expressão (3).

$$ecoinovar_{ij} = \beta_{00} + u_{0j} \quad (3)$$

em que $ecoinovar_{ij}$ é igual a 1 se o indivíduo i pertencente ao setor j , realizou no triênio 2015-2017 algum tipo de inovação e 0, caso contrário. Quanto maior for a variância de u_{0j} , maior será a variação das probabilidades logarítmicas de ecoinnovar de um setor para outro.

A partir da estimação do modelo nulo, calculou-se o coeficiente de correlação intraclasse (ICC) que varia de 0 a 1 e representa a proporção da variação entre os grupos no total da variação. Se o ICC for igual a 0, os resíduos são perfeitamente independentes, ou seja, as chances de $ecoinovar_i = 1$ não dependem dos grupos, então, a regressão logística simples deve ser utilizada. Caso o ICC seja exatamente 1, existe interdependência perfeita entre os resíduos. O requisito para a utilização do modelo logístico multinível é o ICC ser maior do que zero e mais próximo de 1 possível (Park; Lake, 2005; Kamruzzaman *et al.*, 2015). A expressão (4) ilustra o cálculo do ICC.

$$ICC = \frac{\sigma_u^2}{\sigma_u^2 + \frac{\pi^2}{3}} \quad (4)$$

Se for constatada a necessidade de se adicionar o nível dois, é utilizado o modelo logístico multinível, conforme expressão (5).

$$\begin{aligned} ecoinnovar_{ij} = & a_{00} + a_1 pessoal + a_2 capital + a_3 interna + a_4 externa + a_5 captec + a_6 gov \\ & + a_7 intpd + a_8 centrooeste + a_9 nordeste + a_{10} sudeste + a_{11} norte \\ & + a_{12} gestao + a_{13} pdset + a_{14} concentra + a_{15} difprod + u_{0j} \end{aligned}$$

em que *ecoinovar* são as inovações que levam em consideração a diminuição dos impactos ambientais pelas ações da empresa; *pessoal* é número total de trabalhadores e denota o tamanho da empresa; *capital* é uma variável que reflete a origem do capital controlador da empresa; *interna* é quando a empresa obtém informação referente à inovação por fontes internas à empresa; *externa* é quando a empresa obtém informação referente à inovação por fontes externas à empresa; *captec* é a capacidade tecnológica da empresa; *gov* é o apoio do governo às atividades inovativas; *intpd* é a intensidade de pesquisa e desenvolvimento da empresa; *centrooeste*, *nordeste*, *sudeste* e *norte* são *dummies* de região em relação à região Sul; *gestão* é uma variável que reflete como é feita a gestão ambiental na empresa; *pdset* é a intensidade tecnológica setorial; *concentra* é a concentração setorial; e *difprod* é a diferenciação setorial do produto.

4. Resultados e Discussão

Entre os anos de 2015-2017, as empresas inovadoras buscaram resultados positivos de suas atividades ao incluir o meio ambiente. A modalidade que apresentou maiores investimentos é a reciclagem de

resíduos. As águas residuais ou materiais para venda aparecem em 57,9% das empresas ecoinovadoras, destas empresas ecoinovadoras, 43,1% são provenientes do setor da indústria. O Gráfico 1 ilustra a percentagem de cada categoria que as empresas que inovaram em processos e produtos mais focaram (Agência de Notícias IBGE, 2020).

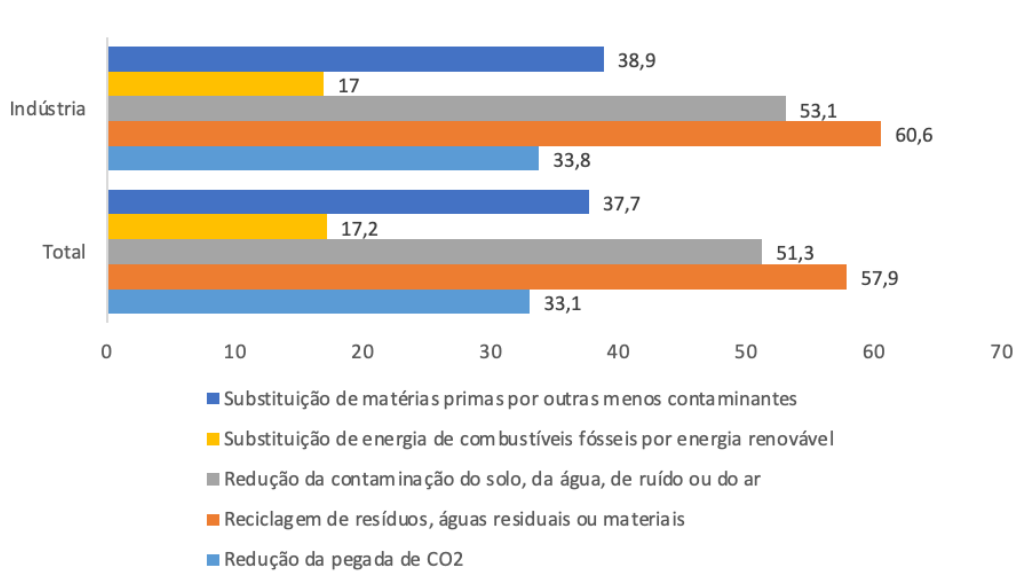


Gráfico 1 - Inovações ambientais implementadas pelas empresas inovadoras, por categoria de impacto ambiental, nos anos de 2015-2017

Fonte: elaboração própria com dados disponibilizados pela Agência de Notícias IBGE, 2020.

Na indústria de transformação, foram 34.396 empresas que realizaram inovações nos anos 2015-2017, destas, 14.796 empresas diminuíram seus impactos ambientais (Agência de Notícias IBGE, 2020). O Gráfico 2 destaca quantas empresas inovaram por categoria de impactos e qual o grau de relevância atribuído a cada uma delas. Percebe-se que em grande número, quatro das cinco categorias, ‘não relevante’ foi a maior resposta obtida quando perguntado as empresas sobre a importância das inovações em cada categoria.

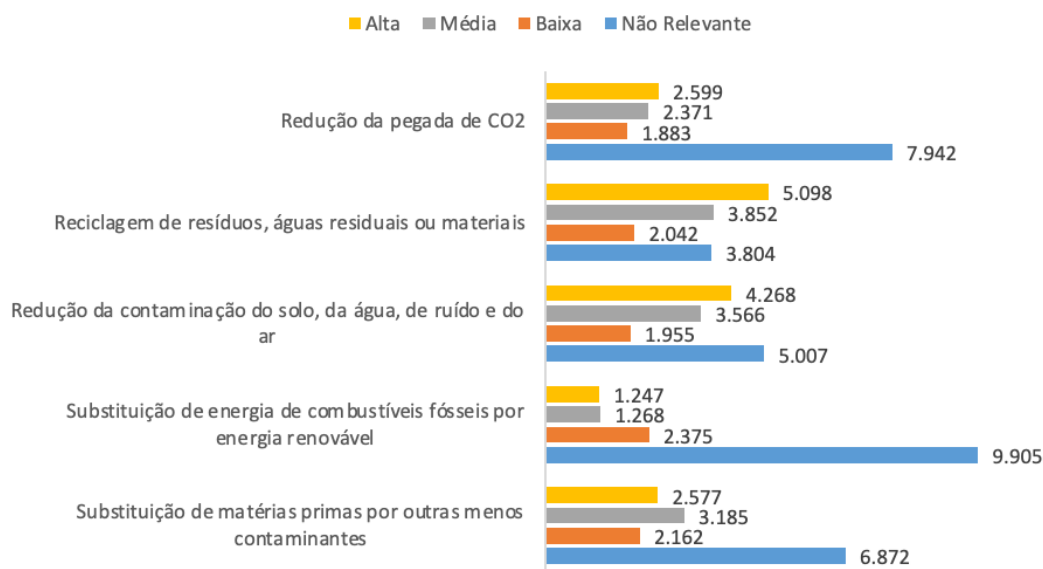


Gráfico 2 - Números de empresas da indústria de transformação que inovaram com impacto ambiental, por categoria e por relevância, nos anos 2015-2017

Fonte: elaboração própria através de dados do IBGE.

Miranda, Koeller e Lustosa (2023) apontam para uma redução generalizada de empresas na PINTEC 2017, houve uma reversão do crescimento de impacto para os tipos: redução do consumo de matérias-primas, redução do consumo de energia, redução do consumo de água, redução do impacto

ambiental.

Segundo Santos (2023), inovações ambientais são inovações que resultam em redução ou eliminação de impactos ambientais causados pelas empresas, podendo estes impactos serem de caráter local ou global, podendo ou não ser intencional. Em seu estudo sobre a indústria de transformação de Minas Gerais, pode-se notar que as inovações ambientais têm efeito positivo sobre a produtividade empresarial.

No entanto, a produtividade empresarial parece estar correlacionada com o investimento direto que as empresas destinam para P&D. Cavalcante e Negri (2011) apontaram que os gastos empresariais em P&D interno e externo do setor de transformação, em 2008, era de 0,75%. Este gasto em 2017, é de 0,76%, o que sugere estabilidade dos investimentos em pesquisa pelas indústrias (Cavalcante; Negri, 2011).

Uma possibilidade para explicação destes investimentos não terem aumentado de forma expressiva está no fato da maior parte da indústria de transformação brasileira ser composta por indústrias de baixa tecnologia. As 5.930 empresas que investiram em atividades de P&D interna e 2.028 empresas investiram aquisições em P&D externa. Estes valores representam, respectivamente, 0,62% e 0,13% dos valores da receita líquida total do setor de transformação brasileira (PINTEC, 2017).

A taxa de inovação é medida pelo resultado entre o número de empresas que introduziram uma ou mais inovações em um dado período, pelo número total de empresas (Cavalcante; Negri, 2011). Assim, a taxa de inovação referente aos anos 2015-2017 foi de 34,32% na indústria de transformação e quando analisadas as empresas que inovaram em produtos e em processos, as chances de uma empresa inovativa ser do setor de transformação é de 85%. Isso mostra como o setor de transformação brasileiro é forte frente aos outros setores. Quando observado a taxa de inovação da indústria de transformação somente em produto, tem-se 54,23%, contraposto a 84,87% quando a taxa inovativa compõe-se somente de inovações em processo (PINTEC, 2017).

A maior parte das inovações realizadas pela indústria de transformação tem caráter interno, ou seja, a maioria das inovações realizadas tendem a ser voltadas para a própria empresa, existindo um maior estímulo em inovações para o setor interno do que para o mercado nacional. Cavalcante e Negri (2011) já apontavam, em seu trabalho, com dados para a PINTEC de 2008 que a taxa de inovação em processo e produto eram maiores para o mercado interno que o nacional. Este padrão se repete na PINTEC de 2017, conforme Tabela 1.

Tabela 1 – Número de empresa da indústria de transformação que fizeram inovações

	Mercado Nacional	Mercado empresarial interno
Processo	3.357	27.056
Produto	4.693	15.226

Fonte: elaboração própria a partir dos dados da PINTEC (2017).

Este subcapítulo sintetizou as principais respostas obtidas pela PINTEC 2017 para as empresas da indústria de transformação, quando observado inovações e ecoinovações. No próximo subcapítulo, fez-se uma análise dos resultados adquiridos pelo modelo logit simples para os determinantes da ecoinovação com ênfase no mercado nacional.

3.1 Modelo logit e logit multinível

O resultado encontrado para o coeficiente intra-classe (ICC), 0,0221, mostrou que as variáveis de contexto (setoriais) não foram relevantes para explicar a ecoinovação na indústria de transformação no presente estudo. Essa não necessidade da estimação do modelo em nível indica que apesar das empresas da indústria de transformação serem diferentes na maneira que implementam ecoinovações, elas respondem de modo semelhante no que diz respeito à probabilidade de ecoinnovar. Diante de um ICC baixo, optou-se por estimar o modelo logit simples. Mesmo o ICC apresentando valores pequenos, é importante salientar que existem setores que se destacam em termos de ecoinovação.

Zucoloto (2005) menciona que setores intensivos em tecnologias tem maiores oportunidades tecnológicas, por isso, tendem a destinar maiores recursos para tecnologia. Dessa maneira, a análise setorial pode ser desnecessária, pois existem diferentes esforços tecnológicos, idealmente comparar os

esforços pelo mesmo setor seria a melhor referência. Diante disso, a Tabela 2 ilustra os resultados encontrados para o logit estimado.

Tabela 2 – Modelo logit para ecoinovação

Variáveis	Modelo nulo	Razão de chances
Intensidade de Pesquisa e Desenvolvimento		1,021** (0,00053)
Capacidade tecnológica		1,009 (0,135)
Pessoal ocupado		1,030*** (0,0417)
Investimento direto estrangeiro		1,072*** (0,0807)
Fonte de informação interna		1,371*** (0,132)
Fonte de informação externa		2,294*** (0,338)
Apoio do governo		1,139* (0,0867)
Centro Oeste		0,693*** (0,176)
Nordeste		0,883 (0,158)
Sudeste		1,061 (0,0717)
Norte		1,385* (0,262)
Gestão ambiental		1,549*** (0,339)
Constante	-1,378*** (0,0706)	0,0434*** (0,0131)
Variáveis	Modelo nulo	Razão de chances
Número de observações		4908
Qui-quadrado		179,49***
ICC		0,0221 (0,00940)

Fonte: Resultados da pesquisa.

Por meio da Tabela 2, observa-se que o qui-quadrado do modelo completo foi igual a 179,49, significativo a 1% de probabilidade, evidenciando que se pode rejeitar a hipótese nula de que todos os parâmetros do modelo são estatisticamente iguais a zero. Além disso, realizou-se uma análise de sensibilidade do modelo final e sua previsão de acertos foi igual a 76,56%.

Para fins de interpretação, apenas a razão de chances é analisada, assim, a Tabela 1 apresenta apenas os valores para este indicador. A variável intensidade de pesquisa e desenvolvimento foi significativa a 5% de probabilidade e sua razão de chances foi igual a 1,021. Isso significa que, segundo o modelo estimado, a variável intensidade de pesquisa e desenvolvimento aumenta a probabilidade de ecoinnovar em 2,1%.

A variável ‘apoio do governo’ aumenta a probabilidade de ecoinnovar em 13,9%, a 10% de nível de confiança. Este resultado demonstra como as políticas públicas e regulamentações influenciaram as empresas da indústria de transformação a ecoinnovarem. A expectativa que este resultado fosse positivo foi corroborado pelos trabalhos de Almeida e Botelho (2022) e Pinsky e Kruglianskas (2017).

Apesar disso, quando observado os resultados do questionário da PINTEC de 2017 sobre quais fatores foram determinantes para as empresas ecoinnovarem, das 14.796, apenas 1.717 apontaram para apoio do governo como principal variável. Apesar da variável se comportar como positiva e impactar

diretamente ações das empresas, pode-se ver que esta ficou em nono lugar como um fator determinante. Fatores como reputação e código de boas práticas ficaram com maior destaque entre as respostas. A Tabela 3 permite a análise das respostas e mostra a quantidade de empresas que apontaram cada uma.

Tabela 2 – Principais determinantes apontados pelas empresas para inovação ambiental

Fatores	Quantidade de Respostas	Ranking
Normas Ambientais Existentes	6.856	4
Normas Ambientais Futuras	6.126	6
Apoio do Governo	1.717	9
Demanda de Mercado	5.561	7
Reputação	8.945	1
Ação Voluntária	6.420	5
Código de Boas Práticas	7.960	2
Elevado Custo	7.370	3
Requisitos para Contratos	3.099	8
Outros	402	10

Fonte: Elaboração própria.

Pinsky e Kruglianskas (2017) destacam que a atuação do governo age como um dos principais determinantes para projetos com ênfase na ecoinovação. Almeida e Botelho (2022) mostram como o apoio do governo em ações inovativas tiveram relação com o aumento de gastos com atividades inovativas, principalmente em empresas de pequeno porte. O que vai ao encontro do que apontam Triguero, Moreno-Mondejar e Davia (2013), de que o tamanho da companhia impacta positivamente na decisão sobre o nível de ecoinnovar, inclusive, o tamanho da empresa aparece como uma barreira a ecoinovação. Assim, empresas menores tem maiores dificuldades em aplicar as inovações voltadas ao meio ambiente, mesmo que isso não tenha efeito sobre a empresa realizar produtos ou processos inovativos.

As compensações das implementações de inovações reduzem os custos de adequação das regulações ambientais, promovendo vantagens competitivas entre países; os impactos das inovações minoram as poluições conjuntamente com aperfeiçoamento do uso de recursos. Assim, os autores Porter e Van Der Linde (1995) afirmam que regulações ambientais aumentam a competitividade. A Hipótese de Porter traz pelo menos seis benefícios da regulação ambiental:

- 1- Informam as empresas dos recursos ineficientes e potenciais áreas tecnológicas;
- 2- Aumento da consciência corporativa com recrutamento de informações pelas regulações;
- 3- Redução das incertezas em investimentos ambientais;
- 4- Regulações pressionam por inovações e progresso;
- 5- Nivela a transição de mudanças nas inovações, nenhuma empresa ascende no mercado ignorando o meio ambiente;
- 6- Regulações são necessárias para casos de incompletas informações sobre as compensações de adquirir novas tecnologias.

Pinsky e Kruglianskas (2017) discorrem sobre a Hipótese de Porter, e apontam que onde existe uma relação benéfica entre a regulamentação e competitividade, estas resultam em menores custos e riscos via inovações. De fato, Porter e Van der Linde (1995, p. 120) afirmam que “normas ambientais adequadamente projetadas podem desencadear inovações que reduzem o custo total de um produto ou melhoram seu valor”.

Os padrões ambientais são capazes de promover benéficas inovações através de tecnologias ambientais por três princípios: primeiro, deveria haver uma maximização de oportunidade de inovar para as indústrias, segundo as regulamentações deveriam fomentar uma contínua melhora no lugar de fixar uma tecnologia específica, e em terceiro, há possibilidade de incerteza em todas as etapas. As

regulações devem encorajar mudanças em produtos e processos, considerando a capacidade tecnológica e recursos disponíveis, quando possível incluir incentivos de mercado, taxas de poluição, reembolsos de depósitos e licenças. (Porter; Van der Linde, 1995).

A variável capacidade tecnológica demonstra o nível de resposta de ação das empresas frente a mudanças, neste estudo, a variável não aparece com grau significativo mesmo obtendo 0,9% de influência nas empresas ecoinovarem (Barbieri; Santos, 2018). Este resultado foi corroborado pelo trabalho de Santos (2023) que analisou os resultados das PINTECs de 2008, 2011 e 2014, identificando que a implementação de inovações ambientais vem perdendo força devido a diminuição de investimentos em tecnologias ambientais. O acesso as tecnologias, mercado e desenvolvimento são influenciadores de ecoinovação empresariais, levando as empresas a amplificar a diferenciação de produtos e processos.

As maiores empresas são as que consideram o meio ambiente um fator de motivação, aumentando a chance de a empresa investir em soluções ambientais, já as micro e pequenas empresas se voltam as pesquisas em meio ambiente quando existe a necessidade de inovar no setor ou por questões organizacionais. As maiores dificuldades são: menos acesso à tecnologia, obtenção de crédito e capital (Lustosa, 2011). Em consonância com a literatura, a variável ‘pessoal ocupado’ tem influência positiva na probabilidade de a empresa ecoinnovar na ordem de 3%, significativa a 1% de probabilidade.

Negri e Cavalcante (2011) verificaram que os setores de média e alta tecnologia são os que mais impactam nos gastos totais internos e externos em P&D da indústria de transformação, os setores de baixa tecnologia contribuem menos para a média, apesar de serem compostos por um número maior de conjunto de empresas.

Rabêlo (2015), em seu estudo, verificou que as pequenas e microempresas têm mais dificuldades em introduzir ecoinovações devido ao alto investimento necessário para migrar para tecnologias ambientais, seja em produto ou processo. O tamanho da empresa é um fator positivo de influência as inovações. Pode-se observar na Tabela 2 que o fator elevado custo aparece como terceiro lugar entre os dez principais determinantes de ecoinovação empresarial. Esse fator é, de forma geral, relevante para todas as empresas, mas sobrecarrega as empresas menores e com menos recursos.

Alperstedt (2010) discorre que o tamanho das empresas influencia as ecoinovações por terem maior capital, sofrerem maior pressão social e econômica, o setor de gestão geral consegue se associar ao setor de gestão ambiental, impacto em número de clientes é maior que as pequenas e micro empresas.

Lustosa (2011) também declara que empresas mais antigas, com maior número de trabalhadores e com capital estrangeiro investem mais em meio ambiente, o que corrobora com os achados deste estudo, que apresenta um aumento de 7,2% na probabilidade de ecoinnovar, a um grau de confiança de 1%. Entretanto, estudos como de Zucoloto (2005) demonstram que quanto maior o controle estrangeiro, menor o esforço tecnológico da indústria de transformação, pois os produtos mais intensivos em tecnologias tenderiam a permanecer nos países sede.

As *dummies* de região foram elaboradas com referência na região Sul, assim as variáveis de regiões significativas foram Centro-oeste e Norte. A região Sudeste e Sul recebem em 2005, quase 80% dos investimentos em inovação realizados pelas indústrias de transformação (Pochmann, 2008). Pela similaridade entre as regiões Sul e Sudeste pode-se justificar porque a região Sudeste não foi significativa.

A região Nordeste não foi significativa, parte disso por ser explicado pela perda da indústria de transformação teve na participação produtiva da região nos anos 2010, tendo uma recuperação entre 2015 e 2017, através de políticas de transferências de renda, investimentos do PAC, entre outras políticas implementadas (Ribeiro, 2021).

Apesar da região Norte ter sido significativa com 138% de chance de ser um determinante para ecoinovação, autores como Abrahão (2021) argumentam que isto ocorre pois existe uma forte correlação entre inovação e espaço. Houve uma perda do impacto da região, como Ribeiro (2021) argumenta que os setores como eletrônico e motocicletas, que são referências no Polo Industrial de Manaus, tiveram uma queda de demanda que resultou em uma redução de produção.

A região Centro-Oeste foi significativa com grau de confiança em 1%, isto reflete o aumento da indústria de transformação na região com maior participação do setor de agroindústria com a indústria de alimentos, demais setores foram expressivos como farmacêuticos e automotivo no estado de Goiás,

houve aumento em investimentos em três estados da região que refletiu em incentivos fiscais (Ribeiro, 2021).

Ribeiro (2021) argumenta que apesar do forte impacto não se pode afirmar que o Norte seja um fator determinante, e isto ocorre pelo fato de que as ações governamentais de fomento a inovação não estejam presentes na região.

Com relação a variável fonte de informação interna, cabe mencionar que esta pode ser caracterizada como informações vindas do setor de P&D e demais áreas da organização. Enquanto a fonte de informação externa considera as informações obtidas através de outras empresas, grupos, fornecedores, cliente ou consumidores, concorrentes, consultorias da própria empresa ou independente, centros de pesquisa, instituições, conferência, encontros, publicações e demais formas (Souza *et al.*, 2018).

A variável fonte de informação interna foi significativa e apresentou uma razão de chances de 1,371 e a variável fonte de informação externa em 2,294, ambas com 1% de grau de confiança. Souza *et al.* (2018) afirmam que as empresas que inovam em produtos e/ou processos tendem a ser mais intensivas no uso de informações fornecidas pelas instituições tecnológicas e de capacitação, universidades e centro de ensino.

A variável 'gestão ambiental' apresentou razão de chances igual a 1,549 com significância de 1%. Segundo Miranda, Koeller e Lustosa (2022), as inovações em gestão ambiental se enquadram nas inovações organizacionais. No entanto, os autores complementam, enfatizando que os dados da PINTEC não incluem com precisão informações completas sobre as novas técnicas de gestão ambiental. Os mesmos autores, em 2023, destacaram que, no que diz respeito às técnicas de gestão ambiental, nas três últimas pesquisas de inovação, houve uma redução de 19% em 2017 na indústria de transformação, representando uma diminuição de 7,6 pontos percentuais em relação aos anos anteriores que foram as PINTEC 2011 e 2014.

5. Considerações Finais

O objetivo principal deste trabalho foi analisar os fatores que afetam as ecoinovações para as empresas da indústria brasileira de transformação, no período de 2015 a 2017. Para isso, utilizou-se de uma análise bibliométrica e de modelos logit. A análise englobou tanto características específicas das firmas como também aspectos setoriais.

Os resultados da análise bibliométrica mostraram que os países que mais pesquisaram sobre ecoinovação e suas derivações foram China, Inglaterra e Coreia do Sul. No Brasil, a discussão ainda é incipiente e o país não está entre os dez primeiros colocados no ranking de países que mais pesquisam sobre o tema. No que se refere às instituições brasileiras que mais se destacam nas pesquisas sobre ecoinovação e PINTEC, a Universidade Estadual de Campinas, a Universidade Federal do Rio de Janeiro e a Universidade de São Paulo estão entre as principais.

Outro resultado importante foi a constatação de que as empresas inovadoras brasileiras tiveram uma taxa de inovação com tendência decrescente devido aos anos de recessão que antecederam a PINTEC de 2017. Além disso, tiveram forte correlação com inovações em processos que também teve uma queda, a taxa reduziu 2,7%. O investimento destinado as inovações reduziram em todos os setores, exceto setor de Eletricidade e gás, que também foi o único setor a investir mais em máquinas e equipamentos, enquanto os demais setores permaneceram em queda.

A indústria de transformação é um dos setores mais fortes em termos de ecoinovação, obtendo 85% de chance de a empresa ser do setor, com uma taxa inovativa de 34,32%. Enquanto a inovação ser em produto ou processo, tem-se que 54,23% de chance de ser em produto e 84,87% de ser em processo, apontando como a inovação em processo tem maior impacto nas inovações empresariais de diversos setores assim como com foco no setor de transformação (PINTEC, 2017).

Os resultados encontrados para o logit mostraram, como esperado, que as variáveis intensidade de pesquisa e desenvolvimento, pessoal ocupado, investimento direto estrangeiro, fonte de informação interna e externa, as regiões Centro-Oeste e Norte, apoio do governo e gestão ambiental foram significativas e apresentaram relação positiva com a ecoinovação. Enquanto as variáveis capacidade tecnológica, regiões Nordeste e Sudeste não foram estatisticamente significativas. Em adição,

observou-se que as heterogeneidades setoriais não foram importantes na probabilidade das empresas ecoinovarem, já que o valor do ICC foi baixo e o modelo multinível não foi necessário.

O fato de a variável capacitação tecnológica não ser significativa contrariou as expectativas que indicavam uma relação positiva entre qualificação pessoal e a probabilidade em ecoinnovar. Sugere-se, no presente estudo, que pode estar ocorrendo dificuldade na captação de aspectos qualitativos na formação profissional do pessoal das empresas da indústria de transformação. Isso pode ser um gargalo importante que o setor precisa se atentar.

De forma geral, os resultados obtidos permitem concluir que a adoção de ecoinovações depende, principalmente, de características das firmas. Assim, investimento em pesquisa e desenvolvimento, ações governamentais que apoiem as firmas, maior relação das empresas com instituições de pesquisa e ensino e instrumentos regulatórios que incentivem as empresas a se tornarem mais ecoeficientes são determinantes importantes que favorecem a ecoinovação.

Como sugestão de futuros trabalhos, propõe-se incluir a variável normas ambientais para melhor compreensão do tema, assim como uma atualização da metodologia multinível para dados da Pintec 2017.

Referências bibliográficas

- ABRAHÃO, R. S. Inovação e o aspecto territorial: obstáculos à inovação no Brasil por porte e grandes regiões. **Guaju**, v. 7, n. 2, p. 186-208, 2021.
- ALMEIDA, K. P.; BOTELHO, M. R. A. A evolução do apoio à inovação tecnológica no setor de máquinas e equipamentos brasileiro nos anos 2000: uma análise a partir da Pesquisa de Inovação (PINTEC). In: VI ENEI – Encontro Nacional de Economia Industrial. 2022, Salvador. **Anais...** Salvador: Centro Integrado de Manufatura e Tecnologia SENAI/CIMATEC, 2022.
- ALPERSTEDT, Graziela Dias; QUINTELLA, Rogério Hermida; SOUZA, Luiz Ricardo. Estratégias de gestão ambiental e seus fatores determinantes: uma análise institucional. **Revista de Administração de Empresas**, v. 50, p. 170-186, 2010.
- ANDERSEN, M. M. Eco-innovation: towards a taxonomy and a theory. In: Druid Conference: entrepreneurship and innovation – organizations, institutions and regions, 25, 2008, Copenhagen. **Anais...** Copenhagen: DRUID, 2008, p.1-16. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/43251692.pdf>
- ANGELO, F. D.; JABBOUR, C. J. C.; GALINA, S. V. Environmental innovation: in search of a meaning. **World Journal of Entrepreneurship, Management and Sustainable Development**, v. 8, n. 2/3, p. 113-121, 2012.
- ARUNDEL, A.; KEMP, R. **Measuring eco-innovation**. UNU-MERIT Working Paper Series-017., 2009.
- BARBIERI, R.; SANTOS, D. F. L. Fatores direcionadores a Ecoinovacao empresarial: uma revisao sistematica da literatura. **Revista de Administração, Contabilidade e Economia da FUNDACE**, v. 9, n. 1, p. 47-63, 2018. <https://doi.org/10.13059/racef.v9i1.509>
- BRUNDTLAND, G. H. Nosso futuro comum: em busca do desenvolvimento sustentável. **Comissão Mundial Sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento**. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1988
- CARVALHO, F.; SAVAGET, P.; ARRUDA, C. Regulações como fator determinante de Eco-Inovações no Brasil. In: Conferência Internacional LALICS 2013 “Sistemas Nacionais de Inovação e Políticas de CTI para um Desenvolvimento Inclusivo e Sustentável”, 2013, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: URFJ, 2013.
- CARVALHO, S. P. **Ecoinovações nas firmas brasileiras**: uma análise multivariada a partir dos dados da Pintec 2017. 2022 Dissertação (Mestrado em Economia e Desenvolvimento) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2022.
- CAVALCANTE, L. R.; NEGRI, F. Trajetória recente dos indicadores de inovação no Brasil. **Texto para Discussão 1659**, 2011. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10419/91054>
- ERVILHA, G. T.; VIEIRA, W. C.; FERNANDES, E. A. Determinantes da ecoinovação na indústria de transformação brasileira: uma análise empírica. **Economia Aplicada**, v. 23, n. 4, 2019.

FREEMAN, C.; PEREZ, C. Structural crises of adjustment: business cycles. **Technical change and economic theory**. Londres: Pinter, 1988.

HOFF, D. N.; AVELLAR, A. P.; ANDRADE, D. C. Eco-inovação nas empresas brasileiras: investigação empírica a partir da pintec. **REVIBEC-Revista Iberoamericana De Economía Ecológica**, p. 73-87, 2016. Disponível em: <https://raco.cat/index.php/Revibec/article/view/314919>

IBGE. **Pesquisa de Inovação 2017**: Notas técnicas. Rio de Janeiro: IBGE, 2020a.

IBGE. **Pesquisa de Inovação 2017**: Análise Complementar. Rio de Janeiro: IBGE, 2020b.

INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA. **Caderno de Tecnologia**. 2009. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/72omposição/rede-mcti/instituto-nacional-de-tecnologia>. Acesso em 03 fev. 2023.

LEWIS, P. The innovation systems approach: an Austrian and Ostromian perspective. **The Review of Austrian Economics**, v. 34, p. 97-114, 2021.

LUSTOSA, M. C. J. Inovação e tecnologia para uma economia verde: questões fundamentais. **Política Ambiental**, v. 8, p. 111-122, 2011. Disponível em: https://www.conservation.org/docs/defaultsource/brasil/politica_ambiental_08_portugues.pdf#page=111

MANUAL DE OSLO. **Diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação**. Brasília: FINEP, 2006.

MIRANDA, P.; KOELLER, P.; LUSTOSA, M. C. Ecoinovação no Brasil: o desempenho das empresas brasileiras no período 2000-2017. **Texto para discussão 2892**, 2023. Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/12144/2/TD_2892_sumex.pdf

MOURA, M. S. **Eco-inovação no Brasil**: uma análise a partir da PINTEC 2011. 2016. 162 f. Dissertação (Mestrado em Economia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2016. DOI <http://doi.org/10.14393/ufu.di.2016.163>

PINSKY, V.; KRUGLIANSKAS, I. Inovação tecnológica para a sustentabilidade: aprendizados de sucessos e fracassos. **Estudos avançados**, v. 31, p. 107-126, 2017. <https://doi.org/10.1590/s0103-40142017.3190008>

PINTEC Sustentabilidade: 40,6% das empresas inovadoras introduziram inovações com impactos ambientais positivos entre 2015 e 2017. **Agência IBGE**, 09 jul. 2020. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/28179-pintec-sustentabilidade-40-6-das-empresas-inovadoras-introduziram-inovacoes-com-impactos-ambientais-positivos-entre-2015-e-2017>

POCHMANN, Marcio; WOHLERS, Marcio. **Principais características da inovação na indústria de transformação no Brasil**. Brasil: IPEA, maio de 2008. Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/4730/1/Comunicado_n5_Principais.pdf

PORTAL DA INDÚSTRIA. **Indústria de Transformação**. c2023. Disponível em: <https://www.portaldaindustria.com.br/industria-de-a-z/industria-de-transformacao/>

PORTER, M. E.; VAN DER LINDE, C. Toward a new conception of the environment- competitiveness relationship. **Journal of economic perspectives**, v. 9, n. 4, p. 97- 118, 1995. <https://doi.org/10.1257/jep.9.4.97>

RABÊLO, O. S. **Ecoinovação: principais condutores e performance das empresas industriais brasileiras**. 2015. Tese (Doutorado em Economia) – Departamento de Economia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, 2015.

ROVIRA, S.; PATIÑO, A.; SCHAPER, M. **Ecoinnovación y producción verde**: una revisión sobre las políticas de América Latina y el Caribe. Santiago: CEPAL, 2017.

SANTOS, J. L. S.; MALDONADO, M. U.; SANTOS, R. N. M. Inovação e conhecimento organizacional: um mapeamento bibliométrico das publicações científicas até 2009. **Revista Organizações em Contexto (Online)**, v. 7, p. 31-58, 2011. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/10092>

SCHUMPETER, J. O Fenômeno Fundamental do Desenvolvimento Econômico. In: SCHUMPETER, J. **A Teoria do Desenvolvimento Econômico**. Rio de Janeiro: Nova Cultural, 1985.

SCHUMPETER, J. A. **Capitalismo, Socialismo e Democracia** (Tradução Ruy Jungmann). Rio de Janeiro, RJ: Editora Fundo de Cultura, 1961.

SCHUMPETER, J. A. Capitalismo, Socialismo e Democracia. Rio de Janeiro: Zahar editores. 1984.

SOUZA, V. L. R.; MONTENEGRO, R. L. Inovação tecnológica ambiental: uma análise sobre o desempenho das firmas brasileiras. *In: VI ENEI – Encontro Nacional de Economia Industrial*. 2022, Salvador. **Anais...** Salvador: Centro Integrado de Manufatura e Tecnologia SENAI/CIMATEC, 2022.

SOUZA, F. E. R. *et al.* Inovação e aprendizagem nos serviços brasileiros de tecnologia da informação: um estudo exploratório a partir das redes de cooperação e fontes de informação da Pintec. *In: VII SINGEP – Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade*. 2018. São Paulo. **Anais...** São Paulo: Uninove, 2018.

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. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2013.04.009>

ZUCOLOTO, G. F.; TONETO JÚNIOR, R. Esforço tecnológico da indústria de transformação brasileira: uma comparação com países selecionados. **Revista de Economia contemporânea**, v. 9, p. 337-365, 2005. <https://doi.org/10.1590/S141598482005000200005>