

ANÁLISE DE TECNOLOGIAS, PRÁTICAS AMBIENTAIS E DISPOSIÇÃO REGULATÓRIA DA INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA DO BRASIL PARA A SUSTENTABILIDADE

ANALYSIS OF TECHNOLOGIES, ENVIRONMENTAL PRACTICES, AND REGULATORY PROVISIONS OF THE BRAZILIAN FOOD INDUSTRY FOR SUSTAINABILITY

ANÁLISIS DE TECNOLOGÍAS, PRÁCTICAS AMBIENTALES Y DISPOSICIÓN REGULATORIA DE LA INDUSTRIA ALIMENTARIA DE BRASIL PARA LA SOSTENIBILIDAD

Jaqueline Santos Vieira¹
David Vieira dos Santos²
Elber Ribeiro Gama³
Maria Andresa Santana Silva⁴
Leila Buarque Couto de Matos⁵
Maria Emília Camargo⁶

Resumo

Este artigo investiga a inovação verde na indústria brasileira de fabricação de alimentos, buscando entender o desenvolvimento de novas tecnologias e práticas ambientais, e a prontidão do setor para enfrentar regulamentações em prol da sustentabilidade. Tem como objetivo analisar o nível de inovação verde dessas indústrias e avaliar a disposição regulatória, visando a redução do impacto ambiental. A pesquisa é exploratória e descritiva, utilizando a abordagem mista (quantitativa e qualitativa) com dados coletados por meio da patenteometria, usando o Sistema Orbit Intelligence e da Pesquisa Nacional de Inovação (PINTEC), utilizando a estatística, incluindo testes de independência e análise de correspondência. Nos resultados, foram identificadas patentes de alto impacto relacionadas à inovação no Brasil. A inovação ambiental e a proteção da propriedade intelectual são consideradas relevantes, impulsionadas também pela influência regulatória, especialmente em áreas como recursos hídricos e sólidos. No entanto, o cenário atual ainda não é suficiente para garantir o cumprimento das metas do ODS 12 para 2030, indicando que há um descompasso entre ações e os objetivos de sustentabilidade do país.

Palavras-chave: indústria; regulação; inovação.

Abstract

This article investigates green innovation in the Brazilian food manufacturing industry, seeking to understand the development of new technologies and environmental practices, as well as the sector's readiness to face sustainability-oriented regulations. Its objective is to analyze the level of green innovation within these industries and to assess regulatory preparedness aimed at reducing environmental impact. The research is exploratory and descriptive, using a mixed-methods approach (quantitative and qualitative) with data collected through patentometrics using the Orbit Intelligence System and the National Innovation Survey (PINTEC), applying statistical methods including independence tests and correspondence analysis. The results identified high-impact

¹ Doutoranda em Ciência da Propriedade Intelectual (PPGPI), Universidade Federal de Sergipe (UFS), São Cristóvão, Sergipe, Brasil. ORCID: 0000-0002-1604-8645. E-mail: jaquelinevieira@gmail.com.

² Doutor em Ciência da Propriedade Intelectual (PPGPI), Universidade Federal de Sergipe (UFS), São Cristóvão, Sergipe, Brasil. ORCID: 0009-0006-6272-046X. E-mail: davidvsantos12@gmail.com.

³ Doutor em Ciência da Propriedade Intelectual (PPGPI), Universidade Federal de Sergipe (UFS), São Cristóvão, Sergipe, Brasil. ORCID: 0009-0003-9160-2540. E-mail: elber.gama@ifs.edu.br.

⁴ Doutoranda em Ciência da Propriedade Intelectual (PPGPI), Universidade Federal de Sergipe (UFS), São Cristóvão, Sergipe, Brasil. ORCID: 0000-0002-6658-7479. E-mail: m.andresa22@hotmail.com.

⁵ Doutoranda em Ciência da Propriedade Intelectual (PPGPI), Universidade Federal de Sergipe (UFS), São Cristóvão, Sergipe, Brasil. ORCID: 0009-0007-3657-0864. E-mail: leila.buarque@academico.ufs.br.

⁶ Doutora em Engenharia da Produção (UFSC), Universidade Federal de Sergipe (UFS), São Cristóvão, Sergipe, Brasil. ORCID: 0000-0002-3800/2832. E-mail: mekamargo@gmail.com.

patents related to innovation in Brazil. Environmental innovation and intellectual property protection are considered relevant, also driven by regulatory influence, especially in areas such as water and solid resource management. However, the current scenario is still insufficient to ensure compliance with SDG 12 targets for 2030, indicating a mismatch between actions and the country's sustainability objectives.

Keywords: industry; regulation; innovation.

Resumen

Este artículo investiga la innovación verde en la industria brasileña de fabricación de alimentos, buscando comprender el desarrollo de nuevas tecnologías y prácticas ambientales, así como la preparación del sector para enfrentar regulaciones orientadas a la sostenibilidad. Su objetivo es analizar el nivel de innovación verde de estas industrias y evaluar la disposición regulatoria con el fin de reducir el impacto ambiental. La investigación es exploratoria y descriptiva, utilizando un enfoque mixto (cuantitativo y cualitativo) con datos recopilados mediante la patentometría, utilizando el Sistema Orbit Intelligence y la Encuesta Nacional de Innovación (PINTEC), aplicando métodos estadísticos, incluidos pruebas de independencia y análisis de correspondencia. En los resultados se identificaron patentes de alto impacto relacionadas con la innovación en Brasil. La innovación ambiental y la protección de la propiedad intelectual se consideran relevantes, impulsadas también por la influencia regulatoria, especialmente en áreas como los recursos hídricos y sólidos. Sin embargo, el escenario actual aún no es suficiente para garantizar el cumplimiento de las metas del ODS 12 para 2030, lo que indica un desajuste entre las acciones y los objetivos de sostenibilidad del país.

Palabras clave: industria; regulación; innovación.

1 Introdução

De acordo com o Mapa Estratégico da indústria brasileira (2013-2022), a sustentabilidade está diretamente correlacionada à produtividade e à inovação, dado que a diminuição do uso de recursos naturais e a redução de desperdícios resultam em aumentos de produtividade, enquanto a implementação de novos produtos, processos e modelos de negócios provoca um impacto ambiental e social reduzido (CNI, [s.d.]).

Com o intuito de facilitar a busca de informações sobre Tecnologias Ambientalmente Corretas ou Tecnologias Verdes, as empresas tendem a utilizar tecnologias voltadas para a melhoria do solo, gestão de resíduos, o controle da poluição, produção de energias alternativas e conservação de energia, dentre outras igualmente relevantes que se encontram no inventário verde da OMPI, com os seus respectivos códigos de classificação internacional de patentes (IPC) como um referencial (WIPO, [s.d.]).

Os temas materiais, ambientais ou dimensões, ou campos técnicos, assim denominados por organizações internacionais e de governo, constituem atividades reconhecidamente de impacto na sustentabilidade, que empresas e cidadãos devem colocar em prática para assegurar a vida no planeta. Kucukvar *et al.* (2019) salientam que na sua pesquisa sobre sustentabilidade sobre os maiores produtores de alimentos do mundo, além do estudo implementado sobre a pegada de carbono e da energia, seria oportuno considerar também os impactos do consumo de água e no uso do solo.

Desde o ano de 2011, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) realiza investigações experimentais acerca das práticas ambientais implementadas por empresas brasileiras, no âmbito da Pesquisa Nacional de Inovação (PINTEC). Esses estudos consideram os impactos ambientais após a implementação de inovações em produtos e processos, em determinados temas ambientais. Cada setor econômico tem apresentado dinâmicas distintas, como é o caso da indústria de fabricação de alimentos.

Cabe ainda destacar que os impactos sobre a regulamentação de empresas, para reduzir os impactos ao meio ambiente, já se constituíram em teorias ou parte delas, como o Teorema da Hipótese de Porter, que defende que a regulamentação ambiental pode criar condições à inovação nas empresas e vantagens competitivas, de modo a compensar alguns ou todos os custos adicionais (Porter; Linde, 1995). Chen (2024) afirma que a regulamentação ambiental e capacidades dinâmicas verdes são importantes para melhorar a inovação, que por sua vez melhora as estratégias de negócios verdes. Xing *et al.* (2020) afirmam que a regulamentação ambiental pode ajudar a melhorar o desempenho das empresas, envolvendo a capacidade dinâmica verde e a inovação na exploração da sustentabilidade.

Consoante as metas do 12º Objetivo de Desenvolvimento Sustentável da ONU (Produção e Consumo Sustentável), para o Brasil, foi estabelecido alcançar até 2030: a meta (12.3.1br) reduzir o desperdício, nos níveis de varejo e do consumidor, bem como a redução das perdas ao longo das cadeias produtivas e no abastecimento (incluindo o pós-colheita) e a meta (12.3.2br) para estabelecer marco regulatório para redução do desperdício no país (Ipea, [s.d.]) faz-se necessário identificar ações e iniciativas desse segmento de indústria para o cumprimento das referidas metas.

O problema de pesquisa consiste na investigação sobre o papel da propriedade industrial, dos fatores influenciadores e da legislação brasileira na promoção da inovação verde na indústria alimentícia, com o intuito de reduzir danos ambientais. De modo que é fundamentado em três questões: (i) A propriedade industrial contribui para ampliar o potencial de inovação verde na indústria alimentícia brasileira e diminuir os danos ambientais? (ii) Quais elementos influenciam a adoção de iniciativas e práticas ambientais? (iii) A legislação brasileira estimula as empresas pertencentes a indústria alimentícia a adotarem iniciativas e práticas ambientais visando a diminuição dos danos ambientais?

O objetivo desta pesquisa é analisar qual o nível de inovação verde das indústrias brasileiras de fabricação de alimentos, considerando o desenvolvimento de novas tecnologias em produtos e processos e a adoção de iniciativas e práticas ambientais, e qual a sua disposição para enfrentar um maior nível regulatório visando a redução do dano ambiental.

São objetivos específicos para o alcance dessa questão central: (I) identificar e caracterizar as novas tecnologias em produtos e processos desenvolvidas e/ou adotadas pelas indústrias brasileiras de fabricação de alimentos, com foco na inovação verde; (II) analisar os fatores que interferem nas iniciativas e práticas ambientais estratégicas implementadas por essas indústrias; e (III) investigar a percepção e disposição dessas indústrias em relação a um maior nível regulatório para a redução do impacto ambiental.

Não obstante o potencial, a indústria alimentícia brasileira pode não estar adotando inovações verdes, o que resulta em danos ambientais recorrentes. Portanto, a relevância deste trabalho reside em posicionar as indústrias fabricantes de alimentos do Brasil no contexto da sustentabilidade, levando em consideração os recursos disponíveis, as capacidades organizacionais e a colaboração com as diretrizes governamentais, visando implicações práticas para o alinhamento com a Agenda 2030 e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas, especialmente o ODS 9 (Indústria, Inovação e Infraestrutura) e o ODS 12 (Produção e Consumo Responsáveis), bem como a promoção da economia circular na cadeia de suprimentos alimentícios, a vantagem competitiva e a geração de empregos.

2 Métodos

A classificação deste estudo é exploratória e descritiva, visto que cabe explorar as informações para identificar variáveis relevantes sobre o tema, visando construir uma análise aprofundada. É descritivo para detalhar as características do nível de inovação verde e das práticas existentes do cenário das indústrias de alimentos do país.

As técnicas de pesquisa e fontes de dados são baseadas na pesquisa documental sobre as legislações de temas materiais que influenciam a indústria selecionada pelo estudo. O uso da patenteometria para o mapeamento tecnológico, na busca de patentes e tratamento de dados no uso do Sistema Orbit Intelligence da Questel, que acessa a base de dados internacional (Worldwide), administrada pelo Instituto Europeu de Patentes (EPO/EPA/IEP).

A abordagem é mista, quantitativa e qualitativa. No uso dos dados quantitativos da patenteometria, bem como das estatísticas da PINTEC, no uso do software Jamovi para os testes estatísticos, descritivos, de Análise de Independência e Análise de Correspondência (AC) para verificar as associações dos temas materiais ambientais e o perfil da indústria de alimentos, o que possibilitou a análise qualitativa.

2.1 Patenteometria

A primeira etapa de buscas considera o escopo somente da palavra-chave “Food industry” protegidas no Brasil (FOOD INDUSTRY) AND (BR)/PN e no relatório de Domínio Técnico da plataforma Orbit Intelligence refina o total de tecnologias ambientais de 110 patentes (“ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY” /TECT), com a finalidade de conhecer a cadeia produtiva.

A segunda etapa elabora uma busca mais abrangente para identificar tecnologias voltadas para o processamento de alimentos na indústria, para identificar tecnologias voltadas para temas materiais ambientais, como os resíduos sólidos, recursos hídricos, eficiência energética, poluição entre outros. Utiliza busca de termos (FOOD OR FOODSTUFF) AND (BR)/PN, que totalizaram 22013 vigentes, incluídas a patentes concedidas e pendentes, com um total de 682 patentes classificadas por tecnologias ambientais. Desse conjunto foram selecionadas tecnologias ambientais vigentes no período de dez anos, que compreende de 2015 e 2024, que totalizam 283 patentes. Da mesma forma foi realizado a patenteometria para outros países, como China, Índia e Rússia para fins de comparação.

Inventário Verde da OMPI indicam algumas classificações internacionais de patentes (IPC) específicas para tecnologias verdes, relativos a temas materiais ambientais explorados por esse trabalho. Em relação aos temas materiais investigados, somente foram encontradas as referências de IPC para os resíduos sólidos, B09B (Eliminação de resíduos sólidos) e B65F (Recolha ou remoção de resíduos domésticos ou similares).

2.2 Análise empírica

A análise empírica fundamentou-se em dados concretos do setor alimentício do Brasil, considerando o nível de agregação das divisões em dois dígitos da CNAE 2.0, da fabricação de produtos alimentícios, sob o código 10 da seção das indústrias de transformação da Classificação Nacional de Atividades Econômicas – CNAE.

Este estudo engloba todas as indústrias da fabricação de produtos alimentícios da seção 10. Essa seção inclui várias atividades, por classes e subclasses, como a fabricação de produtos de carne (10.1), preservação do pescado e fabricação de produtos do pescado (10.2), fabricação de conservas de frutas, legumes e outros vegetais (10.3), fabricação de óleos vegetais em bruto, exceto óleo de milho (10.4), laticínios (10.5), moagem, fabricação de produtos amiláceos e de alimentos para animais (10.6), fabricação e refino de açúcar (10.7), torrefação e moagem de café (10.8) e fabricação de outros produtos alimentícios (10.9).

Os dados públicos secundários, da Pesquisa Nacional de Inovação (PINTEC), sob forma de indicadores temáticos sobre sustentabilidade, são disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em parceria com a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) e a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

A PINTEC é conduzida por meio de uma amostragem probabilística, na qual 80% das organizações participantes são oriundas dos estratos de potenciais inovadores e 20% dos estratos sem indicação de potencial inovador. Como a inovação é vista como um fenômeno incomum, utiliza-se uma amostra estratificada desproporcional (IBGE, 2024).

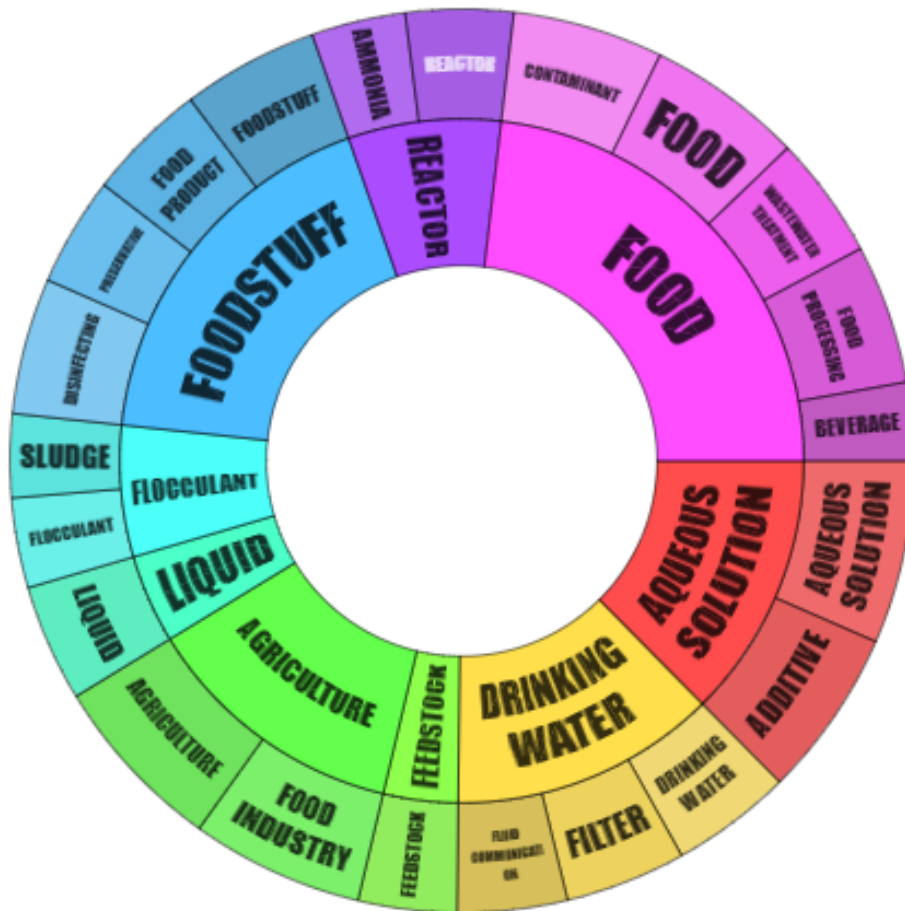
A análise de Correspondência contribui para identificar quais iniciativas/práticas relacionadas a temas materiais ambientais são mais importantes ou estratégicas para as empresas do segmento industrial alimentício, cuja influência da Regulação é mais efetiva.

3 Resultados e discussão

No mapeamento científico de 110 patentes protegidas no país (nacionais e estrangeiras), com base em tecnologias ambientais para a escopo de busca “indústria de alimentos”, a Figura 1 categoriza as tecnologias por grandes domínios ou substâncias (como Reatores, Líquidos, Lodo, Água Potável, Matérias-Primas, Alimentos, Soluções Aquosas) e por processos gerais da indústria de Alimentos e a Agricultura, que são fortemente associadas, o que indica que são áreas em que a inovação é essencial.

Quanto as aplicações específicas voltadas para o contexto prático em que essas tecnologias são implementadas; que envolve o tratamento de água e efluentes, o processamento de alimentos e a produção de bebidas, o controle de contaminantes, a gestão de resíduos, como o lodo, até o manuseio de químicos específicos como amônia e aditivos em diversas formulações.

Figura 1: Tecnologias Ambientais e Aplicações na Indústria de Alimentos de patentes no Brasil



Fonte: elaborada pelos autores (2025)

As três patentes de maior impacto no período de 2010 e 2024, dado o número de citações e cobertura de mercado são: Método de tratamento usando gás reativo (US20240415135), com família de patentes em mais de 30 países, como Estados Unidos como país prioritário da empresa Tecnologia Nanoguard (Impacto 6,16); Método para solubilizar, separar, remover e reagir ácidos carboxílicos em óleos, gorduras, soluções aquosas ou orgânicas por meio de micro ou nanoemulsificação (EP2585420), da empresa Dietz Ulrich, com impacto de 6,1 e cobertura de proteção em mais de 30 países; e um fotobiorreator para pasteurização a frio de produtos alimentícios líquidos e o uso do reator (EP3684193) com impacto de 5,63, da empresa Lyras da Dinamarca, cobertura de proteção em 12 países.

Quanto as aplicações específicas voltadas para o contexto prático em que essas tecnologias são implementadas, que envolve o tratamento de água e efluentes, o processamento de alimentos e a produção de bebidas, o controle de contaminantes, a gestão de resíduos, como o lodo, até o manuseio de químicos específicos como amônia e aditivos em diversas formulações.

As três patentes de maior impacto no período de 2010 e 2024, dado o número de citações e cobertura de mercado são: Método de tratamento usando gás reativo (US20240415135), com

família de patentes em mais de 30 países como Estados Unidos como país prioritário da empresa Tecnologia Nanoguard (Impacto 6,16); Método para solubilizar, separar, remover e reagir ácidos carboxílicos em óleos, gorduras, soluções aquosas ou orgânicas por meio de micro ou nanoemulsificação (EP2585420), da empresa Dietz Ulrich com impacto de 6,1 e cobertura de proteção em mais de 30 países; e um fotobiorreator para pasteurização a frio de produtos alimentícios líquidos e o uso do reator (EP3684193) com impacto de 5,63, da empresa Lyras da Dinamarca, cobertura de proteção em 12 países.

Com o propósito de avaliar o grau de utilização das tecnologias ambientais, voltadas à indústria de alimentos, foi efetuada uma comparação entre o Brasil e outras economias em desenvolvimento, tais como China, Índia e Rússia, conforme ilustrado na Tabela 1, que apresenta a proporção do total de patentes no setor de alimentos em relação ao total de patentes de tecnologia ambiental nesse mesmo setor, considerando tanto as patentes concedidas quanto as pendentes que estão vigentes.

Levando em conta uma busca mais abrangente sobre tecnologias, voltadas para o setor de alimentos, os termos “food OR foodstuff” proporcionaram resultados mais extensos do que a expressão “food industry”. Esses resultados foram utilizados para fins de comparação entre nações.

Tabela 1: Taxa de participação de países de tecnologias ambientais alimentícias em comparação com o total de tecnologias alimentícias

Setor Alimentos	Brasil	China	Índia	Rússia
Tecnologias (T)	22013	354994	30417	46235
Tecnologias Ambientais (TA)	682	12281	1554	576
% TA/T	3,10%	3,46%	5,11%	1,25%

Fonte: elaborada pelos autores (2025)

Apesar do elevado volume de tecnologias patenteadas para o setor alimentício na China, o percentual de tecnologias ambientais destinadas ao setor alimentício no Brasil e na China é semelhante, com cerca de 3,46% contra 3,10%. A Rússia tem menor porcentagem, de 1,25%, devido a quantidade relevante de tecnologias para o mercado alimentício em comparação com as ambientais. A Índia tem a maior margem entre as tecnologias de alimentos e tecnologias ambientais para o setor de alimentos, representando 5,11%.

As classificações internacionais de patentes (IPC) mais frequentes na indústria de alimentos, nos quatro países, destacam os temas ambientais de maior relevância, conforme com as patentes em vigor, concedidas e pendentes. Os resultados indicam que, no Brasil, o número de patentes relacionadas à aproveitamento de resíduos sólidos, classificada sob B09B, é superior, seguido pelo segmento de tratamento para uso da água, correspondente a C02F, que se concentra nos recursos hídricos.

Na China, há uma predominância de patentes acerca de recursos hídricos voltadas para o tratamento da água (C02F), seguidas por patentes relativas ao aproveitamento de resíduos sólidos (B09B). Por sua vez, na Índia, as patentes se inclinam predominantemente para tecnologias focadas no uso de resíduos sólidos (B09B) e em recursos hídricos (C02F). Na Rússia, as patentes sobre os resíduos sólidos (B09B) manifestam interesse equilibrado entre aproveitamento e separação dos resíduos, enquanto o tratamento de recursos hídricos (C02F) ocupa uma posição subsequente.

A maioria das pessoas e empresas que depositam patentes faz pesquisa e desenvolvimento de tecnologia em seu próprio país. As patentes registradas no país prioritário mostram o quanto de pesquisa e desenvolvimento a nação tem.

Tabela 2: Análise comparativa de países prioritários para tecnologias ambientais na indústria alimentícia

Sector Alimentos	Brasil	China	Índia	Rússia
Tecnologias Ambientais (TA)	682	12281	1554	576
Tecnologias prioritárias do país (TP)	44	10869	783	286
% TA/TP	6,45%	88,50%	50,65%	49,65%

Fonte: elaborada pelos autores (2025)

Dessa forma, foi realizada a mensuração de uma taxa percentual de patentes nos quatro países, Brasil, China, Índia e Rússia, que direcionam ao setor industrial de alimentos como países prioritários. De acordo com a Tabela 2, os achados sugerem que Rússia e Índia registraram quantidades semelhantes, respectivamente 49,65% e 50,65, devido ao fato de que as patentes concedidas e pendentes, constituem a proteção de tecnologia nos escritórios de propriedade intelectual dos seus países.

A China detém a maior parte das proteções, aproximadamente 88,50%, enquanto o restante das patentes no seu país provém de famílias de patentes originárias de outros países. O Brasil, em contraste com a China, contribuiu com apenas 6,45% das tecnologias do setor de alimentos que estão protegidas no mercado brasileiro. Isso sugere um investimento reduzido em pesquisa e desenvolvimento da indústria de alimentos.

Quanto à dinâmica de interesses em tecnologias ambientais para a indústria de alimentos nesses países, foi conduzida uma avaliação comparativa de patentes concedidas e pendentes nos últimos dez anos, levando em conta o intervalo de 2015 a 2024. Foram comparados dois ciclos de cinco anos, o primeiro de 2015 a 2019 e o segundo de 2020 a 2024.

No comparativo entre os dois ciclos de cinco anos, consoante a Tabela 3, o Brasil e a Rússia registraram uma diminuição de 36% e 40% nas patentes no setor de alimentos. Na China e Índia, o número de patentes na indústria de alimentos quase duplicou, atingindo 120% e 116%, respectivamente, levando em conta que nos anos de pandemia da Covid-19 (2020 e 2021) não houve uma diminuição relevante em relação à média anual do número de patentes em nenhum desses países.

Tabela 3: Comparativo de patentes de países de tecnologias ambientais na indústria de alimentos e o total de tecnologias para indústria de alimentos

Ciclo de 5 anos	Brasil	China	Índia	Rússia
I Ciclo (2015-2019)	173	3359	315	211
II Ciclo (2020-2024)	110	7253	692	127
% I/II	-36%	116%	120%	-40%

Fonte: elaborada pelos autores (2025)

Em relação ao Brasil, uma busca mais abrangente de tecnologias ambientais para alimentos ou produtos alimentícios que resultou em 283 patentes, entre 2015 e 2024, com uma média de 28,3 patentes concedidas e pendentes. A partir de 2022, o número de patentes diminuiu para 25, em 2023 (10 patentes) e em 2024, apenas 02 patentes. Durante esse período, um total de 53 patentes foram recuperadas, com foco no aproveitamento de resíduos sólidos para composição de novos produtos como biofertilizante, biogás e ração animal, baseado no IPC B09B/B65F do inventário verde da Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI). O primeiro IPC é prevacente em todas as patentes selecionadas, enquanto o último IPC aparece em apenas uma das patentes desse grupo.

Ao realizar uma análise comparativa entre as duas investigações PINTEC, de 2017 e 2023, constata-se que, na primeira pesquisa, com exceção do tópico Reciclagem, os demais temas ambientais relativos à contaminação do solo, à redução da emissão de CO₂, substituição de matérias-primas e substituição de energia, foram vistos como de menor importância para as indústrias de alimentos. No entanto, as evidências apontam para uma significativa alteração na liderança de iniciativas ambientais por essa indústria na PINTEC 2023. O predomínio da resposta “Sim” indica uma maior adesão ou interesse das empresas em inovações de produtos e processos que reduzam o impacto no meio ambiente, considerando o cenário anterior.

No triênio de 2015 a 2017, no âmbito da indústria de fabricação de alimentos, um total de 14.362 empresas participou da amostra. Desse total, 6.106 empresas implementaram inovações e 2.301 empresas que implementaram inovações declararam ter reduzido o impacto ambiental.

As 2.301 empresas apontaram entre dez fatores elencados pela pesquisa que contribuíram para a introdução de inovações ambientais, respectivamente: reputação (26,53%), Elevados Custos (24,04%), Códigos de boas práticas (22,68%), Normas Ambientais Futuras (19,10%) e Demanda de Mercado (17,67%), Normas Ambientais Existentes(17,34%), Ações Voluntárias (13,33%), requisitos para contratos públicos (12,95%), Apoio Governamental (10,86%) e Outros (0,62%).

Comparando a ordem de prioridade das indústrias de fabricação de alimentos, com a ordem da indústria em geral, as posições similares são, a Reputação (1ª posição), requisitos para contratos públicos (8ª posição), Apoio Governamental (9ª posição) e Outros (10ª posição), no triênio de 2015 e 2017.

Na PINTEC 2023, 1737 empresas que fabricam produtos alimentícios declararam que tinham iniciativas ou práticas ambientais. Dessas, 1561 afirmaram que essas iniciativas estavam relacionadas a temas materiais (recursos hídricos, resíduos sólidos, eficiência energética, reciclagem e reuso, uso do solo, emissões atmosféricas e outros). Além disso, sendo que 1543 empresas apontaram até oito fatores que contribuíram na realização de inovações ambientais.

Os fatores mais importantes para as 1543 empresas são, respectivamente, atender normas ambientais brasileiras (92,59%), a Estratégia Autônoma da empresa (85,95%), influência de fornecedores e/ou clientes (62,80%), a influência da opinião pública/sociedade civil organizada (44,34%), atender normas ambientais de mercados externos (42%), influência da concorrência (30,44%), atratividade de programas de apoio (públicos ou privados) com 30,09%, e outros (1,76%). Comparando a ordem de prioridade das indústrias de fabricação de alimentos com a ordem da indústria em geral, as posições similares para todos os itens, na PINTEC2023.

É importante destacar o crescimento da relevância das normas ambientais brasileiras, refletida nos percentuais de representatividade da PINTEC 2017 - Normas Ambientais Futuras (19,10%) e Normas Ambientais Existentes(17,34%), em comparação com a PINTEC 2023 - normas ambientais brasileiras (92,59%) e normas ambientais de mercados externos (42%). Ademais, é necessário considerar a dinâmica dos dispositivos regulatórios influenciam as atividades industriais no país.

A indústria de alimentos é classificada como exercendo atividades de nível médio em relação ao seu potencial poluidor e à utilização de recursos ambientais, conforme estabelecido pela Lei n.º 10.165/2000 (Brasil, 2000). Relativamente à política brasileira de resíduos sólidos, embora tenha sido instituída em 2010, sua regulamentação ocorreu apenas em 2022. A Política Nacional de Recursos Hídricos, por sua vez, foi criada em 1997, mas somente teve sua regulamentação efetivada

em 2024. Por último, a política brasileira de transição energética foi instituída recentemente, por meio da Resolução n.º 5 de 26 de agosto de 2024 (Brasil, 2024). As diretrizes gerais para o uso do solo pelas indústrias datam da década de 1980, necessitando atualizações.

Das empresas que possuíam iniciativas/práticas relacionadas aos temas materiais da PINTEC 2023, cuja influência da Regulação é mais efetiva, são as regulamentações voltadas para os Resíduos Sólidos (760) e Recursos Hídricos (653). De forma que as indústrias que fabricam alimentos mostram algum tipo de conhecimento sobre essas legislações, uma vez que mais de 48% responderam “sim”.

O tema “Outros” têm pouca representatividade, mas as frequências das respostas “Não sei/Não conheço” acarretam um peso relevante, indicando a necessidade de maior sensibilização ou formação sobre a legislação que regulamenta esses temas no país.

Tabela 4: Análise de Contingência sobre Influência dos Temas materiais/ambientais

Temas Materiais	Sim	Não	Não sei/Não conheço	Total
Recursos Hídricos	653	335	200	1188
Resíduos Sólidos	760	431	194	1385
Eficiência energética	390	452	193	1035
Reciclagem e reuso	613	498	204	1315
Uso do Solo	318	204	190	712
Emissões atmosféricas	470	318	219	1007
Outros	8	3	0	11
Total	3212	2241	1200	6653

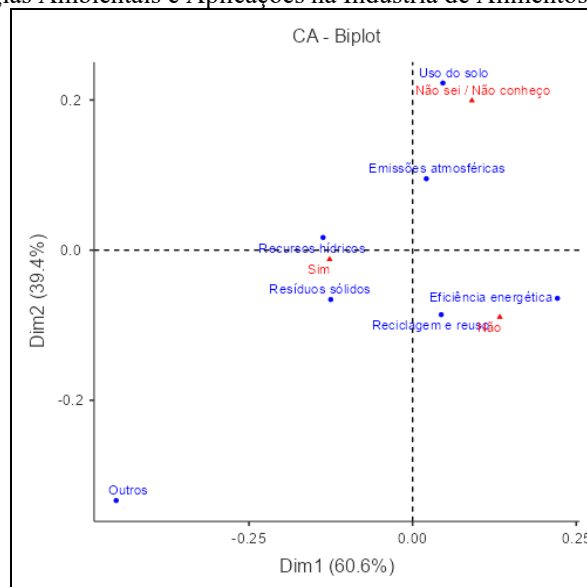
Fonte: elaborada pelos autores (2025)

De acordo com os dados da análise de contingência como mostra a Tabela 4, o teste Qui-Quadrado apresentou um valor de $p < 0.001$, o p é considerado baixo, o que indica que há uma associação estatisticamente significativa entre as categorias dos temas ambientais e as respostas sobre a influência da Regulação na última PINTEC. Como as respostas não são independentes do tema, justifica o uso da Análise de Correspondência para análise das variáveis, permite o detalhamento das associações das categorias temas materiais e as categorias de respostas da influência da regulação.

A resposta “sim” opõe-se ao “não” na Dimensão 1 (valores com sinal oposto). A resposta “Não sei/Não conheço” está mais afastada nas Dimensões 1 e 2, o que mostra um padrão de resposta diferente. O Mapa de Análise de Correspondência é usado para explorar e visualizar relações entre variáveis categóricas, que envolvem o reconhecimento da Regulação e a decisão de investir em inovação ambiental nas áreas dos temas materiais.

Conforme a Figura 2, o mapa é composto de duas dimensões, a Dim1(60,8%) da variância com questões mais afirmativas, sendo o principal componente. Nesse eixo, pode-se indicar a Consciência/Reconhecimento da Regulação versus a Incerteza/Negação/Falta de Ação. A Dim2 (39,2%), no eixo vertical, com informações complementares, mostra questões mais abstratas/desconhecidas versus a questões mais concretas/negadas, em termos de percepção ou ação.

Figura 2: Tecnologias Ambientais e Aplicações na Indústria de Alimentos de patentes no Brasil



Fonte: elaborada pelos autores (2025)

Como os recursos hídricos e os recursos sólidos com maior proximidade ao “sim”. O uso do solo associado as respostas “Não sei” sugere pouca clareza ou esclarecimento das empresas relacionadas ao seu uso na fabricação de alimentos.

O tema emissões atmosféricas, embora em menor grau, ainda suscita dúvidas por partes dessas empresas. Já os temas relacionados a reciclagem e reuso e eficiência energética, situados no quadrante inferior esquerdo, estão associados a resposta “não”, o que indica falta ação ou efeito, conhecimento ou percepção das empresas sobre os dispositivos regulatórios. As respostas “outros” não se observou relevância.

Em resumo, pode-se inferir que há um bom reconhecimento e afirmação sobre as questões de Recursos Hídricos e Recursos Sólidos. Por outro lado, uma significativa falta de conhecimento ou reconhecimento sobre o Uso do Solo. Como as questões de Reciclagem e reuso e Eficiência Energética estão associadas ao “não”, indica lacunas na prática ou no reconhecimento dessas áreas.

4 Considerações finais

A inovação ambiental e a salvaguarda da propriedade intelectual são de grande importância para as indústrias de fabricação de alimentos. Haja vista a identificação e caracterização das novas tecnologias onde há o patenteamento e inovação, e como essas tecnologias ambientais de ponta são muito relevantes comprovada a abrangência da proteção em muitos países, além do Brasil, essas indústrias conseguem a oportunidade de adotar ou adaptar o nível de inovação.

Ao comparar o Brasil com China, Índia e Rússia, observou-se uma performance muito inferior em tecnologias prioritárias do país, sinalizando a necessidade de mais investimentos em pesquisa e desenvolvimento no país.

Quanto as iniciativas e práticas das empresas para diminuir os impactos ambientais, constata-se que a inovação de produtos e processos das indústrias alimentícias brasileiras são fruto de uma produção mais limpa e sustentável, para atender os requisitos regulatórios aplicados no Brasil e no exterior e estratégicos da empresa para atuar em um mercado competitivo, dado a maior seletividade, por parte das partes interessadas, em prol do meio ambiente.

Cabe destacar ainda que, em relação à disposição das indústrias para com a regulação ambiental, observa-se que as iniciativas e práticas ambientais voltadas para o uso dos Recursos Hídricos e Recursos Sólidos demonstram forte influência dos dispositivos regulatórios brasileiros. Em contrapartida, a necessária reciclagem, o reuso, o uso do solo e, principalmente, a eficiência energética não tem sido significativamente impulsionada pela regulação vigente, o que pode comprometer os avanços na redução de desperdícios e o cumprimento das metas do país relativas ao Objetivo Sustentável 12 (Consumo e produção responsáveis), contribuindo assim para a formulação de políticas públicas e estudos futuros.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Agência de Inovação da Universidade Federal de Sergipe por disponibilizar o sistema Orbit Intelligence e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Referências

BRASIL. Lei n. 10.165, de 27 de dezembro de 2000. Altera a Lei n. 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, v. 138, n. 249, 28 dez. 2000. Disponível em:

<https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=28/12/2000&jornal=1&pagina=1&totalArquivos=304>. Acesso em: 25 fev. 2026.

BRASIL. Resolução n. 5 de 26 de agosto de 2024. Institui a Política Nacional de Transição Energética – PNTE, o Plano Nacional de Transição Energética – Plante, o Fórum Nacional de Transição Energética – Fonte, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, v. 65, n. 166, 28 ago. 2024. Disponível em: <https://sintse.tse.jus.br/documentos/2024/Ago/28/para-conhecimento-geral/despacho-do-presidente-da-republica-exposicao-de-motivos-no-37-de-26-de-agosto-de-2024-resolucao>. Acesso em: 25 fev. 2026.

CHEN, C. Development of green business strategies through green dynamic capabilities and environmental regulation: empirical evidence from the construction sector. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 438, p. 140826, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.140826>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652624002737?via%3Dihub>. Acesso em: 25 fev. 2026.

IBGE. **Pesquisa de Inovação Semestral**: indicadores temáticos: práticas ambientais e biotecnologia: 2023. Rio de Janeiro: IBGE, 2024.

WIPO – World Intellectual Property Organization. **IPC Green Inventory**. Disponível em: <https://www.wipo.int/classifications/ipc/green-inventory/home>. Acesso em: 25 fev. 2026.

KUCUKVAR, M. *et al.* Assessing regional and global environmental footprints and value added of the largest food producers in the world. **Resources, Conservation and Recycling**, [s. l.], v. 144, p. 187-197, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.01.048>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921344919300564>. Acesso em: 25 fev. 2026.

CNI – Confederação Nacional da Indústria. **Mapa Estratégico da Indústria 2018–2022**. Disponível em: <https://www.portaldaindustria.com.br/publicacoes/2018/3/mapa-estrategico-da-industria-2018-2022/>. Acesso em: 25 fev. 2026.

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **ODS 12 – Consumo e Produção Responsáveis**. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/ods/ods12.html>. Acesso em: 25 fev. 2026.

PORTER, M. E.; LINDE, C. V. D. **Green and competitive**: ending the stalemate. *Harvard Business Review*, set./out. 1995. Disponível em: <https://hbr.org/1995/09/green-and-competitive-ending-the-stalemate>. Acesso em: 25 fev. 2026.

XING, X. *et al.* Linking environmental regulation and financial performance: The mediating role of green dynamic capability and sustainable innovation. **Sustainability**, [s. l.], v. 12, n. 3, p. 1007, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/su12031007>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/3/1007>. Acesso em: 25 fev. 2026.

Data de submissão: 26/09/2025

Data de aceite: 10/02/2026