

Inovação sustentável como vantagem competitiva no setor químico

Sustainable innovation as a competitive advantage in the chemical sector

Gustavo de Oliveira HANAUER^{1*}, Dusan SCHREIBER¹, Luciane Pereira VIANA¹

Artigo recebido em
28 de fevereiro de 2025

Versão final aceita em
6 de janeiro de 2026

Publicado em
21 de agosto de 2026

1 Universidade Feevale
(Feevale), Novo Hamburgo,
RS, Brasil.

* E-mail de contato: gustavo.hanauer@icloud.com

Resumo: A inovação sustentável combina desenvolvimento econômico, responsabilidade social e preservação ambiental, impulsionando a competitividade empresarial. Essa abordagem estratégica permite enfrentar desafios globais, como mudanças climáticas e escassez de recursos, promovendo práticas mais eficientes e responsáveis. Diante deste contexto, este estudo tem como objetivo analisar o processo de inovação sustentável, como vantagem competitiva, em empresas do setor químico. A pesquisa foi dividida em duas etapas: na qualitativa, adotou-se o estudo de caso único, baseada em entrevistas em profundidade com colaboradores da Empresa Q e especialistas que não atuam na operação, observação participante e levantamento documental. As informações coletadas foram analisadas por meio da técnica de análise de conteúdo. Os resultados dessa etapa serviram de base para a elaboração de um survey aplicado na segunda etapa, com empresas do mesmo setor identificadas por meio do cadastro da ABIQUIM e pela base de dados da Empresa Q. Na etapa qualitativa, constatou-se que a empresa estudada implementou ações de inovação sustentável, demonstrando preocupação ambiental, apesar das restrições financeiras que retardam esse processo. A análise quantitativa indicou que empresas do setor químico compartilham operações semelhantes e priorizam eficiência, produtividade e relações externas. Por fim, os resultados evidenciaram que a inovação sustentável constitui uma vantagem competitiva ao impulsionar eficiência e reduzir impactos ambientais, pois reduz custos operacionais por meio do uso eficiente de recursos, fortalece a reputação corporativa e atende à crescente demanda por soluções ambientalmente responsáveis. No entanto, sua efetividade depende de investimentos em tecnologia, capacitação profissional e transformação da cultura organizacional.

Palavras-chave: competitividade; indústria química; inovação sustentável; sustentabilidade.

Abstract: Sustainable innovation combines economic development, social responsibility and environmental preservation, boosting business competitiveness. This strategic approach makes it possible to address global challenges, such as climate change and resource scarcity, by promoting more efficient and responsible practices. Given this context, this study aims to analyze the process of sustainable innovation as a competitive advantage in companies in the chemical sector. The research was divided into two stages: in the qualitative stage, a single case study was adopted, based on in-depth interviews with employees of Company Q and experts who do not work in the operation, participant observation and document survey. The information collected was analyzed using the content analysis technique. The results of this stage served as a basis for the preparation of a survey applied in the second stage, with companies in the same sector identified through the ABIQUIM registry and the Company Q database. In the qualitative stage, it was found that the company studied implemented sustainable innovation actions, demonstrating environmental concern, despite the financial constraints that slow down this process. The quantitative analysis indicated that companies in the chemical sector share similar operations and prioritize efficiency, productivity and external relations. Finally, the results showed that sustainable innovation constitutes a competitive advantage by boosting efficiency and reducing environmental impacts, as it reduces operating costs through the efficient use of

resources, strengthens corporate reputation and meets the growing demand for environmentally responsible solutions. However, its effectiveness depends on investments in technology, professional training and transformation of organizational culture.

Keywords: competitive advantage; chemical industry; sustainable innovation; sustainability.

1. Introdução

A inovação é amplamente reconhecida como um fator essencial para a vantagem competitiva das empresas em ambientes dinâmicos. Desde as primeiras definições de Schumpeter na década de 1920, o conceito tem sido associado à introdução de novos métodos e abordagens que diferem dos modelos existentes (Crossan & Apaydin, 2010; Hansen & Wakonen, 1997). Com o avanço das discussões sobre sustentabilidade, surge a inovação sustentável, que busca alinhar desenvolvimento econômico, responsabilidade social e preservação ambiental. Esse conceito envolve a criação de produtos, processos e modelos de negócio que minimizam impactos ambientais e promovem benefícios sociais, impulsionando mudanças positivas na sociedade (Hanaysha et al., 2025; Li et al., 2025).

A inovação sustentável desempenha um papel estratégico nas operações empresariais, pois permite a adoção de práticas inovadoras que consideram impactos ambientais e sociais ao longo de todo o ciclo produtivo, desde a obtenção de matérias-primas até a disposição final. Segundo Dias et al. (2025), essa abordagem é fundamental para enfrentar desafios globais, como mudanças climáticas e escassez de recursos, exigindo uma mentalidade voltada para a criação de valor compartilhado. Dessa forma, ao incorporar a inovação sustentável, as empresas não apenas fortalecem sua competitividade, mas também promovem a responsabilidade corporativa e contribuem para um futuro mais equilibrado e sustentável. Por esse motivo evidencia-se crescente interesse das organizações, especialmente do setor industrial, em adotar processos de inovação sustentável. Um dos setores industriais de destaque nesta busca por inovações em busca de competitividade, é o de fabricação de produtos químicos (Carvalho et al., 2021; Ghobakhloo & Ching, 2019; Meincke et al., 2018).

De acordo com Falkenroth-Naidu et al. (2023), a indústria química global tem crescido significativamente, impulsionada pela demanda em setores como automotivo, construção, eletrônicos e alimentos, registrando alta de quase 25% em 2021, após a pandemia. A Associação Brasileira de Indústrias Químicas (ABIQUM, 2022) destaca que os cinco maiores mercados são China, EUA, Alemanha, Japão e Coreia, com o Brasil em sexto lugar. No Brasil, o setor faturou US\$ 187 bilhões em 2022, crescimento de 27,3% em relação a 2021, enquanto os produtos químicos industriais alcançaram US\$ 88 bilhões (+24,6%).

A inovação e o investimento tecnológico são cruciais para novos produtos e processos sustentáveis (Mohan & Katakojwala, 2021). Fantke et al. (2021)

apontam que a digitalização amplia a base de dados e melhora eficiência e produtividade. Assim, a revolução tecnológica na indústria química é essencial para competitividade, crescimento e adaptação às demandas socioambientais (Carvalho et al., 2021; Meincke et al., 2018). A modernização do setor químico, baseada em inovação e sustentabilidade, fortalece sua competitividade e permite atender às novas exigências de mercado, conciliando crescimento econômico com responsabilidade ambiental e social (Carvalho et al., 2021; Ghobakhloo & Ching, 2019).

Diante deste contexto, este estudo tem como objetivo analisar o processo de inovação sustentável, como vantagem competitiva, em empresas do setor químico. Como metodologia optou-se na primeira etapa pela pesquisa qualitativa, na qual foi estudada uma indústria química de adesivos, solventes e selantes de pequeno porte, localizada na região do Vale do Rio dos Sinos, no Rio Grande do Sul. A empresa atua há mais de 30 anos no Brasil, atendendo segmentos como náutico, calçadista, moveleiro e estofados, sendo identificada neste estudo pelo codinome Empresa Q, visando preservar a verdadeira identidade. Na segunda etapa, de abordagem quantitativa, elaborou-se um questionário aplicado em indústrias químicas identificadas pelo cadastro da Associação Brasileira da Indústria Química (ABIQUIM) de 2024.

Este estudo está dividido nos seguintes tópicos:

- (1) Introdução;
- (2) Fundamentação teórica com as características da inovação sustentável;
- (3) Metodologia, apresentando as técnicas metodológicas utilizadas para coletar e analisar os dados;
- (4) Análise e discussão dos resultados da abordagem qualitativa e da quantitativa;
- (5) Conclusões.

2. Inovação sustentável como estratégia de competitividade

A capacidade de inovar tem sido amplamente reconhecida como um elemento central para que as organizações mantenham vantagem competitiva em contextos caracterizados por rápida mudança. Em um ambiente empresarial dinâmico, a habilidade de criar soluções novas e adaptar-se continuamente torna-se um diferencial estratégico para a sobrevivência e o desempenho superior das empresas. Embora o debate contemporâneo sobre o tema seja vasto, as bases conceituais da inovação remontam aos estudos de Schumpeter na década de 1920, que associavam inovação à introdução do novo, seja na forma de produtos, processos ou métodos até então inexistentes. Essa perspectiva foi posteriormente ampliada por diferentes autores, que enfatizam que inovar significa transformar práticas estabelecidas e propor alternativas capazes de

gerar valor e romper com padrões tradicionais (Crossan & Apaydin, 2010; Hansen & Wakonen, 1997).

Na visão de Schumpeter (1997), as empresas buscam inovar principalmente por razões financeiras, já que uma nova tecnologia pode conferir uma vantagem competitiva, independentemente do setor em que a inovação é aplicada. De acordo com o Manual de Oslo (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico [OCDE], 2018), pode-se identificar quatro tipos principais de inovações, sendo elas:

- (i) inovação em produtos;
- (ii) inovação em processos;
- (iii) inovação em marketing; e
- (iv) inovação em modelo de negócio.

Conforme apresentando pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), a inovação em produtos diz respeito ao desenvolvimento de novos produtos ou melhorias significativas nos existentes, contemplando também o investimento em pesquisa e desenvolvimento (P&D). Por outro lado, a inovação em processos busca aprimorar as etapas de produção ou o ciclo de entrega de produtos/serviços, desde o seu início até o seu fim, utilizando automação de processos, ou qualquer outro método que possa aumentar o desempenho e/ou reduzir custos. A inovação em marketing concentra-se em estratégias promocionais e comerciais inovadoras, visando um maior alcance da marca através de campanhas publicitárias, mídias sociais e até mesmo pelo reaproveitamento de produtos em novos segmentos. Por fim, a inovação em modelo de negócio envolve uma reestruturação da operação e a geração de valor da empresa através de resultados econômicos, contemplando, por exemplo, o estabelecimento de novas parcerias estratégicas e até mesmo uma mudança na cadeia de suprimentos (OCDE, 2018).

Diante do contexto de resultados mais sustentáveis, emerge o conceito de inovação sustentável, diretamente associado à capacidade inovadora das organizações, visto que ambos impulsionam mudanças positivas na sociedade e no meio ambiente. Essa abordagem envolve a criação de novos produtos, processos e modelos de negócio orientados à redução de impactos e ao fortalecimento da sustentabilidade ambiental e social, conforme evidenciam estudos recentes que relacionam inovação sustentável, responsabilidade corporativa e desempenho sustentável (Hanaysha et al., 2025; Li et al., 2025).

A inovação sustentável, portanto, tem se destacado como uma estratégia que busca conciliar o desenvolvimento econômico com a preservação ambiental e a responsabilidade social, implicando uma visão sistêmica dos impactos ao longo de toda a cadeia produtiva. Além disso, as práticas de inovação orientadas pela sustentabilidade estão contribuindo cada vez mais para enfrentar desafios globais, como mudanças climáticas, uso intensivo de recursos e pressão regulatória, ao promover a criação de valor compartilhado e a integração

entre eficiência tecnológica e responsabilidade socioambiental (Dias et al., 2025; Li et al., 2025).

No âmbito das operações, a inovação sustentável desempenha papel central ao orientar empresas a desenvolver soluções que considerem impactos ambientais e sociais em todas as etapas do ciclo de vida. Evidências atuais reforçam que práticas inovadoras voltadas à sustentabilidade fortalecem a competitividade organizacional, ampliam o desempenho ambiental e potencializam o engajamento dos *stakeholders*, promovendo estratégias alinhadas à responsabilidade corporativa (Hanaysha et al., 2025; Li et al., 2025).

As preocupações ambientais globais, como os esgotamentos de recursos naturais e a poluição do ar, veem despertando um interesse em promover inovação sustentável entre as lideranças das empresas. Na manufatura, por exemplo, a inovação sustentável envolve a introdução de práticas e processos mais sustentáveis, visando a redução da poluição e a melhora ambiental. A inovação sustentável pode ser considerada uma das maneiras mais eficazes de aliviar a pressão ambiental sem sacrificar a competitividade econômica. Isso porque, é impulsionada por fatores internos e externos nas organizações, incluindo, desde uma gestão eficiente de recursos, até uma cultura organizacional direcionada para práticas mais verdes e por demandas e exigências do mercado (Demirel & Danisman, 2019; Ogiemwonyi et al., 2023; Ogiemwonyi & Harun, 2020; Peng et al., 2021).

Para Silva et al. (2020), o processo de busca e implementação da inovação consiste principalmente em monitorar o ambiente externo, para que seja possível encontrar oportunidades de trazer a inovação sustentável para dentro da empresa, por meio de ideias inovadoras e de tecnologias recentes, o que também é possível a partir da colaboração com agentes externos à empresa (fornecedores e parceiros).

Complementam, ainda, Costa et al. (2021), que para uma implementação adequada de práticas que estimulam a inovação sustentável nas empresas, o papel do marketing verde assume importância significativa com movimentos de conscientização de todos os envolvidos em relação à importância da relação homem-máquina e meio ambiente. As estratégias de marketing e de comunicação relacionadas à inovação sustentável nas empresas devem se concentrar em transmitir ideias que apoiem a questão ambiental, como a redução do consumo de energia, o uso de reciclados e a comunicação clara dos valores internos da organização. Além disso, destaca-se que o marketing verde visa a educação ambiental por meio de um impacto menor ao meio ambiente, criando formas de abordagens emocionais na busca por consumidores conscientes do papel que desempenham na preservação do planeta (Costa et al., 2021; Morales et al., 2022).

A inovação sustentável se destina a aprimorar e maximizar a utilização de recursos de forma a alcançar padrões sociais ideais que possam gerar benefícios sustentáveis tanto para as empresas, quanto para a sociedade. Ainda de acordo com os autores, a inovação sustentável pode ser concebida como uma

inovação processual para o desempenho das empresas ou, até mesmo, como um tipo de inovação de produtos que promovem a sustentabilidade ao longo do seu ciclo de vida (Ogiemwonyi et al., 2023).

No entanto, é comum os gestores encontrarem dificuldades à inovação sustentável, como o tempo que novas práticas de gestão são difundidas, pois quanto mais tempo leva-se para estabelecer as propostas, mais as práticas sustentáveis na inovação demoram para acontecer (Rauter et al., 2023). Complementam ainda os autores que os problemas e as falhas ao implementar a inovação sustentável nas empresas podem ser originados de níveis mais profundos e enraizados, ao ser comparado com as inovações tradicionais. As inovações em sustentabilidade exigem a construção de novas capacidades e o conhecimento necessário para que se prossiga com as inovações, como tecnologias mais atuais, adaptações nas abordagens de gestão, mudanças na cadeia de suprimentos e alterações de atitudes e valores da organização (Rauter et al., 2023; Urbinati et al., 2023; Weidner et al., 2021).

Algumas empresas optaram por aderir a inovação sustentável com a inclusão de tecnologias que as auxiliassem na resolução de desafios ambientais e no cumprimento de regulamentações ecológicas que são impostas pelos órgãos reguladores (Ogiemwonyi et al., 2023). Rosa et al. (2020) acreditam que o comportamento de inovação sustentável pode reforçar a consciência e a atitude das empresas em relação aos desafios ambientais. No entanto, o comportamento da inovação sustentável pode ser considerado uma mistura de vários valores, estando entre eles valores ecológicos, tecnológicos, econômicos, sociais e humanísticos (Ogiemwonyi et al., 2023).

O compromisso sustentável das empresas, fomentado pela inovação sustentável, tem um impacto significativo no processo decisório de qualquer empreendimento. A progressão desse compromisso está diretamente ligada ao crescente apoio tecnológico e à melhoria contínua do desempenho inovador, sendo refletido direta e indiretamente nos resultados das organizações (Ogiemwonyi et al., 2023; Rosa et al., 2020).

Dessa forma, a integração da inovação sustentável deve ser acompanhada pela manutenção e aprimoramento da competitividade industrial. As empresas que optam por uma operação em redes globais de valor precisam alcançar vantagens competitivas, por meio da criação de valor sustentável (Van Erp et al., 2023). Para os autores, a implementação e a adoção da inovação sustentável na produção das empresas podem proporcionar uma série de vantagens competitivas, com efeitos de curto e longo prazo, além de ampliar os impactos positivos e reduzir os impactos negativos da operação. A tendência de aumentar a competitividade industrial serve como motivação fundamental, enfatizando a importância da estratégia da sustentabilidade para as empresas.

De acordo com Rotondo et al. (2023), a inovação sustentável pode ser considerada um processo gradual que envolve melhorias contínuas em diferentes estágios. Inicialmente, a ênfase recai sobre questões ambientais, concentrando-se, principalmente, em melhorias na estrutura básica das empresas.

Nas próximas fases, o foco volta-se a fortalecer a proposta de valor, desenvolver ferramentas de gestão, e adotar uma abordagem mais abrangente da sustentabilidade.

Ainda para os autores, em diferentes etapas do processo, diversas estratégias são empregadas para promover a inovação sustentável: inicialmente, promove-se e dissemina-se uma visão dentro da organização na qual a sustentabilidade é fundamental para o futuro da empresa. Posteriormente, são feitos investimentos nas estruturas essenciais, para que se possa concretizar essa visão. Por fim, os resultados dessas ações podem indicar que os principais desafios enfrentados pela inovação sustentável são de natureza interna, e estão principalmente relacionados a questões organizacionais. No entanto, essas barreiras podem apresentar menos impacto em empresas cuja missão já esteja integrada com questões sustentáveis (Rotondo et al., 2023).

Diante deste contexto, a inovação sustentável pode tornar-se uma fonte de vantagem competitiva ao diferenciar a empresa no mercado e fortalecer sua posição estratégica, permitindo-lhe reduzir custos, atender a novas demandas e mitigar riscos associados à sustentabilidade (Porter, 2008). Ainda de acordo com o autor, a vantagem competitiva pode ser considerada um conceito central na administração estratégica, referindo-se à capacidade de uma organização de se destacar no mercado e obter um desempenho superior ao de seus concorrentes. Além disso, as empresas podem alcançar essa vantagem por meio de três estratégias genéricas: liderança em custos, diferenciação ou enfoque. A liderança em custos envolve a produção eficiente para oferecer preços mais baixos, enquanto a diferenciação busca criar produtos ou serviços únicos. Já a estratégia de enfoque concentra-se em nichos específicos do mercado.

No contexto da inovação sustentável, a vantagem competitiva decorre da capacidade organizacional de integrar práticas ambientais aos processos produtivos, elevando a eficiência operacional, reduzindo desperdícios e fortalecendo o alinhamento às pressões regulatórias. Além disso, a incorporação de capacidades verdes e o desenvolvimento de competências socioambientais tornam as empresas mais aptas a responder ao dinamismo do mercado e às exigências crescentes de sustentabilidade (Siddiquei et al., 2025).

Nesse sentido, complementam Siddiquei et al. (2025) que lideranças orientadas à sustentabilidade criam condições internas que favorecem a construção de vantagens competitivas duradouras, por meio de capacidades difíceis de imitar, como visão compartilhada, engajamento socioambiental e práticas organizacionais sustentáveis. Evidências mostram também que organizações que desenvolvem capacidades baseadas em redes e aprendizagem são mais resilientes às mudanças externas, ampliam seu desempenho e consolidam posições competitivas superiores em cenários de transformação tecnológica e ambiental (Bai et al., 2025).

Tao (2025) destaca que as preferências do consumidor aumentam a tensão competitiva entre as empresas, necessitando, assim, de inovação contínua. Consequentemente, para se diferenciarem no cenário competitivo do merca-

do, as empresas precisam cultivar uma imagem de marca verde favorável. A ênfase na imagem da marca não apenas aumenta a visibilidade das empresas no mercado, mas também eleva seu valor percebido entre os consumidores. Essa diferenciação transmitida pode servir como um meio para as empresas obterem uma vantagem competitiva (Zhao et al., 2016).

De acordo com o Modelo das Cinco Forças de Porter, as empresas em mercados altamente competitivos tendem a implementar diferentes estratégias destinadas a alcançar a diferenciação de mercado para garantir uma vantagem competitiva (Tao, 2025). Complementa o autor que as empresas têm de se distinguir dos seus rivais através da criação de produtos e serviços sustentáveis, e que essa abordagem não só aumenta a sua competitividade no mercado, como também intensifica a pressão competitiva enfrentada pelas empresas do setor. Portanto, entende-se que a vantagem competitiva de uma empresa pode ser baseada em seus recursos e em suas capacidades distintas de gerar a inovação e transmiti-la ao mercado (Boubaker et al., 2022). Tal afirmação é sustentada por Schilke (2014), que complementa que uma organização desfruta de vantagem competitiva quando tem uma capacidade superior sobre seus rivais atuais e potenciais.

3. Material e métodos

Este estudo foi dividido em duas etapas. A primeira delas seguiu uma abordagem qualitativa, descritiva e de caráter aplicado, adotando como estratégia um estudo de caso único em uma indústria química (Demo, 2022; Yin, 2015). Para preservar sua identidade, essa empresa será referida neste trabalho como Empresa Q. Localizada na região do Vale do Rio dos Sinos, no estado do Rio Grande do Sul, sua principal atividade envolve a produção de adesivos, solventes e selantes.

Para a coleta de dados, foram empregadas as seguintes técnicas:

- (i) entrevistas em profundidade com colaboradores da empresa que atuam na operação;
- (ii) entrevistas detalhadas com especialistas em química, que não atuam na empresa;
- (iii) observação sistemática participante; e
- (iv) análise documental, a partir de registros internos fornecidos pela empresa (Gil, 2008; Malhotra, 2019; Prodanov & Freitas, 2013).

As entrevistas contaram com a participação de cinco profissionais diretamente ligados às operações da empresa e três especialistas externos em operações, que prestam serviços de consultoria à organização analisada. Os entrevistados foram codificados pelas siglas Q1, Q2, Q3, Q4, Q5, Q6, Q7 e Q8.

A Tabela 1 apresenta informações de cinco colaboradores (Q1 a Q5), identificando setor, função e tempo de atuação na empresa. As funções e setores

Tabela 1 Setor, função e tempo de experiência dos entrevistados, colaboradores da empresa, na etapa qualitativa da pesquisa.

Identificação	Setor em que trabalha na empresa	Função exercida na empresa	Tempo de atuação na empresa
Q1	Administrativo	Diretor	Acima de 7 anos
Q2	Financeiro	Analista	1 ano
Q3	Faturamento	Auxiliar	1 ano e 8 meses
Q4	Industrial	Químico Industrial	Acima de 9 anos
Q5	Comercial	Coordenadora	9 meses

são: Diretor Administrativo, Analista Financeiro, Auxiliar de Faturamento, Químico Industrial e Coordenadora Comercial. O tempo de empresa varia de 9 meses a mais de 9 anos.

A Tabela 2 apresenta informações de três especialistas externos entrevistados (Q6 a Q8), todos com formação na área química e ampla experiência profissional no setor. Os perfis incluem um químico industrial proprietário de uma indústria química de porte semelhante à empresa estudada (Q6), bem como dois especialistas que atuam como consultores e professores de ensino superior (Q7 e Q8). O tempo de experiência profissional dos entrevistados varia entre 20 e 40 anos, evidenciando elevado nível de conhecimento técnico e vivência no setor químico.

Para a realização das entrevistas, foi elaborado um roteiro de perguntas fundamentado na revisão da literatura. A validação desse roteiro ocorreu em 03 de abril de 2024, com dois especialistas de nível doutoral na área de administração e três funcionários da empresa analisada, a fim de verificar a clareza e a compreensão das questões formuladas (Gil, 2008; Malhotra, 2019). Todas as entrevistas foram registradas em áudio e posteriormente transcritas. Os textos resultantes passaram por análise de conteúdo, conforme as diretrizes de Bardin (2011). As entrevistas foram conduzidas entre 04 de abril de 2024 e 26 de julho de 2024.

Para o levantamento documental, que ocorreu entre abril e julho de 2024, foi desenvolvido um *checklist* para identificar as ferramentas e registros disponíveis, incluindo o sistema ERP, laudos químicos, histórico de licenças e demais documentos administrativos. A observação sistemática foi realizada por um dos autores, que, à época, era colaborador da empresa e possuía amplo acesso às informações, às rotinas operacionais e aos arquivos internos. Esse método seguiu a abordagem de Malhotra (2019), sendo estruturado, natural e pessoal.

Tabela 2 Formação/atuação e tempo de experiência profissional dos especialistas entrevistados na etapa qualitativa da pesquisa.

Identificação	Formação/Atuação	Experiência Profissional
Q6	Químico industrial e proprietário de indústria química de porte semelhante à empresa estudada	25 anos
Q7	Especialista, químico industrial, consultor na área e professor de ensino superior	40 anos
Q8	Especialista, engenheiro químico, consultor na área e professor de ensino superior	20 anos

A análise dos dados seguiu a técnica de análise de conteúdo proposta por Bardin (2011) e foi organizada em três fases: a pré-análise, que envolveu a construção dos roteiros de entrevistas, do *checklist* para levantamento documental e da estruturação das ideias centrais; a fase de análise, na qual foram organizadas tabelas, quadros e sintetizadas as respostas coletadas, além da definição das categorias principais, sendo elas: (i) inovações que ocorreram na empresa e (ii) indicadores de vantagens competitivas relacionadas com a inovação sustentável; e, por fim, a etapa de tratamento dos dados, onde foram delimitados os resultados, realizadas as interpretações e apresentadas propostas de aprimoramento.

A segunda etapa da pesquisa seguiu uma abordagem quantitativa, na qual foi elaborado um questionário com afirmações fechadas em uma escala *Likert* de cinco pontos. O objetivo era realizar um *survey* com indústrias químicas identificadas a partir do registro empresarial da Associação Brasileira da Indústria Química (ABIQUIM, 2024) e do banco de dados da Empresa Q.

Foram inicialmente encontradas 171 empresas em todo o Brasil, abrangendo diferentes portes e segmentos. Após um refinamento, mantendo apenas aquelas com atividade principal na manufatura química, o número foi reduzido para 152. Em seguida, foram buscados os contatos institucionais nos *websites* das empresas, resultando na obtenção de 107 endereços de e-mail para envio do questionário.

A construção do instrumento de pesquisa foi baseada na revisão teórica e nos achados da etapa qualitativa, conforme recomendado por Hair et al. (2009). Optou-se por manter o anonimato dos participantes. O questionário foi dividido em duas seções: a primeira abordou dados demográficos e o perfil dos respondentes, como gênero, localização da empresa, tempo de experiência, escolaridade e cargo ocupado. A segunda seção continha afirmações relacionadas ao investimento da empresa em inovação e tecnologia, eficiência operacional, relacionamento com fornecedores e gestão da qualidade.

Antes da coleta dos dados, o questionário passou por um processo de validação utilizando a técnica Delphi (Wright et al., 1991). Após o pré-teste e ajustes necessários, em 24 de agosto de 2024 os e-mails foram enviados às 107 empresas listadas, acompanhados de uma breve introdução ao estudo e um *link* para acesso ao questionário *online*. O período de resposta ocorreu entre 24 de agosto e 06 de setembro de 2024. Segundo Hair et al. (2009), um mínimo de 30 respostas é necessário para análise estatística. Com a obtenção de 34 respostas, provenientes de 28 empresas situadas nos estados do Rio Grande do Sul, São Paulo e Rio de Janeiro, a pesquisa foi encerrada.

Para analisar os dados da etapa quantitativa optou-se pela análise estatística descritiva, sendo apresentados, na seção de análise e discussão dos resultados, os valores de média, desvio padrão e moda das variáveis investigadas. Conforme Hair et al. (2009), a média representa a tendência central das respostas, indicando o valor médio atribuído pelos respondentes a cada afirmativa avaliada, sendo amplamente utilizada para sintetizar o comportamento

geral da amostra; o desvio padrão expressa o grau de dispersão das respostas em torno da média, permitindo avaliar o nível de concordância ou heterogeneidade entre os participantes, de modo que valores mais baixos indicam maior consenso nas percepções analisadas; a moda, por sua vez, corresponde ao valor mais frequentemente observado no conjunto de respostas, sendo particularmente útil em escalas do tipo Likert para identificar a alternativa predominante entre os respondentes. A utilização dessas medidas descritivas possibilita uma interpretação consistente do comportamento dos dados coletados, contribuindo para a compreensão das percepções dos participantes sobre inovação sustentável e vantagem competitiva no setor químico, conforme recomendado em estudos de *survey* e validação de instrumentos (Hair et al., 2009; Wright et al., 1991).

A Tabela 3 reúne informações de 34 respondentes do *survey*, distribuídos em diferentes cargos (coordenadores, gerentes, analistas e demais cargos com hierarquia menor), níveis de formação acadêmica (pós-graduação, ensino superior, formação técnica e outras formações) e gênero (homens e mulheres). Observa-se que a maioria dos participantes ocupa cargos de coordenação (23,5%) e gerência (20,6%), enquanto os 55% restantes estão distribuídos em demais funções de menor hierarquia. Em relação à formação acadêmica, predominam profissionais com pós-graduação (44,1%), seguidos por ensino superior completo (23,6%) e formação técnica (17,6%). Quanto ao gênero, a amostra apresenta relativa proximidade entre homens (56%) e mulheres (44%), indicando diversidade no perfil dos respondentes.

Após a caracterização da amostra, foi realizada a análise estatística dos dados coletados. Aplicou-se a técnica de análise descritiva multivariada, conforme Hair et al. (2009), para interpretação dos resultados, incluindo cálculos de tendência central e medidas de dispersão.

Tabela 3 Perfil sociodemográfico e profissional dos participantes da etapa quantitativa (*survey*) em empresas do setor químico brasileiro.

Informações de perfil dos entrevistados	Percentual	Respondentes
Cargo		
Coordenadores	23,5%	8
Gerentes	20,6%	7
Analistas	11,8%	4
Demais cargos de hierarquia menor com menos de 3 respondentes	44,1%	15
Formação Acadêmica		
Pós-graduação	44,1%	15
Ensino Superior	23,6%	8
Formação Técnica	17,6%	6
Outras formações	14,7%	5
Gênero		
Homens	56%	19
Mulheres	44%	15

4. Análise e discussão dos resultados

A aplicação dos procedimentos metodológicos descritos no capítulo anterior resultou na obtenção de um conjunto de dados, que são apresentados e analisados a seguir. Inicialmente, são expostos os achados da etapa qualitativa, destacando as principais evidências e interpretações dessa fase da pesquisa. Na sequência, aborda-se a etapa quantitativa, apresentando a análise descritiva dos dados e, por fim, da correlação entre a teoria e as variáveis associadas à inovação sustentável nas empresas.

4.1. Resultados da abordagem qualitativa da pesquisa

As primeiras duas perguntas da entrevista relacionam-se entre si, e buscaram entender sobre as inovações em processos e produtos que ocorreram nas empresas e no setor químico em geral, nos últimos cinco anos, e quais foram os motivos dessas inovações.

A Tabela 4 sintetiza as inovações implementadas nos últimos cinco anos e os motivos associados, a partir das respostas dos oito entrevistados (Q1 a Q8). Observa-se a adoção de diferentes tipos de inovação, envolvendo práticas de logística reversa, substituição de matérias-primas, automação de processos, digitalização de rotinas, implementação de sistemas ERP, uso de tecnologias digitais e melhorias em comunicação e marketing. Os motivos apontados concentram-se principalmente na busca por aumento de produtividade, redução de custos operacionais, melhoria do atendimento ao cliente, adequação à legislação ambiental, fortalecimento da imagem da marca e mitigação de riscos produtivos e ambientais, evidenciando a relação entre inovação, eficiência operacional e competitividade no setor químico.

As inovações identificadas nas respostas dos entrevistados podem ser agrupadas em três grandes temas: inovação sustentável, automação e gestão, e estratégias para eficiência produtiva e ambiental. Esses aspectos refletem a integração de tecnologias e práticas inovadoras para melhorar a sustentabilidade, a produtividade e a competitividade empresarial.

A inovação sustentável, segundo Dias et al. (2025) e Silva et al. (2020), está associada à redução dos impactos ambientais e sociais ao longo do ciclo operacional. De acordo com as respostas, essa abordagem se materializou na busca por fornecedores sustentáveis, na substituição de matérias-primas, na implementação de logística reversa e na reutilização de embalagens. Iniciativas como a instalação de placas solares, troca de lâmpadas para LED e recirculação de água também demonstram esforços para otimizar o consumo de recursos e reduzir os impactos ambientais causados (Demirel & Danisman, 2019; Ogiemwonyi et al., 2023).

O investimento em automação e gestão é outro aspecto relevante da inovação. A adoção de sistemas ERP, aprimoramento no atendimento técnico e renovação do *layout* produtivo refletem a busca por maior integração e eficiência

Tabela 4 Síntese das inovações implementadas nos últimos cinco anos e dos motivos associados, a partir das percepções de colaboradores e especialistas entrevistados no setor químico brasileiro.

Entrevistado	Inovações nos últimos 5 anos	Motivos da inovação
Q1	Implementação da logística reversa, descarte adequado de caixas e papéis, troca de lâmpadas para LED, implementação de novos canais de venda, criação do setor de marketing, automatização da assistência técnica, entre outros.	Aumento de produtividade, redução de custos, melhor atendimento ao cliente e adequação à legislação ambiental.
Q2	Recentemente tivemos a contratação do gerenciador de mensagens, alteração do nosso layout de latas e também a contratação de uma nova gestão comercial.	Facilitar a comunicação e organização dos atendimentos, deixar as embalagens com um visual mais atraente e principalmente alavancar o setor de vendas.
Q3	Na parte da comunicação, aplicativos para gerenciamento de conversas foram adotados, além de adotar plataformas de venda online, que agilizaram o processo de vendas.	Melhorar a comunicação e o atendimento ao cliente.
Q4	Aquisição de MP (matérias-primas) inovadoras, criação do setor de marketing, descarte de embalagens e emissão de MTR's (Manifestos de Transporte de Resíduos), implementação da logística reversa, informatização da assistência técnica, criação de novos canais de atendimento, renovação do layout do escritório, troca de lâmpadas para LED, criação de sistema de recirculação de água para reatores;	Busca por novos mercados e melhorar o desempenho do produto, expansão da marca, descarte correto de resíduos, melhorar o atendimento ao cliente, reduzir custo de energia, economizar água;
Q5	Foi desenvolvido um plano comercial do zero, desenvolvemos catálogos de produtos, alteramos o layout de latas e de rótulos, modernizamos o website, implementamos controles de rotinas, substituímos as lâmpadas por LED, adotamos IA (Inteligência Artificial) em alguns procedimentos internos, entre outros.	Organizar processos, ganhar eficiência e agilidade em atendimentos, padronizar negociações, reduzir consumo de energia, melhorar a imagem da marca e aumentar as vendas.
Q6	Busca por produtos e fornecedores mais sustentáveis, mudanças de <i>layout</i> interno, implementação de sistema ERP, compra de envasadora digital para bisnagas, reaproveitamento (limpeza) de embalagens plásticas e instalação de placas solares e troca de lâmpadas para LED.	Melhorar os produtos e oferecer mais opção aos clientes, aumentar a produtividade, reduzir e economizar energia elétrica, facilitar processos internos entre colaboradores, e reduzir a geração de resíduos.
Q7	Percebe-se o investimento em automação de processos, mudanças em plantas produtivas, layouts internos, acionamento e abertura de válvulas e tubulações remotamente, controles de nível, automatização da planta produtiva.	Ganhar produtividade, reduzir os custos, evitar riscos de trabalho, aumentar a segurança e a assertividade de processos e tomada de decisão.
Q8	Principalmente a internet e o avanço da internet das coisas, os sensores, robotização, integração de sistemas e máquinas, processamento de dados.	Agilidade e assertividade no processo produtivo e segurança na tomada de decisão, minimizar riscos, integrar fábricas e pessoas.

operacional. Segundo a OCDE (2018), a interação com fornecedores e a implementação de sistemas de gestão são características da inovação aberta, que amplia a competitividade ao incorporar novos conhecimentos e processos automatizados. Isso está alinhado às contribuições de Crossan e Apaydin (2010), que destacam a inovação tanto como um processo quanto um resultado para ganho de produtividade e redução de riscos operacionais.

Por fim, as estratégias para eficiência produtiva e ambiental englobam iniciativas de reaproveitamento de materiais, otimização da cadeia produtiva e melhoria das condições de trabalho. Mudanças no *layout* do escritório e planta produtiva foram apontadas pelos entrevistados como medidas para elevar o desempenho social e a responsabilidade corporativa, reforçando a importância da sustentabilidade como um diferencial competitivo (Morales et al., 2022; Rauter et al., 2023). Assim, observa-se que a inovação não está restrita apenas à sustentabilidade ambiental, mas também à melhoria da gestão e das condições operacionais das empresas.

Dando continuidade na entrevista, a próxima pergunta questiona sobre as iniciativas que foram adotadas pelas empresas, nos últimos cinco anos, visando a redução do impacto ambiental. A Tabela 5 apresenta as principais iniciativas de inovação sustentável adotadas pelas empresas analisadas e as vantagens competitivas associadas, conforme a percepção dos entrevistados (Q1 a Q8). Na coluna de “inovações sustentáveis...” destacam-se ações voltadas à eficiência energética, como a substituição de lâmpadas por LED e o uso de energia solar, bem como práticas de logística reversa, reaproveitamento de água, reciclagem de embalagens e substituição de matérias-primas por alternativas menos agressivas ao meio ambiente. Essas iniciativas são associadas pelos entrevistados, na coluna de “vantagem competitiva”, à redução de custos operacionais, ao fortalecimento da imagem da marca por meio do marketing verde, à conformidade com a legislação ambiental e à diferenciação competitiva no mercado, evidenciando a inovação sustentável como elemento estratégico para estimular a competitividade no setor químico.

As respostas dos entrevistados se relacionam com as teorias de Porter (2008), Tao (2025) e Zhao et al., (2016), que afirmam que a adoção de práticas sustentáveis pode gerar eficiência operacional, inovação e fortalecimento da imagem corporativa. Medidas como a implementação de lâmpadas de LED, reaproveitamento de água e logística reversa, reduzem custos e garantem conformidade regulatória, enquanto a busca por matérias-primas sustentáveis e a substituição de solventes impulsionam a diferenciação no mercado.

A inovação sustentável fortalece a competitividade ao integrar pesquisa em novos materiais, gestão eficiente de recursos e tecnologia. A colaboração com fornecedores, startups e outras empresas impulsiona a inovação aberta, combinando recursos internos e externos para processos mais sustentáveis. Além disso, a reutilização de resíduos e a estruturação de iniciativas inovadoras reduzem impactos ambientais e atraem consumidores que valorizam negócios responsáveis (Bai et al., 2025; Boubaker et al., 2022; Demirel & Danisman, 2019; Ogiemwonyi et al., 2023; Ogiemwonyi & Harun, 2020; Peng et al., 2021; Siddiquei et al., 2025).

A última pergunta foi sobre quais ações poderiam ser adotadas pelas empresas, e pelo setor químico em geral, para reduzir o impacto ambiental.

Tabela 5 Iniciativas de inovação sustentável adotadas pela empresa analisada e suas respectivas contribuições para a geração de vantagens competitivas no setor químico brasileiro.

Entrevistado	Inovações sustentáveis que contribuíram para constituir a vantagem competitiva segundo os entrevistados	Vantagem competitiva
Q1	Troca de lâmpadas para LED, descarte correto de produtos e emissão de certificados de destinação final e implementação da logística reversa.	Eficiência operacional e energética pela redução de custos e, conseqüentemente, possibilidade de investimento em inovação; Conformidade com legislações ambientais e marketing verde;
Q2	A comercialização de adesivos a base d'água, o descarte de resíduos de maneira correta, conforme a legislação, logística reversa, com a troca de bombonas e, recentemente, foi desenvolvido um adjuvante de gás mineral biodegradável.	Marketing verde, podendo ser trabalhada a imagem da empresa com produtos sustentáveis e soluções de descarte de resíduos;
Q3	O desenvolvimento de adesivos a base d'água para a redução do uso de solventes derivados do petróleo.	
Q4	Troca de lâmpadas para LED, sistema de luzes com acionamento e desligamento automático, sistema de reaproveitamento de água para resfriamento de máquina, nova disposição de layout interno e melhorias em equipamentos para a equipe, busca por matérias-primas menos agressivas à saúde humana, logística reversa com clientes, descarte correto de embalagens.	Eficiência operacional e energética pela redução de custos e gestão de recursos; Fortalecimento da marca com o marketing verde e visão de sustentabilidade;
Q5	Desenvolvimento de produtos com matérias-primas menos agressivas ao meio ambiente, separação e descarte de "lixo", troca de lâmpadas na empresa para LED, utilização de sistemas em nuvem para substituir caixas.	
Q6	Troca de lâmpadas para LED, busca de matérias-primas sustentáveis com fornecedores, reaproveitamento de água nos processos, instalação de placas de energia solar, reciclagem e reaproveitamento de embalagens plásticas, melhorar condição de trabalho para equipe.	
Q7	Principalmente questão de fluxo de processos, padronizações, implementação de SGA (Sistema de Gestão Ambiental), integração de equipamentos e máquinas e o fomento à <i>startups</i> para buscar visões inovadoras de redução de impactos ambientais.	Eficiência em processos e inovação tecnológica, a partir da padronização de processos; incentivo à inovação e busca por soluções sustentáveis, pelo fomento às <i>startups</i> .
Q8	Pesquisa e desenvolvimento de matérias-primas inovadoras e menos agressivas, a reutilização de resíduos gerados para produzir novos produtos, incentivo da economia circular nas empresas.	O investimento em pesquisa e desenvolvimento de matérias-primas sustentáveis e a reutilização de resíduos para novos produtos poderiam destacar a empresa como referência em economia circular e inovação sustentável.

Na sequência, a Tabela 6 reúne as principais ações futuras de inovação sustentável sugeridas pelos oito entrevistados (Q1 a Q8), bem como as vantagens competitivas potencialmente associadas. As propostas, conforme a coluna "quais outras inovações..." concentram-se na adoção de fontes de energia renovável, melhoria da gestão e separação de resíduos, substituição de insumos por alternativas mais sustentáveis, digitalização de documentos e processos, automação de equipamentos e investimentos em capacitação e educação ambiental das equipes. Os entrevistados associam essas ações (na

Tabela 6 Ações futuras de inovação sustentável apontadas pelos entrevistados e as potenciais vantagens competitivas relacionadas.

Entrevistado	Quais outras inovações de natureza sustentável, a empresa poderia adotar e obter possível vantagem competitiva?	Vantagens competitivas geradas
Q1	*Destinar os resíduos corretamente; *Implementar placas de energia solar; *Separação adequada dos resíduos; *Buscar matérias-primas sustentáveis;	
Q2	*Optar por insumos ecológicos; *Consumo de papel reciclado (devido ao número de impressões que fazemos durante o dia), *Implementação de placas solares; *Aumentar a memória no computador para guardar os documentos e dessa forma reduzir o consumo de folhas ao arquivar cada documento impresso.	*Redução de custos operacionais; *Aumento da eficiência produtiva; *Melhoria da imagem da empresa no mercado; *Cumprimento de normas regulatórias; *Inovação e criatividade; *Redução de riscos; *Gestão adequada de resíduos; *Sustentabilidade; *Melhoria no ambiente interno de trabalho; *Melhoria na relação com fornecedores;
Q3	*Adoção do uso de fontes de energia renovável; *Substituição de fitas Durex por fitas de Papel; *Substituição de plástico bolha por papel;	
Q4	*Troca de torneiras dos sanitários para modelos automáticos; *Separação adequada de resíduos gerados nos sanitários, escritório e refeitório; *Implementação de dispositivos para acionamento remoto de máquinas; *Aumento da capacidade de armazenagem em nuvem para aumentar os arquivos digitais e diminuir papéis e caixas e; *Propor a educação ambiental para a equipe e conscientizar o grupo sobre os riscos, impactos e possíveis melhorias.	
Q5	*Busca por matérias-primas inovadoras e sustentáveis; *Mudança de cultura empresarial, fomentando questões mais sustentáveis; *Digitalização de documentos e processos; *Separação adequada de resíduos; *Instalação de placas de energia solar;	
Q6	*Sistemas de maior processamento de dados e informações mais rápidas; *Sistemas de formulações mais avançados e; *Integração de sistemas e maquinários.	
Q7	*Oferecer cursos e treinamentos para as equipes; *Direcionar clientes para adquirir produtos de menor impacto ambiental; *Investir em pesquisa e desenvolvimento de novos produtos, menos agressivos ao meio ambiente e de fontes renováveis e biodegradáveis e; *Gerir práticas internas e alinhar questões econômicas com os objetivos estratégicos das empresas.	
Q8	*Principalmente, a conscientização dos altos níveis de comando das empresas sobre meio ambiente, sustentabilidade e práticas mais verdes.	

coluna de “vantagens competitivas geradas”) à redução de custos operacionais, ao aumento da eficiência produtiva, à melhoria da imagem corporativa, ao cumprimento de normas regulatórias e à mitigação de riscos ambientais, indicando que a inovação sustentável futura depende tanto de investimentos tecnológicos quanto de mudanças culturais e organizacionais.

Percebe-se, pelas respostas dos entrevistados, a preocupação em otimizar o processo produtivo, ganhar tempo, gerir recursos e proporcionar melhores condições para a equipe. A transição e implementação dos conceitos inovadores exigem não apenas mudanças tecnológicas, mas culturais e institucionais também, devendo as gestões estabelecerem prioridades de atuação, preparar-se para os desafios e complexidades, e pensar em parcerias e colaborações que auxiliem na transição (Dias et al., 2025; Hanaysha et al., 2025; Li et al., 2025; Silva et al., 2020).

As inovações de natureza sustentável adotadas pelas empresas podem impulsionar e gerar vantagem competitiva ao reduzir custos, otimizar processos e fortalecer a imagem corporativa. A implementação de tecnologias limpas, logística reversa e reaproveitamento de recursos, conforme identificado nas respostas, auxiliam na eficiência e conformidade com questões ambientais, fortalecendo a imagem da empresa, atraindo consumidores engajados com o meio ambiente e destacando o conceito de sustentabilidade da marca, enquanto a pesquisa em novos materiais e a economia circular diferenciam produtos e promovem inovação. Além disso, a colaboração com *startups* e a integração de equipamentos fomentam soluções inovadoras, tornando a sustentabilidade um diferencial estratégico no mercado (Bai et al., 2025; Boubaker et al., 2022; Porter, 2008; Siddiquei et al., 2025; Tao, 2025; Zhao et al., 2016).

4.2. Resultados da abordagem quantitativa da pesquisa

Neste tópico serão apresentados os resultados da segunda etapa da pesquisa, constituída da abordagem quantitativa. No construto, as afirmativas relacionam-se com a inovação sustentável como vantagem competitiva no contexto atual.

A Tabela 7 apresenta os resultados da análise descritiva das variáveis relacionadas à inovação sustentável como vantagem competitiva, com base nas respostas de 34 participantes do *survey*. São apresentadas as médias, desvios-padrão e modas das afirmativas avaliadas em escala *Likert* de cinco pontos, na qual 1 indica “discordo totalmente” e 5 indica “concordo totalmente”. As variáveis analisadas abrangem gestão de operações, eficiência produtiva, práticas sustentáveis, inovação, imagem corporativa e relacionamento com agentes externos. A tabela evidencia que as maiores médias estão associadas à gestão da qualidade dos produtos (4,74), à eficiência operacional e produtividade (4,65) e ao investimento em melhorias na gestão de operações (4,26), indicando elevado nível de concordância dos respondentes com esses fatores como determinantes da competitividade. As práticas sustentáveis e a inovação sustentável também apresentam médias elevadas, reforçando sua importância

Tabela 7 Resultados descritivos das variáveis relacionadas à inovação sustentável como vantagem competitiva, obtidos por meio de *survey*.

PERGUNTAS	Média	Desvio Padrão	Moda
A empresa investe em melhorias na gestão de operações (como técnicas, ferramentas, máquinas ou equipamentos) para manter-se competitiva no mercado.	4,26	0,75	4
Ter uma operação eficiente (sem gargalos e com alta produtividade) é um fator crucial para o aumento da competitividade da empresa.	4,65	0,54	5
A gestão da qualidade dos produtos é determinante para estabelecer uma vantagem competitiva no mercado.	4,74	0,57	5
Práticas sustentáveis (economia de água, economia de energia elétrica, reaproveitamento de resíduos, entre outros) são essenciais para obter vantagem competitiva no mercado em que a empresa atua.	4,00	1,04	5
A inovação sustentável (desenvolvimento de novos produtos e processos, com menor impacto ambiental) melhora a imagem da empresa perante os <i>stakeholders</i> (consumidores, colaboradores, sociedade etc.).	4,38	0,82	5
O relacionamento com agentes externos (fornecedores e outras empresas), visando o aperfeiçoamento de produtos e a troca de informações, é imprescindível para gerar vantagem competitiva.	4,38	0,65	5
A empresa adota métodos de gestão que favorecem uma abordagem mais sustentável.	3,85	0,86	4

para a imagem corporativa e o relacionamento com *stakeholders*. Em contrapartida, a variável relacionada à adoção de métodos de gestão que favorecem uma abordagem mais sustentável apresenta média inferior (3,85) e maior dispersão, sugerindo menor consenso entre as empresas quanto à incorporação sistemática da sustentabilidade nos modelos gerenciais.

A partir dos resultados, pode-se inferir que as indústrias químicas, em sua maioria, valorizam principalmente a gestão da qualidade, a melhoria operacional por meio de investimentos e alta produtividade, para melhorar a eficiência da sua operação. Desta forma, poder-se-á obter a vantagem competitiva desejada por meio da diferenciação de mercado e pelas estratégias adotadas (Bai et al., 2025; Carvalho et al., 2021; Ghobakhloo & Ching, 2019; Meincke et al., 2018; Mohan & Katakojwala, 2021; Siddiquei et al., 2025; Tao, 2025).

Resultados sugerem que as indústrias químicas se preocupam com a eficiência dos seus processos, com a competitividade gerada e com bons relacionamentos externos. Tal eficiência operacional, pode ser alcançada através de bons relacionamentos com fornecedores e incentivos externos (Costa et al., 2021; Morales et al., 2022; Silva et al., 2020). A vantagem competitiva, neste caso, pode estar relacionada com as parcerias estratégicas estabelecidas, tanto para o desenvolvimento de novos produtos quanto para melhorias de processos (Boubaker et al., 2022; Porter, 2008).

No que diz respeito à gestão de operações, percebe-se que a busca por eficiência e resultados permanece como uma das principais prioridades para garantir o ganho de competitividade e sustentabilidade das organizações (Boubaker et al., 2022; Schilke, 2014). A excelência operacional demanda uma perspectiva que envolva investimentos em tecnologias, processos e recursos humanos, destacando-se uma abordagem holística para maximizar o desem-

penho e fomentar a inovação constante (Demirel & Danisman, 2019; OCDE, 2018; Ogiemwonyi et al., 2023; Ogiemwonyi & Harun, 2020; Peng et al., 2021).

Crossan e Apaydin (2010) destacam que a inovação é vista como uma vantagem competitiva em ambientes de constante transformação, devendo ser interpretada tanto como um processo, quanto como um resultado. A adoção de novos métodos de produção e sistemas de gestão são capazes de gerar vantagem competitiva, portanto, a teoria proposta pelos autores aprova a interpretação dos resultados obtidos (Hansen & Wakonen, 1997; Dias et al., 2025; Hanaysha et al., 2025; Li et al., 2025).

Percebe-se que a maioria dos respondentes se preocupa com a imagem sustentável transmitida, bem como, valorizam o relacionamento externo e mostram-se atentas às práticas sustentáveis existentes dentro da empresa (Zhao et al., 2016). Tal evidência embasa-se nas teorias de (Silva et al., 2020) que afirmam que a colaboração externa é fundamental para impulsionar soluções sustentáveis nas empresas.

A média de 3,85 pontos, que se refere à adoção de métodos de gestão que favorecem a sustentabilidade nas empresas, sugere que as indústrias optam por modelos de negócio e métodos gerenciais voltados para abordagens diferentes e não para a sustentabilidade. Essa constatação explica que sem o incentivo às práticas de gestão mais sustentáveis, a implementação de novas rotinas e processos tende a ser mais complexa (Meincke et al., 2018).

Constata-se, portanto, que grande parte das empresas valoriza a eficiência da operação, estabelecendo práticas que melhorem o relacionamento com os *stakeholders* e agentes externos. Desta forma, com uma operação eficiente, gestão de recursos, práticas sustentáveis e bons relacionamentos externos, é possível obter vantagem competitiva e destacar-se no mercado. No entanto, a reutilização de resíduos, as práticas de economia circular e o incentivo a métodos de gestão mais sustentáveis não são comuns, o que pode impactar tanto na eficiência operacional, quanto na imagem transmitida pela empresa, dificultando a geração da vantagem competitiva e a geração de ideias para inovação sustentável.

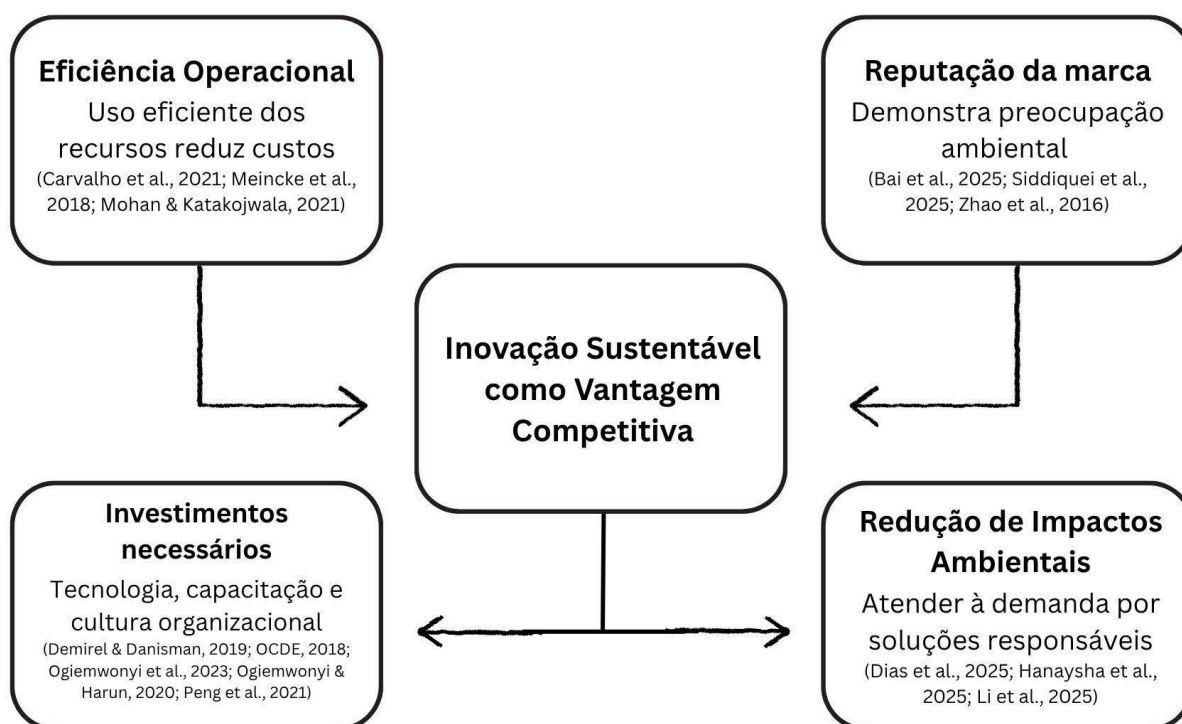
Pode-se concluir, que a maioria dos respondentes entende que a vantagem competitiva está relacionada com fatores como a eficiência operacional (Rosa et al., 2020; Rotondo et al., 2023; Van Erp et al., 2023), a gestão de custos e resíduos (Dias et al., 2025; Hanaysha et al., 2025; Li et al., 2025) os relacionamentos externos (Costa et al., 2021; Morales et al., 2022; Silva et al., 2020), a implementação de novas tecnologias e o treinamento da equipe para manuseá-las (Rauter et al., 2023; Urbinati et al., 2023; Weidner et al., 2021) e questões de mudanças culturais e institucionais (Demirel & Danisman, 2019; Ogiemwonyi et al., 2023; Ogiemwonyi & Harun, 2020; Peng et al., 2021). Todos estes fatores podem, quando bem alinhados à estratégia da empresa, proporcionar vantagem competitiva.

4.3. Encerramento analítico de convergências e divergências

A Figura 1 apresenta um mapa conceitual que sintetiza os principais achados da pesquisa ao demonstrar como a inovação sustentável atua como eixo estruturante da vantagem competitiva no setor químico. O mapa conceitual que representa como a inovação sustentável se configura como vantagem competitiva no setor químico brasileiro, a partir da interação entre eficiência operacional, reputação da marca, redução de impactos ambientais e investimentos organizacionais, com base nos dados empíricos. A partir da associação da eficiência operacional, que faculta a redução de custos por meio de uso mais eficiente de recursos alocados na operação, com a preocupação ambiental, para manutenção da reputação da marca, emerge a Inovação Sustentável como Vantagem Competitiva. No entanto, a Inovação Sustentável como Vantagem Competitiva, se viabiliza apenas com os investimentos necessários em tecnologia, capacitação e cultura organizacional, que resultam na redução de impactos ambientais e concepção de soluções ambientalmente responsáveis.

O mapa conceitual apresentado na Figura 1 sintetiza quatro dimensões empíricas que, em conjunto, sustentam a inovação sustentável como vantagem competitiva (bloco central). À esquerda, “eficiência operacional” indica a redução de custos por meio do uso eficiente de recursos; a seta que relaciona “eficiência operacional” com “inovação sustentável como vantagem competitiva” representa que ganhos de produtividade e redução de custos favorecem a viabilidade e a adoção de práticas inovadoras sustentáveis. À direita, “reputação da marca” expressa a preocupação ambiental percebida por *stakeholders*, portanto, a seta que relaciona “reputação da marca com “inovação sustentável como vantagem competitiva” indica que a valorização reputacional e a

Figura 1
Mapa conceitual dos resultados.



pressão/expectativa externa estimulam a inovação sustentável e reforçam seu papel estratégico. Na base esquerda, “investimentos necessários” (tecnologia, capacitação e cultura organizacional) funcionam como condição habilitadora, portanto, a conexão do bloco central com a base indica que a inovação sustentável depende desses investimentos para se consolidar. Na base direita, “redução de impactos ambientais” representa o principal resultado operacional-ambiental dessas práticas. A seta na base “investimentos necessários” e “redução de impactos ambientais” indica que investimentos e capacidades internas tornam possível implementar mudanças que reduzem impactos e geram soluções ambientalmente responsáveis. Assim, as setas organizam uma lógica em que *drivers* (eficiência e reputação) impulsionam a inovação sustentável, capacidades (investimentos) viabilizam sua implementação, e resultados (redução de impactos) materializam o desempenho ambiental associado à vantagem competitiva.

A partir da análise conjunta das etapas qualitativa e quantitativa, observa-se que essa vantagem emerge da convergência entre quatro dimensões:

- (i) eficiência operacional, evidenciada pelo uso racional de recursos e pela redução de custos (Carvalho et al., 2021; Meincke et al., 2018; Mohan & Katakojwala, 2021);
- (ii) reputação corporativa, fortalecida pela adoção de práticas ambientais responsáveis que ampliam a confiança de *stakeholders* (Bai et al., 2025; Siddiquei et al., 2025; Zhao et al., 2016);
- (iii) redução de impactos ambientais, resultante de iniciativas como logística reversa, substituição de matérias-primas e otimização energética (Dias et al., 2025; Hanaysha et al., 2025; Li et al., 2025); e
- (iv) investimentos necessários, que abrangem tecnologia, capacitação e mudanças culturais essenciais para sustentar processos inovadores (Demirel & Danisman, 2019; OCDE, 2018; Ogiemwonyi et al., 2023; Ogiemwonyi & Harun, 2020; Peng et al., 2021).

A integração desses elementos demonstra que a inovação sustentável não se limita a práticas isoladas, mas configura um mecanismo estratégico capaz de alinhar desempenho econômico, responsabilidade socioambiental e posicionamento competitivo no setor químico.

Além disso, os resultados referentes às categorias de análise mostram que as inovações implementadas pela Empresa Q, como logística reversa, substituição de matérias-primas e automação, estão alinhadas aos princípios da inovação sustentável descritos por Hanaysha et al. (2025) e Li et al. (2025). Contudo, evidencia-se uma divergência importante: enquanto a literatura enfatiza investimentos estruturais e estratégias de longo prazo para sustentar a inovação sustentável, a empresa analisada adota soluções incrementais e de baixo custo devido a restrições financeiras, revelando um distanciamento entre a teoria idealizada e a prática cotidiana das pequenas indústrias químicas.

Ao relacionar essas evidências com as vantagens competitivas percebidas, observa-se convergência com autores clássicos como Porter (2008), que associam sustentabilidade à redução de custos, eficiência operacional e fortalecimento da imagem corporativa. Entretanto, os achados indicam que, na prática, a competitividade percebida pelos entrevistados se concentra principalmente na eficiência operacional (e menos na sustentabilidade como estratégia central), o que diverge de estudos que defendem a inovação sustentável como motor de novos modelos de negócio e de maior diferenciação (Demirel & Danisman, 2019; Rotondo et al., 2023). Ou seja, a sustentabilidade aparece como complemento e não como vetor estratégico da competitividade.

Por fim, tanto a etapa qualitativa quanto a quantitativa podem revelar uma contradição: embora exista consciência sobre a importância de práticas sustentáveis e sugestões de aprimoramento, como maior digitalização, educação ambiental e uso de energia renovável, a adoção de métodos gerenciais sustentáveis ainda é baixa. Essa lacuna confirma parte da literatura que aponta dificuldades culturais e institucionais na incorporação da sustentabilidade (Rauter et al., 2023; Weidner et al., 2021). Assim, as evidências mostram que, embora as empresas reconheçam o papel estratégico da inovação sustentável, sua consolidação como vantagem competitiva de longo prazo depende do fortalecimento da cultura organizacional, da ampliação das capacidades tecnológicas e da superação das barreiras internas que limitam a adoção plena dessas práticas.

5. Conclusões

A inovação sustentável integra crescimento econômico, responsabilidade social e preservação ambiental, fortalecendo a competitividade das empresas. Essa estratégia viabiliza soluções mais eficientes e sustentáveis, permitindo enfrentar desafios globais, como as mudanças climáticas e a escassez de recursos.

Diante deste contexto, o objetivo geral deste estudo foi analisar o processo de inovação sustentável, como vantagem competitiva, em empresas do setor químico. Com base nos dados analisados da etapa qualitativa, constatou-se que a Empresa Q está constantemente buscando a inovação, seja por incentivo interno (com capacitação dos colaboradores e alterações nos processos) ou por incentivo externo (relacionamento com fornecedores e parceiros). No entanto, como a realidade financeira se mostrou enxuta, a empresa precisou reinventar-se para encontrar alternativas acessíveis à inovação sustentável. Mas, ainda assim, conseguiu implementar ações inovadoras.

A análise dos dados evidenciou obstáculos para a adoção de novas práticas no setor químico, como os altos investimentos em tecnologia, a necessidade de capacitação e adaptação, além da mudança de mentalidade da alta gestão em relação a processos mais modernos e digitais bem como ao incentivo à inovação. Também foi destacada a importância de aumentar a eficiência pro-

ductiva, reduzindo desperdícios e otimizando o uso de recursos, bem como a implementação de novas tecnologias no processo operacional, visando gerar a diferenciação necessária para obter vantagem competitiva.

Foi possível evidenciar, tanto pela etapa qualitativa quanto pela etapa quantitativa, que as empresas do setor químico estão conscientes sobre a sua posição enquanto potenciais agressores ambientais e estão buscando alternativas acessíveis para incentivar a inovação e implementar práticas inovadoras e sustentáveis nas suas operações. Além disso, a grande maioria dos entrevistados entende que a vantagem competitiva será alcançada por meio de soluções digitais como novas tecnologias, pela gestão adequada de recursos, pelos relacionamentos externos e pelas práticas sustentáveis, resultando, assim, em uma imagem fortalecida e destacada da marca no mercado.

Em relação ao *survey*, ele apresenta algumas limitações, sobretudo relacionadas ao número de respostas, o que restringe a generalização dos resultados para todo o setor químico. Além disso, a coleta *online* pode ter captado percepções mais alinhadas ao discurso institucional do que às práticas efetivas. Também é possível que empresas mais sensíveis ao tema da sustentabilidade tenham se engajado mais prontamente na pesquisa, criando um cenário mais favorável do que a realidade média do setor. Essas limitações indicam a necessidade de amostras maiores e métodos quantitativos mais robustos em estudos futuros.

O estudo, portanto, amplia o entendimento sobre o papel da inovação sustentável na competitividade do setor químico, fornecendo uma visão prática dos desafios enfrentados, como custos elevados, conscientização hierárquica e necessidade de treinamentos. Assim, serve como referência para que empresas possam planejar e estimular a inovação de forma estratégica, tornando-se mais competitivas no segmento em que atuam.

Embora os resultados não sejam generalizáveis a todas as indústrias químicas do Rio Grande do Sul e do Brasil, a pesquisa confirmou que a inovação sustentável, quando incentivada e de acordo com a estratégia da empresa, pode gerar vantagem competitiva e fortalecer a imagem no mercado.

Recomenda-se, por fim, aprofundar a investigação sobre formas de estimular a inovação sustentável, a economia circular e a inovação aberta no setor químico. Além disso, é essencial analisar os impactos da transformação cultural e da capacitação de pessoas nos resultados organizacionais. Estudos comparativos entre diferentes setores industriais podem contribuir para identificar boas práticas que promovam competitividade e sustentabilidade no cenário global.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

Utilização de ferramentas de inteligência artificial

Durante a preparação do manuscrito, a ferramenta de inteligência artificial Scopus AI (Elsevier, 2026) foi utilizada exclusivamente para revisar preliminarmente a literatura, sintetizar conceitos e auxiliar na organização textual.

Referências

- Associação Brasileira da Indústria Química. (2022). *O desempenho da indústria química brasileira*. https://abiquim-files.s3.us-west-2.amazonaws.com/uploads/guias_estudos/o_desempenho_da_industria_quimica_bra_2022.pdf
- Associação Brasileira da Indústria Química. (2024). *Associadas*. <https://abiquim.org.br/abiquim/associadas>.
- Bai, L., Liu, X., Leng, X., Yao, Y., Yang, Y., Li, D., Zhao, Y. & Yin, H. (2025). Relational embeddedness, organizational learning ambidexterity, and competitive advantage in digital healthcare. *Scientific Reports*, 15(1), 33024. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-18708-1>
- Bardin, L. (2011). *Análise de conteúdo*. Almedina Brasil.
- Boubaker, S., Dang, V. A., & Sassi, S. (2022). Competitive pressure and firm investment efficiency: Evidence from corporate employment decisions. *European Financial Management*, 28(1), 113–161. <https://doi.org/10.1111/eufm.12335>
- Carvalho, A. V., Enrique, D. V., Chouchene, A., & Charrua-Santos, F. (2021). Quality 4.0: An overview. *Procedia Computer Science*, 181, 341–346. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.01.176>
- Costa, R., Conceição, M. M., Silva, A. R., & Conceição, J. T. P. (2021). Green marketing: The importance of sustainable consumption for businesses. *Research, Society and Development*, 10(7), e16812. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i7.16812>
- Crossan, M. M., & Apaydin, M. (2010). A multi-dimensional framework of organizational innovation: A systematic review of the literature. *Journal of Management Studies*, 47(6), 1154–1191. <https://doi.org/10.1111/j.1467-6486.2009.00880.x>
- Demirel, P., & Danisman, G. O. (2019). Eco-innovation and firm growth in the circular economy: Evidence from European small- and medium-sized enterprises. *Business Strategy and the Environment*, 28(8), 1608–1618. <https://doi.org/10.1002/bse.2336>
- Demo, P. (2022). *Avaliação qualitativa*. Autores Associados.
- Dias, C., Mersmann, L., Pires, J. R. A., & Fernando, A. L. (2025). From lignocellulosic biomass to nanolignin: Sustainable solutions for a greener future. *Industrial Crops and Products*, 238, 122286. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2025.122286>
- Elsevier. (2026). *Scopus AI* (Large language model). www.scopus.com

- Falkenroth-Naidu, K., Hong, S., Littmann, A., & Sellschop, R. (2023, January 23). *A new operations formula for the chemicals sector*. McKinsey & Company. <https://www.mckinsey.com/industries/chemicals/our-insights/a-new-operations-formula-for-the-chemicals-sector>
- Fantke, P., Cinquemani, C., Yaseneva, P., Mello, J., Schwabe, H., Ebeling, B., & Lapkin, A. A. (2021). Transition to sustainable chemistry through digitalization. *Chem*, 7(11), 2866–2882. <https://doi.org/10.1016/j.chempr.2021.09.012>
- Ghobakhloo, M., & Ching, N. T. (2019). Adoption of digital technologies of smart manufacturing in SMEs. *Journal of Industrial Information Integration*, 16, 100107. <https://doi.org/10.1016/j.jii.2019.100107>
- Gil, A. C. (2008). *Métodos e técnicas de pesquisa social* (6ª ed.). Atlas.
- Hair, J. F., Jr., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2009). *Análise multivariada de dados* (6ª ed.). Bookman.
- Hanaysha, J. R., Abusharbeh, M., Dwikat, S. Y., Shubita, M. F., Sharif, M. N., & Alshdaifat, S. M. (2025). Impact of corporate social responsibility, technological capability, and green entrepreneurial orientation on green innovation and sustainable performance. *World Development Sustainability*, 7, 100233. <https://doi.org/10.1016/j.wds.2025.100233>
- Hansen, S.-O., & Wakonen, J. (1997). Innovation, a winning solution? *International Journal of Technology Management*, 13(4), 345–358. <https://doi.org/10.1504/IJTM.1997.001668>
- Li, Y., Zhang, W., Li, B., & Wang, H. (2025). Antecedent configurations of green innovation and corporate sustainable development performance: Evidence from Chinese heavy-polluting enterprises. *Sustainable Futures*, 10, 101343. <https://doi.org/10.1016/j.sftr.2025.101343>
- Malhotra, N. K. (2019). *Pesquisa de marketing: Uma orientação aplicada* (7ª ed.). Bookman.
- Meincke, H., Nickel, J.-P., & Westerheide, P. (2018). Chemistry 4.0 – growth through innovation in a transforming world. *Journal of Business Chemistry*, 15(1), 42–53. <https://doi.org/10.17879/09179496834>
- Mohan, S. V., & Katakojwala, R. (2021). The circular chemistry conceptual framework: A way forward to sustainability in Industry 4.0. *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry*, 28, 100434. <https://doi.org/10.1016/j.cogsc.2020.100434>
- Morales, P., Flikkema, M., Castaldi, C., & Man, A.-P. (2022). The effectiveness of appropriation mechanisms for sustainable innovations from small and medium-sized enterprises. *Journal of Cleaner Production*, 374, 133921. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.133921>
- Ogiemwonyi, O., Alam, M. N., Hago, I. E., Azizan, N. A., Hashim, F., & Hossain, M. S. (2023). Green innovation behaviour: Impact of Industry 4.0 and open innovation. *Heliyon*, 9(6), e16524. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e16524>
- Ogiemwonyi, O., & Harun, A. B. (2020). Consumption of green product as a means of expressing green behaviour in an emerging economy: The case of Malaysia. *Environment and Urbanization Asia*, 11(2), 297–312. <https://doi.org/10.1177/0975425320938538>

- Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico. (2018). Oslo Manual 2018: Guidelines for collecting, reporting and using data on innovation (4^a ed.). OCDE. <https://www.gov.br/agu/pt-br/composicao/cgu/cgu/modelos/cti/consulta/manual-de-oslo-ocde-4a-edicao-2018.pdf/view>
- Peng, H., Shen, N., Ying, H., & Wang, Q. (2021). Can environmental regulation directly promote green innovation behavior? Based on the situation of industrial agglomeration. *Journal of Cleaner Production*, 314, 128044. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128044>
- Porter, M. E. (2008). *Competitive advantage: Creating and sustaining superior performance*. Simon & Schuster.
- Prodanov, C. C., & Freitas, E. C. (2013). *Metodologia do trabalho científico: Métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico* (2^a ed.). Editora Feevale. <http://www.feevale.br/comum/midias/8807f05a-14d0-4d5b-b1ad-1538f3aef538/ebook%20metodologia%20do%20trabalho%20cientifico.pdf>
- Rauter, R., Globocnik, D., & Baumgartner, R. J. (2023). The role of organizational controls to advance sustainability innovation performance. *Technovation*, 128, 102855. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2023.102855>
- Rosa, P., Sassanelli, C., Urbinati, A., Chiaroni, D., & Terzi, S. (2020). Assessing relations between circular economy and Industry 4.0: A systematic literature review. *International Journal of Production Research*, 58(6), 1662–1687. <https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1680896>
- Rotondo, F., Giovanelli, L., & Ezza, A. (2023). Implementing sustainable innovation in state universities: Process and tools. *Journal of Cleaner Production*, 391, 136163. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.136163>
- Schilke, O. (2014). On the contingent value of dynamic capabilities for competitive advantage: The nonlinear moderating effect of environmental dynamism. *Strategic Management Journal*, 35(2), 179–203. <https://doi.org/10.1002/smj.2099>
- Schumpeter, J. A. (1997). *Teoria do desenvolvimento econômico: Uma investigação sobre lucros, capital, crédito, juro e ciclo econômico*. Nova Cultural.
- Siddiquei, A. N., Ahmed, Z., Zaman, K., Badar, K., Khosa, M., & Zameer, H. (2025). Top management's green inclusive leadership and sustainable competitive advantage in manufacturing firms: The enabling role of internal CSR communication. *Journal of Environmental Management*, 395, 127825. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2025.127825>
- Silva, S. E., Venâncio, A., Silva, R. J., & Gonçalves, C. A. (2020). Open innovation in science parks: The role of public policies. *Technological Forecasting and Social Change*, 151, 119844. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.119844>
- Tao, Z. (2025). From green demand to deceptive practices: A cross-cultural study on the impact of consumer green preferences on corporate greenwashing behavior in China, Republic of Korea, and Malaysia. *Sustainable Futures*, 9, 100440. <https://doi.org/10.1016/j.sftr.2025.100440>
- Urbinati, A., Esfandabadi, Z. S., & Petruzzelli, A. M. (2023). Assessing the interplay between open innovation and sustainability-oriented innovation: A systematic literature review and a research agenda. *Business Ethics, the Environment & Responsibility*, 32(3), 1078-1095. <https://doi.org/10.1111/beer.12540>

- Van Erp, T., Haskins, C., Visser, W., Kohl, H., & Rytter, N. G. M. (2023). Designing sustainable innovations in manufacturing: A systems engineering approach. *Sustainable Production and Consumption*, 37, 96–111. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2023.02.007>
- Weidner, K., Nakata, C., & Zhu, Z. (2021). Sustainable innovation and the triple bottom line: A market-based capabilities and stakeholder perspective. *Journal of Marketing Theory and Practice*, 29(2), 141–161. <https://doi.org/10.1080/10696679.2020.1798253>
- Wright, J. T. C., Johnson, B. B., & Biazzi, J. L. (1991). *O uso da técnica Delphi na elaboração de cenários*. Petrobras.
- Yin, R. K. (2015). *Estudo de caso: Planejamento e métodos* (5ª ed.). Bookman.
- Zhao, Z.-Y., Zuo, J., Wu, P.-H., Yan, H., & Zillante, G. (2016). Competitiveness assessment of the biomass power generation industry in China: A five forces model study. *Renewable Energy*, 89, 144–153. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2015.12.035>