

Inovação Verde e Desempenho ESG: Efeito Moderador da Dívida no Brasil

Maria Layane Silva Gomes [†], 

Maria Auxiliadora de Oliveira Morais [†], 

Editinete André da Rocha Garcia [†], 

Alessandra Carvalho de Vasconcelos ^{*}, 

^a Universidade Federal do Ceará, Brasil

RESUMO

Este estudo analisa o efeito da dívida na relação entre práticas de inovação verde e o desempenho ESG das empresas brasileiras de capital aberto. Utilizou-se uma regressão com dados em painel, com uma amostra de 102 empresas brasileiras listadas na B3, totalizando 651 observações no período de 2016 a 2024. Os resultados indicam que a inovação verde promove o desempenho ESG, tanto em sua forma agregada quanto desagregada. Por outro lado, a dívida, exerce influência negativa nessa relação, sugerindo que o financiamento por meio de endividamento pode reduzir os benefícios da inovação verde sobre o desempenho ESG. Esses achados contribuem para o debate sobre financiamento sustentável, ao indicar que a estrutura de capital pode afetar os resultados associados às práticas de inovação verde. Assim, o estudo oferece evidências relevantes para gestores e formuladores de políticas na definição de estratégias de financiamento e investimento sustentável em mercados emergentes, como o Brasil.

Palavras-chave: Inovação verde, Desempenho ESG, Endividamento.

1 INTRODUÇÃO

ESG (*Environmental, Social, and Governance*) refere-se a um conceito voltado ao equilíbrio entre a economia e o meio ambiente e tem impactado a visão das empresas sobre o alcance de um desenvolvimento verde, saudável e sustentável (Liu et al., 2024). Com o aumento do debate acerca do “conceito verde”, as empresas têm cada vez mais aceitado as avaliações das agências de classificação (*rating*) ESG (Tan & Zhu, 2022). Nesse sentido, o desempenho ESG tem se revelado uma importante métrica para avaliar o compromisso das empresas com a sustentabilidade (Liu et al., 2025).

Uma das formas de as empresas se tornarem sustentáveis é através de mudanças no padrão de como os negócios vêm sendo feitos. A inovação permite às empresas o alcance de um crescimento econômico estável e sustentável (Li & Qi, 2023). A inovação, especialmente a

inovação verde, pode promover o alinhamento entre mudanças econômicas, ambientais e sociais (Liu et al., 2024).

Os países do BRICS (Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul), através de compromissos como o Acordo de Paris, têm desenvolvido iniciativas de inovação verde (Jesuka et al., 2025). Nesse sentido, a inovação verde é uma importante ferramenta para lidar com questões relacionadas às alterações climáticas, à escassez de recursos e à poluição do meio ambiente (Xu & Liu, 2025).

No entanto, a implantação de inovações tecnológicas verdes requer aportes de capital mais expressivos, além de se tratar de um investimento arriscado, o que torna o seu financiamento mais dificultoso (Xu, 2025). Diante disso, percebe-se que as empresas se encontram em um cenário contraditório devido à dificuldade de obter recursos financeiros para realizar investimentos sustentáveis (Jesuka et al., 2025). A teoria *trade-off* ilustra essa situação, uma vez que o crescimento econômico de uma empresa está atrelado a negócios baseados no consumo, o que pode gerar consequências ambientais negativas, ao mesmo tempo que gera competitividade e lucratividade (Jesuka et al., 2025).

Existem poucos estudos que abordam os fatores determinantes do desempenho ESG das empresas, e os que existem consideram que a variável inovação verde é o principal determinante desse desempenho (Liu et al., 2024). Alguns estudos que relacionam inovação e desempenho ESG analisaram o comportamento dos aspectos financeiros nessa relação. Foram analisados o efeito mediador das restrições financeiras (Liu et al., 2024; Tang, 2022) e o efeito da relação entre práticas de inovação verde e desempenho ESG na estrutura da dívida das empresas (Jesuka et al., 2025). Dentre as práticas de inovação verde destacam-se ações para enfrentar as alterações climáticas, a escassez de recursos e a poluição do meio ambiente (Xu & Liu, 2025).

Estudos prévios têm analisado como a inovação verde afeta os aspectos ambientais, sociais e de governança (Liu et al., 2024). Além disso, estudos empíricos sobre a relação entre dívida e inovação encontraram resultados inconclusivos (Choi et al., 2016). Nesse contexto, a questão de pesquisa que norteia esse estudo é: Qual o efeito da dívida na relação entre práticas de inovação verde e o desempenho ESG das empresas brasileiras de capital aberto? O presente estudo tem como objetivo analisar o efeito da dívida na relação entre práticas de inovação verde e o desempenho ESG das empresas brasileiras de capital aberto.

Diante da atenção que está sendo dada ao desenvolvimento sustentável tanto no contexto empresarial quanto no nacional, é importante analisar os fatores, no caso desse estudo, a inovação verde, que promovem o desempenho ESG. Além disso, é importante identificar os

meios pelos quais esse desempenho pode ser afetado, sendo a forma de financiamento da inovação verde um desses fatores. Desse modo, poderão ser desenvolvidas alternativas empresariais e governamentais para financiar mais projetos de inovação verde.

A inovação verde vem sendo testada por meio de diferentes *proxies*, como a pontuação de inovação verde (Borsatto & Amui, 2019), a existência da certificação ISO 14000 ou certificação SGA (Borsatto & Amui, 2019; Jesuka et al., 2025) e diferentes bases de dados chinesas, como a Administração Nacional de Propriedade Intelectual da China (*China National Intellectual Property Administration*) (Chen et al., 2025). Para esse estudo, foram testados dois tipos de inovação verde com o objetivo de identificar se há diferenças nos resultados, uma vez que é esperado que diferentes tipos de inovação verde resultem em efeitos diversos (Liu et al., 2024). A variável pontuação de inovação verde se refere ao fato de a empresa ter criado novas oportunidades de mercado por meio de novas tecnologias e processos ambientais ou produtos ecologicamente projetados (Borsatto & Amui, 2019). Já a variável existência de certificação ISO 14000 ou a certificação SGA (Sistema de Gestão Ambiental) está relacionada ao fato de a empresa ter essa certificação (Borsatto & Amui, 2019; Jesuka et al., 2025).

Esta pesquisa contribui para a literatura acadêmica ao analisar a influência da dívida na relação entre inovação verde e desempenho ESG no contexto brasileiro, uma vez que, com exceção de estudos em empresas chinesas (Liu et al., 2024; Tan & Zhu, 2022), poucas pesquisas sobre a relação entre inovação verde e ESG foram realizadas em países do BRICS (Jesuka et al., 2025). O estudo também se destaca por analisar o desempenho ESG de forma agregada e desagregada. Outra contribuição diz respeito à escassez de estudos que abordem o impacto da dívida na relação entre a inovação verde e o desempenho ESG. Estudos anteriores analisaram o efeito das práticas de inovação verde na dívida (Jesuka et al., 2025). Na prática, esta pesquisa contribui para apontar se a dívida é a melhor forma de financiar a inovação verde, permitindo que os gestores tomem decisões mais adequadas quanto ao investimento em tecnologias verdes.

Para alcançar o objetivo do presente estudo foi realizada uma regressão multivariada com dados em painel, com base em uma amostra de 102 empresas brasileiras listadas na B3, totalizando 651 observações nos exercícios de 2016 a 2024.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Legitimidade organizacional, inovação verde e desempenho ESG

A teoria da legitimidade postula que a sobrevivência e o sucesso das operações organizacionais dependem da capacidade dos gestores de assegurar que a empresa atue em conformidade com as expectativas da sociedade (Deegan, 2019). Nesse sentido, a legitimidade

organizacional é compreendida como a percepção ou suposição generalizada de que as ações de uma entidade são desejáveis, adequadas ou apropriadas dentro de um sistema socialmente construído de normas, valores, crenças e definições (Suchman, 1995).

Para manter ou restabelecer essa aceitação social e preservar a reputação corporativa, as empresas recorrem, com frequência, a práticas de sustentabilidade e responsabilidade socioambiental como mecanismos estratégicos. Ao adotar tais iniciativas, as organizações buscam demonstrar que suas atividades estão alinhadas aos valores e expectativas da sociedade na qual estão inseridas (Lindblom, 1994).

Nesse contexto, o desempenho ESG, referente aos fatores ambientais, sociais e de governança, passou a ocupar posição de destaque como um importante indicador utilizado por investidores, pela sociedade e por diversas instituições para avaliar o comprometimento das empresas com práticas sustentáveis (Wu et al., 2025). A adoção de práticas relacionadas a esses três pilares contribui para fortalecer a legitimidade organizacional, na medida em que sinaliza que a empresa considera os impactos mais amplos de suas atividades sobre a comunidade e o meio ambiente (Zhu et al., 2025).

Informações acerca das três dimensões ESG vêm sendo cada vez mais utilizadas nas decisões de investimento empresarial (Tan & Zhu, 2022). O índice ESG, ao contrário de algumas pesquisas que têm focado apenas no desempenho ambiental ou social, leva em consideração tanto o aspecto ambiental quanto o econômico (Liu et al., 2024). As classificações ESG são avaliadas não apenas pelas agências de *rating*, mas também pelo governo e pelas instituições financeiras (Aouadi & Marsat, 2018).

Ao integrar e divulgar informações sobre seu desempenho sustentável, a organização também aprimora a percepção de investidores e demais *stakeholders*, reforçando seu contrato social e ampliando sua aceitação perante o mercado e a sociedade (Deegan, 2019).

Diante dessas crescentes expectativas por responsabilidade socioambiental, destaca-se o papel da inovação verde como instrumento relevante para melhorar o desempenho sustentável das organizações. A inovação verde compreende o desenvolvimento de tecnologias, produtos e processos voltados à redução de impactos ambientais, à melhoria da eficiência energética e ao uso sustentável dos recursos naturais (Silva et al., 2023).

Esse tipo de inovação envolve não apenas mudanças tecnológicas voltadas à prevenção da poluição e à minimização de resíduos, mas também a adoção de práticas de gestão ambiental corporativa. Dessa forma, a inovação verde pode ser interpretada como uma estratégia

organizacional proativa, utilizada pelas empresas para responder às demandas sociais por sustentabilidade e demonstrar responsabilidade ecológica (Han et al., 2019).

O estudo de Wu et al. (2025) indica que empresas que investem em inovação verde tendem a apresentar melhor desempenho ESG, uma vez que tais iniciativas sinalizam compromisso concreto com práticas sustentáveis, com a redução dos impactos ambientais e com a responsabilidade corporativa.

As inovações ecológicas permitem às organizações não apenas reduzir potenciais passivos ambientais, mas também projetar uma imagem corporativa positiva, o que pode se refletir em avaliações mais favoráveis nas métricas de governança e sustentabilidade (Wu et al., 2025). Ao destinar recursos ao desenvolvimento de soluções sustentáveis, as empresas demonstram, de forma tangível, que suas políticas de responsabilidade social são efetivamente implementadas.

Evidências empíricas corroboram essa relação. O estudo de Yang, Zhu e Albitar (2024), por exemplo, constatou que o foco em inovação ecológica contribui para elevar as pontuações corporativas nos pilares ambientais e sociais do ESG, gerando efeitos positivos que atraem investimentos responsáveis e melhoram as avaliações globais das empresas.

De modo semelhante, Zhu et al. (2025) verificaram, em análise com empresas de capital aberto, que maior engajamento em iniciativas de inovação verde, mensurado por meio de patentes ou investimentos em tecnologias sustentáveis, está frequentemente associado a melhores classificações de desempenho sustentável.

O comportamento inovador das empresas constitui, portanto, um dos principais fatores para que a economia alcance um crescimento estável e duradouro, além de desempenhar papel fundamental na promoção de novas formas de desenvolvimento e na transformação das fontes que impulsionam o crescimento econômico (Li & Qi, 2023).

A inovação verde apresenta caráter multidimensional e pode manifestar-se por meio de diferentes ações, como transição energética, tecnologias de processamento mais limpas, gestão de resíduos e soluções sustentáveis para transporte (Erdem & Doğan, 2023).

Nesse contexto, as empresas podem desempenhar papel relevante no avanço do desenvolvimento sustentável. Iniciativas voltadas à melhoria de produtos e processos produtivos tornam a produção mais eficiente e, simultaneamente, contribuem para ganhos econômicos e ambientais, favorecendo a construção de um modelo de desenvolvimento mais sustentável (Zhang & Liu, 2023).

Entretanto, assim como ocorre com outras formas de inovação, a implementação de práticas de inovação verde demanda elevado volume de recursos financeiros. Investimentos dessa natureza frequentemente envolvem custos significativos e retornos incertos, o que pode dificultar sua adoção pelas organizações (Zhang & Liu, 2023). Nesse sentido, fatores como restrições financeiras podem limitar o desenvolvimento de iniciativas sustentáveis. A restrição financeira está associada à dificuldade de acesso a recursos para financiar investimentos, sendo a disponibilidade de fundos um elemento crucial para viabilizar projetos de inovação verde (Huang et al., 2019).

Em geral, a literatura aponta uma relação positiva entre desempenho ESG e inovação verde, o que indica que empresas com maior desempenho ESG têm avançado mais em tecnologias ambientais (Tan & Zhu, 2022; Tang, 2022; Zhang & Liu, 2023). Outros estudos analisaram o efeito da inovação verde no desempenho ESG. Estudo realizado na China aponta para o efeito positivo da inovação verde, medida através de duas variáveis distintas, no desempenho ESG (Liu et al., 2024).

A partir dessa discussão, observa-se que esforços tecnológicos e a adoção de sistemas de gestão ambiental podem contribuir para maior aceitação social e para avaliações externas mais favoráveis das empresas. Dessa forma, torna-se possível desenvolver, de maneira lógica, as hipóteses deste estudo. Considerando que a literatura indica que a inovação ambiental tende a refletir positivamente nos indicadores de sustentabilidade corporativa, estabelecem-se as seguintes hipóteses de pesquisa:

H1: A inovação verde está positivamente associada ao desempenho ESG.

H1a: A inovação verde está positivamente associada ao desempenho Ambiental.

H1b: A inovação verde está positivamente associada ao desempenho Social.

H1c: A inovação verde está positivamente associada ao desempenho da Governança.

H2: A existência da certificação ISO 14000 ou SGA promove o desempenho ESG.

H2a: A existência da certificação ISO 14000 ou SGA promove o desempenho Ambiental.

H2b: A existência da certificação ISO 14000 ou SGA promove o desempenho Social.

H2c: A existência da certificação ISO 14000 ou SGA promove o desempenho da Governança.

Dessa forma, conjectura-se que a adoção de inovação verde constitui um elemento central para a melhoria do desempenho ESG das empresas. Ao alinhar seus processos produtivos e produtos aos princípios da preservação ambiental, as organizações respondem de

maneira legítima às pressões sociais e institucionais por sustentabilidade. Esse direcionamento estratégico não apenas contribui para a redução da degradação ambiental, mas também fortalece a legitimidade organizacional perante a sociedade, investidores e demais *stakeholders*, favorecendo a sustentabilidade e a longevidade das organizações.

2.2 Financiamento corporativo e o papel moderador da dívida

O financiamento corporativo desempenha um papel importante para viabilizar os investimentos estratégicos em inovação e sustentabilidade. A implementação de tecnologias verdes e de processos ecológicos exige, frequentemente, aportes substanciais de capital inicial e um elevado nível de conhecimento tecnológico especializado (Li, Li, & Wang, 2024).

Ademais, as iniciativas sustentáveis são caracterizadas por um horizonte de retorno financeiro de longo prazo e por uma grande necessidade de pesquisa e adaptação do mercado. Diante dessas exigências financeiras e operacionais robustas, o acesso contínuo a financiamento torna-se essencial para que as empresas consigam sustentar o desenvolvimento e a comercialização de soluções focadas na proteção do meio ambiente (Yang, Zhu, & Albitar, 2024).

Neste contexto, a estrutura de capital e as fontes de financiamento assumem uma função de destaque e apoio às atividades de inovação corporativa. A dívida, como componente fundamental da estrutura de capital, constitui uma importante fonte de recursos para os investimentos empresariais e projetos de inovação (Li, Li, & Wang, 2024).

A forma como uma empresa se financia impacta diretamente sua capacidade de inovar (Xiang et al., 2022). As finanças corporativas contribuem para o alcance de um desenvolvimento sustentável e de uma gestão ótima da empresa (Zhai et al., 2022). No entanto, há pouca literatura que aborde como o custo do financiamento através da dívida impacta o desempenho ESG (Liu et al., 2025).

Essa pesquisa, ao analisar a relação entre desempenho ESG e inovação verde moderada pela dívida, contribui para a literatura que trata da dificuldade que as empresas enfrentam em investir em tecnologias verdes, tendo em vista o alto custo e risco associados a esse tipo de investimento. Nesse sentido, investigar se a dívida é a melhor opção para financiar as tecnologias verdes se torna essencial na busca de um desenvolvimento sustentável.

O capital de terceiros permite às organizações a expansão de suas atividades e a execução de estratégias complexas de mitigação de impactos, oferecendo os recursos necessários de forma mais célere do que ocorreria caso houvesse dependência exclusiva do capital próprio gerado pelas operações normais (Myers, 1984).

Conforme a teoria da *pecking order*, embora as organizações prefiram financiar novos projetos utilizando primeiramente os lucros retidos, a emissão de dívida atua como a principal fonte de financiamento externo quando as necessidades de investimento superam o capital gerado internamente (Myers, 1984).

Dessa forma, o capital de terceiros permite às empresas a expansão de suas atividades e a execução de estratégias complexas de mitigação de impactos (Li, Li, & Wang, 2024), oferecendo o suporte financeiro necessário de forma mais célere do que ocorreria caso houvesse dependência exclusiva do capital próprio gerado pelas operações normais, o qual frequentemente é insuficiente para cobrir as elevadas despesas iniciais e os riscos associados à inovação ambiental (Fama & French, 2002).

Os principais benefícios da dívida incluem as vantagens fiscais, resultantes da dedutibilidade das despesas de juros no cálculo do imposto de renda, e a maior disponibilidade de recursos líquidos para investimentos oportunos. Em contrapartida, os custos do endividamento englobam o aumento do risco financeiro, a possibilidade de custos associados à falência e a forte pressão imposta pelos credores para a entrega de resultados consistentes (Fama & French, 2002).

Além disso, resultar em um maior monitoramento por parte dos credores e agentes financiadores. Essa vigilância rigorosa sobre o fluxo de caixa, impulsionada pela necessidade iminente de honrar os compromissos da dívida, influencia diretamente as decisões estratégicas dos gestores (Fama & French, 2002). Consequentemente, o endividamento pode afetar de forma negativa a priorização de investimentos de longo prazo e com maior grau de incerteza, características intrínsecas aos projetos de inovação verde e às iniciativas sustentáveis que não garantem um retorno de liquidez imediata.

Com base no exposto, pode inferir que a dívida apresenta uma funcionalidade ambígua em relação aos investimentos ecológicos. Se por um lado a alavancagem pode fornecer e viabilizar o volume de recursos financeiros necessários para financiar as transformações voltadas à sustentabilidade, por outro lado ela também pode introduzir restrições financeiras e aumentar consideravelmente os riscos associados aos projetos ambientais (Wu, Yi, Hu, Lyulyov, & Pimonenko, 2025).

As obrigações rígidas da dívida tendem a reduzir a flexibilidade gerencial, tornando os investimentos em inovações que não geram receitas de curto prazo um desafio considerável para a administração. Assim, a dívida pode influenciar substancialmente a relação entre a

inovação verde e o desempenho ESG das organizações, atuando como uma variável moderadora crítica (Yan, Chen, & Yang, 2024).

A teoria *trade-off* propõe que nas decisões gerenciais e econômicas é preciso fazer uma escolha entre objetivos conflitantes, uma vez que não é possível maximizar todos os objetivos de forma simultânea (Fama & French, 2002). O investimento em inovação verde reflete esse conflito, uma vez que o investimento em estratégias verdes pode levar a um aumento do desempenho ESG e, conseqüentemente, representar um compromisso da empresa com a sustentabilidade. Ao mesmo tempo, esse tipo de investimento requer aportes financeiros muito altos e arriscados, o que pode não ser vantajoso para a empresa, se comparado a investimentos tradicionais, mas que prejudicam os aspectos ambientais e sociais (Jesuka et al., 2025).

O acesso ao financiamento por meio de capital de terceiros tem o potencial de fortalecer os efeitos positivos da inovação verde, ao materializar o desenvolvimento de tecnologias, mas também pode limitar esses mesmos efeitos caso o custo da dívida e a pressão financeira desviem a atenção da empresa para a sobrevivência econômica de curto prazo, negligenciando a continuidade da agenda sustentável (Wu et al., 2025).

A partir dessa discussão, que entrelaça as demandas da inovação ecológica com as restrições e benefícios do endividamento, é possível apresentar de forma contínua as hipóteses que direcionam este estudo. Formula-se as seguintes hipóteses:

H3: A dívida modera a relação entre inovação verde e desempenho ESG.

H3a: A dívida modera a relação entre inovação verde e desempenho Ambiental.

H3b: A dívida modera a relação entre inovação verde e desempenho Social

H3a: A dívida modera a relação entre inovação verde e desempenho da Governança

H4: A dívida modera a relação entre a certificação ISO 14000 ou SGA e o desempenho ESG.

H4a: A dívida modera a relação entre a certificação ISO 14000 ou SGA e o desempenho Ambiental.

H4b: A dívida modera a relação entre a certificação ISO 14000 ou SGA e o desempenho Social.

H4c: A dívida modera a relação entre a certificação ISO 14000 ou SGA e o desempenho da Governança.

Para encerrar esta subseção, deve ser destacado que compreender o papel do financiamento corporativo na relação entre as atividades inovadoras ecológicas e a *performance* ambiental e social é fundamental. Apenas com esse entendimento torna-se possível elucidar

como as empresas podem estruturar as suas estratégias de investimento sustentável e de financiamento de maneira equilibrada e eficiente, garantindo não somente a melhoria no desempenho ESG, mas também a sua competitividade e legitimidade em longo prazo.

3 METODOLOGIA

3.1 Amostra da pesquisa

O presente estudo se classifica como uma pesquisa descritiva, quantitativa e documental. Pesquisas descritivas têm como objetivo identificar e analisar relações entre variáveis, permitindo compreender padrões e associações presentes em determinado fenômeno organizacional (Gil, 2008).

A abordagem quantitativa possibilita a aplicação de métodos estatísticos para testar hipóteses e avaliar empiricamente relações entre variáveis, contribuindo para maior rigor analítico na investigação científica (Hair et al., 2019). A utilização de dados documentais, por sua vez, baseia-se na coleta de informações provenientes de bases secundárias, relatórios corporativos e bancos de dados públicos ou privados, amplamente utilizados em pesquisas na área de finanças e sustentabilidade corporativa (Martins & Theóphilo, 2016).

A população da pesquisa consiste nas empresas brasileiras listadas na B3 (Brasil, Bolsa, Balcão) durante o período de 2016 a 2024, o que compreende 615 empresas. A amostra final resultou em um painel desbalanceado de 102 empresas e 651 observações. A utilização de painel desbalanceado ocorre quando nem todas as unidades observacionais apresentam dados disponíveis para todos os períodos analisados, situação comum em estudos empíricos baseados em dados corporativos (Wooldridge, 2019). Ainda assim, modelos de dados em painel permitem capturar variações temporais e individuais simultaneamente, aumentando a robustez das estimativas econométricas (Baltagi, 2021).

Foram excluídas da amostra as empresas pertencentes ao setor financeiro, tendo em vista que instituições financeiras possuem características contábeis, regulatórias e operacionais específicas, especialmente relacionadas à estrutura de capital, regulamentação e gestão de riscos, o que pode introduzir vieses nas análises e comprometer a comparabilidade com empresas de outros setores (Fama & French, 2002). Também foram excluídas as empresas que não apresentaram os dados econômico-financeiros ou dados necessários para a operacionalização das variáveis utilizadas no estudo.

Quanto ao período de análise, a escolha do ano inicial de 2016 justifica-se pelo fato da assinatura do Pacto Global da ONU no ano anterior ter levado as empresas a publicizar mais

suas questões sociais e ambientais. Já o ano de 2024 seria o último ano com dados disponíveis na época da coleta dos dados, que foi finalizada em 05 de dezembro de 2025.

Para não haver diminuição da amostra nos casos das variáveis pontuação ESG, E, S e G, inovação verde e ISO 14000 ou SGA, em que algumas observações estavam vazias, foi atribuído valor zero. Esse procedimento, adotado por Mendiratta et al. (2023), que, ao analisarem empresas indianas, consideraram que a ausência de dados para algumas variáveis pode estar relacionada à inexistência de ações sólidas por parte das organizações, e não apenas a uma falta de divulgação, o que torna esse vazio algo informativo. Assim, mesmo diante das limitações metodológicas de atribuição do valor zero às lacunas, essa prática evita a perda de observações relevantes e permite manter uma amostra mais representativa para fins de estimações estatísticas.

3.2 Modelos e variáveis

Para testar as hipóteses da pesquisa foram desenvolvidos 08 modelos estatísticos. O primeiro modelo é composto pela variável dependente $ESG_{i,t}$, variável contínua que varia de 0 a 100 e reflete o desempenho ESG das empresas. Sendo 0 menor desempenho ESG e 100 maior desempenho. A variável $INOV_{i,t}$ é a pontuação de inovação verde calculada pela Refinitiv®. A variável $ISO_{i,t}$ também é uma medida de inovação. Trata-se de uma variável binária que assume valor 1 se a empresa afirma possuir a certificação ISO 14000 ou SGA, e 0 caso contrário. A variável dívida total representa o valor em reais da dívida da empresa.

Quanto às variáveis de controle, foram consideradas três variáveis relacionadas à governança corporativa da empresa e três relacionadas a aspectos financeiros. A variável $IND_{i,t}$ representa a independência dos membros do conselho de administração. $CEO_DUAL_{i,t}$ representa a dualidade de funções entre o presidente do conselho e o diretor presidente. Já a variável $DIV_{i,t}$ diz respeito a presença de mulheres no conselho de administração das empresas da amostra.

Para capturar outros aspectos financeiros foram incluídas nos modelos as variáveis $TAM_{i,t}$ que se refere ao tamanho da empresa; e $MAT_{i,t}$ que mede a maturidade da empresa considerando o ano de listagem.

Os modelos são apresentados nas equações 1, 2, 3 e 4.

$$ESG_{i,t} = INOV_{i,t} + ISO_{i,t} + D_{i,t} + DxINOV_{i,t} + Controle_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (1)$$

$$AMB_{i,t} = INOV_{i,t} + ISO_{i,t} + D_{i,t} + DxINOV_{i,t} + Controle_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (2)$$

$$SOC_{i,t} = INOV_{i,t} + ISO_{i,t} + D_{i,t} + DxINOV_{i,t} + Controle_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (3)$$

$$GOV_{i,t} = INOV_{i,t} + ISO_{i,t} + D_{i,t} + DxINOV_{i,t} + Controle_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (4)$$

A Tabela 1 resume as variáveis do estudo e apresenta a variável, a *proxy*, a operacionalização da variável, a fonte teórica e de onde as variáveis que compõem o estudo foram coletadas.

Tabela 1
Variáveis do estudo

| Variável | Proxy | Operacionalização | Fonte teórica | Fonte |
|--|---------------------------|---|--|--------------------------|
| Dependente | | | | |
| Pontuação ESG | (ESG) _{i,t} | Variável contínua variando de 0 (menor desempenho corporativo ESG) a 100 (maior desempenho corporativo ESG) | Pinheiro et al. (2023); Jesuka et al. (2025) | Refinitiv |
| Pontuação E | (E) _{i,t} | Variável contínua que varia de 0 (menor desempenho ambiental) a 100 (maior desempenho ambiental) | Pinheiro et al. (2023) | Refinitiv |
| Pontuação S | (S) _{i,t} | Variável contínua que varia de 0 (menor desempenho social) a 100 (maior desempenho social) | Pinheiro et al. (2023) | Refinitiv |
| Pontuação G | (G) _{i,t} | Variável contínua que varia de 0 (menor desempenho de governança) a 100 (maior desempenho de governança) | Pinheiro et al. (2023) | Refinitiv |
| Independente | | | | |
| Inovação verde | (INOV) _{i,t} | Pontuação de inovação verde que varia de 0 a 100 calculada pela Refinitiv | Borsatto & Amui (2019); Jesuka et al. (2025) | Refinitiv |
| ISO 14000 ou certificação SGA (Sistema de Gestão Ambiental) | (ISO) _{i,t} | Variável binária que assume valor 1 se a empresa afirma possuir a certificação ISO 14000 ou SGA, e 0 caso contrário | Borsatto & Amui (2019); Jesuka et al. (2025) | Refinitiv |
| Moderadora | | | | |
| Dívida total | (D) _{i,t} | Dívida total | Jesuka et al. (2025) | Econômica |
| Controle | | | | |
| Independência do conselho | (INDEP) _{i,t} | Número de conselheiros independentes/número de conselheiros | Wu et al. (2023) | Formulário de Referência |
| Dualidade do CEO | (CEO_DUAL) _{i,t} | Variável binária que assume valor 1 se os cargos de CEO e presidente não forem ocupados pela mesma pessoa, e 0 caso contrário | Lei et al. (2024) | Formulário de Referência |
| Diversidade do conselho | (DIV) _{i,t} | Número de conselheiros / número de mulheres conselheiras | Tang & Xu (2026) | Formulário de Referência |
| Tamanho da empresa | (TAM) _{i,t} | Logaritmo natural do total de ativos | Tan & Zhu (2022) | Econômica |
| Maturidade da empresa | (MAT) _{i,t} | Valor após subtrair o ano de listagem do ano atual +1 | Zhang et al. (2024); Wu et al. (2023) | Econômica |

Fonte: Elaborada pelas autoras (2026).

Tem-se como variável dependente o desempenho ESG agregado e desagregado. As duas variáveis independentes que medem a inovação verde tratam-se da pontuação de inovação verde e da existência de certificação ISO 14000 ou SGA. Tem-se ainda a variável moderadora dívida.

E, por fim, como variáveis de controle, têm-se as variáveis independência do conselho, dualidade do CEO, diversidade do conselho, tamanho da empresa e maturidade.

3.3 Tratamento dos dados

Para alcançar os objetivos propostos nessa pesquisa, foram aplicadas estatísticas descritivas nas variáveis utilizadas no estudo. Foram apresentadas medidas de tendência central (média e mediana) e medidas de dispersão (desvio padrão e coeficiente de variação). Essas estatísticas permitem avaliar o comportamento geral das variáveis e identificar possíveis variações entre as observações analisadas (Hair et al., 2019).

Posteriormente, utilizou-se o coeficiente de correlação de Pearson para avaliar a o grau de associação linear entre as variáveis da pesquisa. Por fim, para testar as hipóteses do trabalho e, assim, atingir o objetivo geral, o qual corresponde a analisar o efeito da dívida na relação entre práticas de inovação verde e o desempenho ESG das empresas brasileiras de capital aberto, foram realizadas estimações utilizando-se de dados em painel para efeitos fixos ou aleatórios.

Para todos os modelos, foram realizados testes para escolher o melhor tipo de painel a ser utilizado. Foi realizado o teste LM de Breusch e Pagan, o que resultou na rejeição da hipótese nula, restando o modelo de efeitos aleatórios ou fixos. Para decidir o melhor modelo, foi empregado o teste de Hausman. Esse teste permite avaliar se os efeitos individuais estão correlacionados com as variáveis explicativas do modelo, indicando qual especificação fornece estimativas mais consistentes (Wooldridge, 2010).

Com base nos resultados obtidos, foi selecionado o modelo econométrico mais apropriado para a estimação das regressões utilizadas no estudo. Os resultados estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1
Testes modelos fixos e aleatórios

| Modelo | Modelo sem moderação | | | Modelo | Modelo com moderação | | |
|---------|----------------------------|-------------------|--------------------|---------|----------------------------|-------------------|--------------------|
| | Breusch-Pagan LM (p-valor) | Hausman (p-valor) | Modelo adotado | | Breusch-Pagan LM (p-valor) | Hausman (p-valor) | Modelo adotado |
| ESG (1) | 0,0000 | 0,1582 | Efeitos aleatórios | ESG (1) | 0,0000 | 0,0287 | Efeitos fixos |
| E (2) | 0,0000 | 0,3755 | Efeitos aleatórios | E (2) | 0,0000 | 0,3558 | Efeitos aleatórios |
| S (3) | 0,0000 | 0,6215 | Efeitos aleatórios | S (3) | 0,0000 | 0,3265 | Efeitos aleatórios |
| G (4) | 0,0000 | 0,0001 | Efeitos fixos | G (4) | 0,0000 | 0,0000 | Efeitos fixos |

Fonte: Elaborada pelas autoras (2026).

Conforme pode ser observado na Tabela 1, tanto os 04 modelos em que não havia a presença da variável moderadora quanto os 04 modelos que continham a variável moderadora resultaram na utilização de modelos fixos e aleatórios. Além disso, para corrigir problemas relacionados a *outliers* nas observações da amostra, os modelos foram estimados considerando erros-padrão robustos à heterocedasticidade.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 Estatística descritiva

A Tabela 2 apresenta a estatística descritiva das variáveis do estudo: inovação $(\text{INOV})_{i,t}$, ISO 14000 ou SGA $(\text{ISO})_{i,t}$, práticas ambientais, sociais e de governança $(\text{ESG})_{i,t}$, e cada um dos seus pilares individualmente $(\text{E})_{i,t}$, $(\text{S})_{i,t}$ e $(\text{G})_{i,t}$. As demais variáveis correspondem à dívida total da empresa $(\text{D})_{i,t}$, à independência do conselho $(\text{INDEP})_{i,t}$, à dualidade do CEO e do presidente do conselho de administração $(\text{CEO_DUAL})_{i,t}$, à diversidade de gênero do conselho de administração. Há ainda as variáveis financeiras tamanho da empresa $(\text{TAM})_{i,t}$ e maturidade da empresa $(\text{MAT})_{i,t}$.

Tabela 2

Estatística descritiva das variáveis do estudo

| Variável | N | Média | Mediana | Desvio padrão | Coefficiente de variação | Mínimo | Máximo |
|----------------------------|-----|-------|---------|---------------|--------------------------|--------|--------|
| $(\text{INOV})_{i,t}$ | 651 | 3,26 | 0,00 | 15,08 | 4,62 | 0,00 | 99,78 |
| $(\text{ISO})_{i,t}$ | 651 | 0,03 | 0,00 | 0,18 | 5,35 | 0,00 | 1,00 |
| $(\text{ESG})_{i,t}$ | 651 | 6,56 | 0,00 | 17,59 | 2,68 | 0,00 | 90,43 |
| $(\text{E})_{i,t}$ | 651 | 6,15 | 0,00 | 18,35 | 2,98 | 0,00 | 92,34 |
| $(\text{S})_{i,t}$ | 651 | 7,00 | 0,00 | 18,81 | 2,69 | 0,00 | 95,60 |
| $(\text{G})_{i,t}$ | 651 | 6,61 | 0,00 | 17,52 | 2,65 | 0,00 | 94,01 |
| $(\text{D})_{i,t}$ | 651 | 3,00 | 3,25 | 1,09 | 3,64 | 0,00 | 9,60 |
| $(\text{INDEP})_{i,t}$ | 651 | 0,24 | 0,2 | 0,25 | 1,05 | 0,00 | 1,00 |
| $(\text{CEO_DUAL})_{i,t}$ | 651 | 0,86 | 1,00 | 0,34 | 0,40 | 0,00 | 1,00 |
| $(\text{DIV})_{i,t}$ | 651 | 0,12 | 0,00 | 0,15 | 1,29 | 0,00 | 1,00 |
| $(\text{TAM})_{i,t}$ | 651 | 20,94 | 21,05 | 1,98 | 0,09 | 13,28 | 26,94 |
| $(\text{MAT})_{i,t}$ | 651 | 16,49 | 15,00 | 10,62 | 0,64 | 1,00 | 55,00 |

Fonte: Elaborada pelas autoras (2026).

A variável inovação apresentou média de 3,26 e mediana de 0,00, indicando que pelo menos 50% das observações foram zero. Os valores variaram de 0,00 a 99,78. O desvio padrão foi 15,08 e o coeficiente de variação foi de 462%, evidenciando alta heterogeneidade, com grande concentração de zeros e alguns valores extremamente altos. Esse resultado indica que grande parte das empresas da amostra apresenta baixo nível de inovação verde ou ausência de registros dessa prática no período analisado.

Quanto à variável ISO 14000 ou SGA, observou-se uma média de 0,03 e uma mediana de 0,00, indicando que pelo menos 50% das observações foram zero. Os valores mínimo e

máximo correspondem, respectivamente, a 0,00 e 1,00, uma vez que se trata de uma variável binária. O desvio padrão foi 0,18 e o coeficiente de variação 535%, o que evidencia uma alta heterogeneidade, tendo em vista a grande concentração de zeros. Esse resultado sugere que apenas uma pequena parcela das empresas da amostra possui certificação ambiental formal ou sistemas estruturados de gestão ambiental.

Sobre a variável ESG, pode-se observar que a média alcançada foi de 6,56 e a mediana de 0,00, o que aponta para uma forte presença de observações com valor zero. Os valores mínimo e máximo dessa variável são, respectivamente, 0,00 e 92,34. O desvio padrão foi 17,59 e o coeficiente de variação 2,68, o que também evidencia uma alta heterogeneidade, provavelmente relacionada à grande concentração de zeros. Esses valores indicam que muitas empresas apresentam baixo nível de pontuação ESG ou ausência de informações reportadas no período analisado.

As variáveis que formam os pilares do ESG, individualmente, apresentaram resultados semelhantes à variável ESG em termos de média, mediana, valores mínimo e máximo, desvio padrão e coeficiente de variação. Todos os pilares indicam que muitas empresas não apresentam pontuação relevante nessas dimensões ou possuem ausência de divulgação sistemática dessas informações.

Quanto à variável dívida, a média apresentada foi de 3,00, enquanto a mediana foi de 3,25. Os valores mínimo e máximo foram, respectivamente, 0,00 e 9,60. O desvio padrão foi 1,09 e o coeficiente de variação 364%, o que também evidencia uma alta heterogeneidade.

A variável independência do conselho apresentou média de 0,24 e mediana de 0,2. Já os valores mínimo e máximo, por se tratar de uma variável binária, foram, respectivamente, 0,00 e 1,00. O desvio padrão apresentado foi de 0,25, enquanto o coeficiente de variação foi de 1,05.

A variável dualidade do CEO obteve média de 0,86 e mediana de 1,00, o que indica que pelo menos 50% das empresas da amostra adotam a separação de funções entre o CEO e o presidente da diretoria, diretriz sugerida pelo Instituto Brasileiro de Governança Corporativa. Quanto aos valores mínimo e máximo, por se tratar de uma variável binária, foram, respectivamente, 0,00 e 1,00. O desvio padrão, por sua vez, foi de 0,34 e o coeficiente de variação, 40%, o que indica baixa heterogeneidade dos dados. Esses achados sugerem que, na maior parte das empresas analisadas, há concentração das funções de diretor executivo e presidente do conselho de administração na mesma pessoa.

Quanto à diversidade de gênero, observou-se uma média de 0,12 e uma mediana de 0,00, o que indica que pelo menos 50% das empresas da amostra não têm em seus conselhos presença

feminina. Os valores mínimo e máximo, por se tratar de uma variável binária, foram, respectivamente, 0,00 e 1,00. O desvio padrão foi de 0,15 e o coeficiente de variação foi 1,29. Em geral, essas observações indicam baixa participação feminina nos conselhos de administração das empresas da amostra.

Por fim, as variáveis de controle relacionadas às características econômico-financeiras das empresas evidenciam que o tamanho da empresa apresentou média de 20,94 e mediana de 21,05. Os valores mínimo e máximo foram, respectivamente, 13,28 e 26,94. O desvio padrão obtido foi de 1,98, enquanto o coeficiente de variação foi de 9%, o que indica baixa heterogeneidade dos dados.

Por fim, quanto à variável maturidade, a média observada foi de 16,49 e a mediana de 15,00. Os valores mínimo e máximo foram, respectivamente, 1,00 e 55,00. O desvio padrão foi de 10,62 e o coeficiente de variação, 0,64, o que indica uma moderada heterogeneidade dos dados.

De forma geral, as estatísticas descritivas indicam elevada heterogeneidade entre as empresas no que se refere às práticas de inovação verde, desempenho ESG e características de governança corporativa, o que reforça a relevância de investigar empiricamente a relação entre essas variáveis no contexto das empresas brasileiras de capital aberto

4.2 Correlação de Pearson

A Tabela 3 apresenta a matriz de correlação de Pearson entre as variáveis utilizadas no estudo. A análise de correlação tem como objetivo examinar o grau de associação linear entre as variáveis investigadas, além de identificar possíveis indícios de multicolinearidade entre as variáveis explicativas utilizadas nos modelos econométricos (Gujarati & Porter, 2011)

Ao observar os resultados das correlações, percebe-se que há uma relação diretamente proporcional e significativa entre a variável dependente, desempenho ESG, e as demais variáveis do estudo, com exceção da variável diversidade. Esse resultado aponta para a existência de uma relação linear entre essas variáveis, ou seja, à medida que uma variável aumenta, a outra variável também aumenta.

Destaca-se que essa relação diretamente proporcional e significativa entre a variável dependente e as variáveis independentes inovação e ISO 14000 ou SGA aponta para um possível impacto positivo da inovação, através das duas medidas, no desempenho ESG. O que está de acordo com as hipóteses H1a e H1b propostas nesse estudo. Quanto aos pilares individuais do desempenho ESG, a mesma relação diretamente proporcional e significativa pode

ser observada, com exceção da relação entre a variável ambiental (E)_{i,t}, e a variável ISO 14000 ou SGA que mostrou ser não significativa.

Tabela 3
Correlação entre as variáveis do estudo

| | (ESG) _{i,t} | (E) _{i,t} | (S) _{i,t} | (G) _{i,t} | (INOV) _{i,t} | (ISO) _{i,t} | (D) _{i,t} |
|---------------------------|------------------------|---------------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|--------------------|
| (ESG) _{i,t} | 1,0000 | | | | | | |
| (E) _{i,t} | 0,9694*** | 1,0000 | | | | | |
| (S) _{i,t} | 0,9767*** | 0,9348*** | 1,0000 | | | | |
| (G) _{i,t} | 0,9317*** | 0,8437*** | 0,8695*** | 1,0000 | | | |
| (INOV) _{i,t} | 0,6802*** | 0,7406*** | 0,6343*** | 0,5604*** | 1,0000 | | |
| (ISO) _{i,t} | 0,6333*** | 0,6712 | 0,5891*** | 0,5420*** | 0,3918*** | 1,000 | |
| (D) _{i,t} | 0,7504*** | 0,7461*** | 0,7151*** | 0,6565*** | 0,5440*** | 0,7230*** | 1,000 |
| (INDEP) _{i,t} | 0,2774*** | 0,2242*** | 0,2547*** | 0,3440*** | 0,1086*** | 0,1240*** | 0,1553*** |
| (CEO_DUAL) _{i,t} | 0,1485*** | 0,1336*** | 0,1483*** | 0,1503*** | 0,0862** | 0,0744* | 0,1003** |
| (DIV) _{i,t} | 0,0107 | 0,0209 | 0,0127 | -0,0058 | 0,0095 | 0,0092 | -0,0128 |
| (TAM) _{i,t} | 0,6141*** | 0,5961*** | 0,6038*** | 0,5650*** | 0,4052*** | 0,4109*** | 0,5599*** |
| (MAT) _{i,t} | 0,3304*** | 0,3511*** | 0,3001*** | 0,2837*** | 0,3276*** | 0,3476*** | 0,4898*** |
| | (INDEP) _{i,t} | (CEO_DUAL) _{i,t} | (DIV) _{i,t} | (TAM) _{i,t} | (MAT) _{i,t} | | |
| (INDEP) _{i,t} | 1,0000 | | | | | | |
| (CEO_DUAL) _{i,t} | 0,3204*** | 1,0000 | | | | | |
| (DIV) _{i,t} | -0,1060*** | -0,0664* | 1,0000 | | | | |
| (TAM) _{i,t} | 0,4712*** | 0,3987*** | -0,1642*** | 1,0000 | | | |
| (MAT) _{i,t} | -0,2780*** | -0,2346*** | 0,0861** | -0,0563 | 1,0000 | | |

Nota: Níveis de significância: *<0,1; **<0,05 e ***<0,01.

Fonte: Dados da pesquisa (2026).

Outro resultado relevante diz respeito à relação diretamente proporcional e significativa entre a variável dependente, ESG, e a variável dívida. O que pode indicar que, à medida que a variável dívida aumenta, o desempenho ESG também aumenta, resultado que pode estar alinhado ao objetivo deste trabalho de que a inovação verde, por meio da dívida, impacta o desempenho ESG.

Cabe aqui mencionar que, de modo geral, os coeficientes de correlação observados não indicam problemas severos de multicolinearidade, uma vez que permanecem abaixo do limite crítico de 0,80 sugerido na literatura econométrica (Gujarati & Porter, 2011).

4.3 Análise multivariada

A Tabela 4 apresenta os resultados das regressões estimadas para examinar a relação entre inovação verde, certificação ambiental, endividamento e desempenho ESG das empresas brasileiras de capital aberto. Os modelos consideram tanto o desempenho ESG agregado quanto seus três pilares individualmente: ambiental, social e governança.

Tabela 4*Modelos estimados com as variáveis moderadoras*

| Variável | (ESG) Equação 5 | (E) Equação 6 | (S) Equação 7 | (G) Equação 8 |
|---------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| (INOV) _{i,t} | 0,67*** (0,000) | 0,74*** (0,000) | 0,73*** (0,000) | 0,54*** (0,006) |
| (ISO) _{i,t} | 31,59*** (0,000) | 41,04*** (0,000) | 29,90*** (0,001) | 21,22*** (0,001) |
| (D) _{i,t} | 1,03*** (0,000) | 1,17*** (0,000) | 1,12*** (0,000) | 8,50** (0,022) |
| (INOVxD) _{i,t} | -7,55*** (0,000) | -9,55*** (0,000) | -1,23*** (0,000) | -3,05 (0,173) |
| (ISOxD) _{i,t} | -4,87*** (0,002) | -7,07*** (0,000) | -5,07*** (0,001) | -1,88 (0,411) |
| (INDEP) _{i,t} | -1,08 (0,561) | 1,68 (0,467) | 2,18 (0,515) | -0,81 (0,695) |
| (CEO_DUAL) _{i,t} | -0,63 (0,352) | -0,40 (0,358) | -0,33 (0,507) | -1,15 (0,214) |
| (DIV) _{i,t} | 5,84 (0,235) | 5,08 (0,129) | 5,64 (0,198) | 3,03 (0,523) |
| (TAM) _{i,t} | 0,38 (0,744) | 0,79* (0,078) | 1,27* (0,067) | 1,35 (0,264) |
| (MAT) _{i,t} | 0,27 (0,161) | 0,04 (0,408) | 0,05 (0,507) | 0,46** (0,031) |
| C | -10,54 | -17,25 | -26,30 | -32,97 |
| OBS. | 651 | 651 | 651 | 651 |
| WITHIN | 0,4611 | 0,5299 | 0,3327 | 0,3513 |
| R ² BETWEEN | 0,7410 | 0,8922 | 0,7905 | 0,4705 |
| OVERALL | 0,7284 | 0,8515 | 0,7277 | 0,5046 |

Nota. Nível de significância: *<0,1; **<0,05 e ***<0,01.

Fonte: Elaborada pelas autoras (2026).

Inicialmente, observa-se que a variável inovação verde apresenta coeficiente positivo e estatisticamente significativo em todos os modelos estimados. No modelo em que o desempenho ESG é considerado de forma agregada, o coeficiente da variável inovação verde foi de 0,67 ($p < 0,01$).

Resultado semelhante é verificado nos modelos que analisam separadamente os pilares do ESG, com coeficientes de 0,74 para o desempenho ambiental, 0,73 para o desempenho social e 0,54 para o desempenho de governança, todos estatisticamente significativos. Esses resultados indicam que empresas que apresentam maior nível de inovação verde tendem a apresentar melhor desempenho nas práticas ambientais, sociais e de governança.

Essas evidências confirmam as hipóteses H1, H1a, H1b e H1c do estudo e sugerem que o investimento em inovação verde constitui um importante fator para a melhoria do desempenho sustentável das organizações.

Esse resultado pode ser interpretado à luz da teoria da legitimidade, segundo a qual as organizações buscam alinhar suas práticas às expectativas da sociedade com o objetivo de preservar sua aceitação social e sua reputação no mercado (Suchman, 1995; Deegan, 2019). Nesse sentido, a adoção de práticas de inovação ambiental pode ser entendida como uma estratégia por meio da qual as empresas demonstram compromisso com a sustentabilidade e respondem às crescentes demandas sociais por responsabilidade socioambiental.

Esse resultado está alinhado com outros estudos que exploraram a relação entre essas variáveis e encontraram uma relação positiva e estatisticamente significativa entre as variáveis ESG e inovação verde (Gan & Yusupov, 2025; Liu et al., 2024; Zhu et al., 2025).

Além disso, os resultados também indicam que a variável referente à certificação ISO 14000 ou à adoção de sistemas de gestão ambiental apresenta relação positiva e estatisticamente significativa com o desempenho ESG.

No modelo agregado, o coeficiente estimado foi de 31,59 ($p < 0,01$), enquanto nos modelos individuais dos pilares ESG os coeficientes foram de 41,04 para o pilar ambiental, 29,90 para o pilar social e 21,22 para o pilar de governança, todos estatisticamente significativos. Esses resultados fornecem suporte para aceitar as hipóteses H2, H2a, H2b e H2c.

A presença de certificações ambientais pode ser interpretada como um sinal de comprometimento organizacional com práticas de gestão ambiental estruturadas, o que tende a contribuir para melhores avaliações nas dimensões do ESG. Sob a perspectiva da teoria da legitimidade, a adoção de certificações ambientais funciona como um mecanismo institucional que permite às empresas demonstrar conformidade com padrões reconhecidos de responsabilidade ambiental, fortalecendo sua credibilidade perante investidores, reguladores e demais *stakeholders* (Suchman, 1995; Lindblom, 1994; Deegan, 2019).

No que se refere ao papel da dívida, os resultados indicam que há relação positiva e estatisticamente significativa entre o desempenho ESG e a dívida da empresa ($p < 0,01$). Esse resultado indica que a dívida promove um aumento no desempenho ESG, sugerindo que empresas com maior nível de dívida tendem a apresentar maior desempenho ESG. Esse resultado pode indicar que o acesso a recursos financeiros por meio do capital de terceiros pode contribuir para viabilizar investimentos relacionados a práticas ambientais e sociais.

Entretanto, quando se analisa o efeito moderador da dívida na relação entre inovação verde e desempenho ESG, observa-se um resultado distinto. O termo de interação entre inovação verde e dívida apresenta coeficiente negativo e estatisticamente significativo no modelo de ESG agregado (-7,55; $p < 0,01$), bem como nos modelos referentes aos pilares

ambiental e social. Esse resultado indica que níveis mais elevados de endividamento reduzem a intensidade do efeito positivo da inovação verde sobre o desempenho ESG. No modelo relacionado ao pilar da governança, contudo, o coeficiente não apresentou significância estatística.

Com base nos resultados apresentados, pode-se inferir que a inovação verde promove o desempenho ESG, tanto na sua forma agregada quanto desagregada, mas a dívida pode impactar negativamente essa relação. Dessa forma, embora o termo de interação seja estatisticamente significativo, o sinal negativo do coeficiente indica que o efeito ocorre em direção oposta à prevista nas hipóteses do estudo. Assim, conclui-se que as hipóteses H3, H3a e H3b não foram suportadas pelos achados da pesquisa nas empresas brasileiras.

De acordo com a teoria *trade-off*, essa relação entre dívida, inovação verde e desempenho ESG tem objetivos de natureza conflitante, não sendo possível maximizar todos os objetivos de forma simultânea (Fama & French, 2002). Esse conflito pode estar relacionado aos riscos do financiamento de investimentos verdes, pois estes tendem a ser altos e arriscados, o que pode não ser vantajoso para a empresa do ponto de vista econômico, mas também ocasiona uma perda no âmbito da sustentabilidade. Embora a dívida possa ampliar o acesso a recursos financeiros necessários para a implementação de projetos de inovação, níveis elevados de endividamento também aumentam as pressões financeiras e os riscos associados à estrutura de capital.

Um estudo realizado no mercado brasileiro que investigou os efeitos da inovação verde e do desempenho ESG na dívida da empresa. Os resultados encontrados foram de que a inovação verde está negativamente relacionada à dívida da empresa (Jesuka et al., 2025). O que se assemelha aos resultados encontrados no presente estudo.

Em relação ao pilar de governança, representado pela hipótese H3c, os resultados indicam que o termo de interação entre inovação verde e dívida não apresentou significância estatística ($\beta = -3,05$; $p > 0,10$). Esse resultado sugere que o nível de endividamento não altera de forma significativa a relação entre inovação verde e o desempenho de governança corporativa. Dessa forma, a hipótese H3c também não foi suportada pelos resultados empíricos.

A ausência de significância da moderação da dívida na relação entre inovação verde e o desempenho de governança pode estar relacionada à natureza desse pilar do desempenho ESG. Diferentemente das dimensões ambiental e social, a governança corporativa está mais associada à estrutura institucional e aos mecanismos de controle organizacional, como composição,

diversidade e independência do conselho, além de práticas de supervisão (Yusof & Widyasamratri, 2025).

Quanto ao efeito moderador da dívida na relação entre certificação ambiental e desempenho ESG, o termo de interação entre certificação ISO 14000 ou sistemas de gestão ambiental e dívida apresentou coeficiente negativo e significativo nos modelos de ESG agregado e nos pilares ambiental e social. Esse resultado apont que o endividamento pode limitar os benefícios associados à adoção de práticas formais de gestão ambiental. Dessa forma, embora a moderação da dívida seja estatisticamente significativa, o sinal negativo do coeficiente indica que o efeito ocorre em direção oposta à prevista nas hipóteses. Assim, conclui-se que as hipóteses H4, H4a e H4b não foram suportadas pelos resultados empíricos das empresas brasileiras estudadas.

No caso da hipótese H4c, referente ao pilar de governança, o termo de interação não apresentou significância estatística, demonstrando que o nível de endividamento não altera de forma significativa a relação entre certificação ambiental e desempenho de governança. Dessa forma, a hipótese H4c também não foi suportada pelos resultados do estudo.

De forma geral, os resultados indicam que a inovação verde e a adoção de certificações ambientais contribuem significativamente para melhorar o desempenho ESG das empresas no Brasil. Entretanto, o nível de endividamento pode influenciar a intensidade desses efeitos, reduzindo os benefícios associados às iniciativas de sustentabilidade quando os níveis de dívida se tornam mais elevados.

Outro resultado interessante foi a relação positiva e estatisticamente significativa ($p < 0,1$) entre a diversidade de gênero e o desempenho da variável dependente referente ao pilar ambiental. O que indica que a presença de mulheres no conselho de administração promove um aumento na adoção de práticas sustentáveis, o que pode levar as empresas a investir em inovação verde (Tang & Xu, 2026).

A relação entre as variáveis ESG e tamanho da empresa também se mostrou positiva e estatisticamente significativa ($p < 0,01$). O mesmo resultado pode ser observado para os pilares ambiental e social. Isso pode indicar que empresas maiores têm melhor desempenho ESG, conforme encontrado em estudos anteriores (Yu & Jin, 2026).

Quanto à relação entre a variável ESG e os seus pilares individuais e a variável maturidade, apenas o pilar da governança apresentou uma relação positiva e estatisticamente significativa ($p < 0,05$). Esse resultado pode indicar que empresas mais maduras têm um melhor desempenho de governança, conforme encontrado em pesquisas anteriores (Wu et al., 2022).

Isso pode estar relacionado ao fato de a estrutura de governança de uma empresa ser cara e demorar um tempo para ser constituída, o que significa que empresas maduras podem ter mais facilidade para alcançar tal resultado.

5 CONCLUSÃO

O presente estudo busca preencher lacunas na literatura sobre a relação entre dívida, inovação verde e desempenho ESG. Nesse sentido, o objetivo do trabalho foi analisar o efeito da dívida na relação entre práticas de inovação verde e o desempenho ESG das empresas brasileiras de capital aberto. Foi utilizado um modelo de regressão multivariada para dados em painel.

As evidências mostraram que a inovação verde, medida tanto pela pontuação da inovação verde quanto pela existência da certificação ISO 14000 ou SGA, promove o desempenho ESG. Esse resultado é persistente tanto considerando o ESG agregado quanto desagregado. Um aumento do desempenho ESG promovido pela inovação verde pode indicar que o investimento em tecnologias verdes, que visam, dentre outros objetivos, diminuir gases do efeito estufa, é uma alternativa para alcançar o desenvolvimento sustentável.

Esses achados confirmam as hipóteses H1, H1a, H1b e H1c e indicam que, no Brasil, empresas que investem em práticas de inovação ambiental tendem a apresentar melhor desempenho nas dimensões ambiental, social e de governança. Esse resultado reforça a perspectiva da teoria da legitimidade, segundo a qual as organizações buscam alinhar suas práticas às expectativas da sociedade, utilizando iniciativas sustentáveis como forma de fortalecer sua reputação e legitimidade perante *stakeholders*.

De forma semelhante, os resultados também indicaram que a existência de certificação ambiental, representada pela certificação ISO 14000 ou pela adoção de sistemas de gestão ambiental, apresenta relação positiva e estatisticamente significativa com o desempenho ESG. Esses resultados sustentam as hipóteses H2, H2a, H2b e H2c e demonstram que a adoção de práticas formais de gestão ambiental contribui para melhorar o desempenho sustentável das empresas.

Por outro lado, evidências apontam que a dívida interfere negativamente na relação entre inovação verde e desempenho ESG. Isso pode ser um indicativo de que a dívida talvez não seja a forma de financiamento mais adequada para investir em inovação verde ou que a dívida, até certo nível, é uma alternativa atraente para esse tipo de investimento, mas que após chegar a um ponto ótimo essa relação passa a deteriorar, causando um efeito negativo no desempenho ESG.

Esse resultado indica que níveis mais elevados de endividamento reduzem a intensidade do efeito positivo da inovação verde sobre o desempenho ESG. Dessa forma, as hipóteses H3, H3a e H3b não foram suportadas pelos resultados empíricos das empresas brasileiras estudadas.

Essa relação negativa encontrada entre dívida e inovação verde e desempenho ESG está relacionada à teoria *trade-off*, uma vez que não se pode escolher maximizar todos os objetivos de forma simultânea, principalmente devido aos riscos associados à dívida e ao investimento em inovação verde. Assim, cabem às empresas escolher entre fazer investimentos arriscados e custosos, como é o caso dos investimentos em inovação verde, que podem contribuir para promover o desenvolvimento sustentável, ou fazer investimentos tradicionais, mas que têm alto potencial de prejudicar o meio ambiente.

Resultado semelhante foi observado para a moderação da dívida na relação entre certificação ambiental e desempenho ESG. O termo de interação entre certificação ISO 14000 ou sistemas de gestão ambiental e dívida apresentou coeficiente negativo e significativo nos modelos de ESG agregado e nos pilares ambiental e social, indicando que o endividamento pode limitar os benefícios associados à adoção de práticas formais de gestão ambiental. Assim, as hipóteses H4, H4a e H4b também não foram suportadas.

Em relação ao pilar da governança, os termos de interação entre dívida e inovação verde e entre dívida e certificação ambiental não apresentaram significância estatística. Dessa forma, as hipóteses H3c e H4c também não foram suportadas. Esse resultado pode estar relacionado à natureza das práticas de governança corporativa, que tendem a estar mais associadas à estrutura institucional e aos mecanismos de controle organizacional, como composição do conselho, independência e mecanismos de supervisão.

De modo geral, os resultados indicam que a inovação verde e a adoção de certificações ambientais contribuem para melhorar o desempenho ESG das empresas. No entanto, níveis mais elevados de endividamento podem reduzir a intensidade desses efeitos positivos, sugerindo que as decisões relacionadas à estrutura de capital podem influenciar a capacidade das empresas de transformar iniciativas sustentáveis em melhorias efetivas no desempenho ESG. Esse resultado está alinhado com a *trade-off theory*, segundo a qual as empresas precisam equilibrar os benefícios e os custos associados ao endividamento.

Quanto às contribuições, essa pesquisa se soma a outros poucos estudos sobre inovação verde e desempenho ESG no contexto do BRICS, com exceção dos estudos realizados em empresas chinesas. Além disso, até o fim dessa pesquisa, não foram encontrados estudos que tratassem diretamente do efeito moderador da dívida na relação entre inovação verde e

desempenho ESG, o que torna essa pesquisa uma contribuição para a literatura acadêmica. Na prática, essa pesquisa contribui para gestores e demais tomadores de decisão acerca da dívida ser a opção mais viável para financiar investimentos em inovação verde. Os resultados encontrados abrem espaço para analisar se um mix entre fundos internos e externos seria uma alternativa mais adequada para que as empresas pudessem ter maior eficiência financeira e ao mesmo tempo contribuir para o desenvolvimento sustentável.

Algumas limitações deste estudo referem-se à não consideração de outras fontes de financiamento, como o fluxo de caixa e a emissão de ações, bem como à ausência de uma análise segmentada por setor econômico. Pesquisas futuras podem ampliar essa abordagem ao incorporar diferentes formas de financiamento e realizar análises setoriais. Outra sugestão para estudos futuros seria a criação de um índice próprio de desempenho ESG, o que pode aprofundar a compreensão da relação entre dívida, inovação verde e desempenho ESG.

REFERÊNCIAS

- Aouadi, A., & Marsat, S. (2018). Do ESG controversies matter for firm value? Evidence from international data. *Journal of Business Ethics*, 151(4), 1027–1047. <https://doi.org/10.1007/s10551-016-3213-8>
- Baltagi, B. H. (2021). *Econometric analysis of panel data* (6th ed.). Springer.
- Borsatto, J. M. L. S., & Amui, L. B. L. (2019). Green innovation: Unfolding the relation with environmental regulations and competitiveness. *Resources, Conservation and Recycling*, 149, 445–454. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.06.005>
- Chen, H., Basri, M. F., & Halim, H. A. (2025). Equity and debt financing dependence, green innovation, and the moderating role of financial reporting quality: Evidence from Chinese firms. *Sustainability*, 17(17), 7693. <https://doi.org/10.3390/su17177693>
- Chen, J., Liu, Y., & Zhang, L. (2025). Green innovation and sustainable development: Evidence from Chinese listed firms. *Journal of Cleaner Production*, 410, 137297. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.137297>
- Choi, B., Kumar, M. V. S., & Zambuto, F. (2016). Capital structure and innovation trajectory: The role of debt in balancing exploration and exploitation. *Organization Science*, 27(5), 1183–1201. <https://doi.org/10.1287/orsc.2016.1089>
- Deegan, C. (2019). Legitimacy theory: Despite its enduring popularity and contribution, time is right for a necessary makeover. *Accounting, Auditing & Accountability Journal*, 32(8), 2307–2329. <https://doi.org/10.1108/AAAJ-08-2018-3638>
- Erdem, M. B., & Doğan, N. Ö. (2023). Green transformation in logistics within the scope of the European green deal. In: *Managing inflation and supply chain disruptions in the global economy* (p. 179–198). IGI Global Scientific Publishing. <https://doi.org/10.4018/978-1-6684-5876-1.ch012>

- Fama, E. F., & French, K. R. (2002). Testing trade-off and pecking order predictions about dividends and debt. *The Review of Financial Studies*, 15(1), 1–33. <https://doi.org/10.1093/rfs/15.1.1>
- Gan, Z., & Yusupov, N. (2025). Supply chain ESG and green innovation at midstream firms: An integrated approach with both supplier and buyer sides. *Research in International Business and Finance*, 78, 102986. <https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2025.102986>
- Gil, A. C. (2008). *Métodos e técnicas de pesquisa social* (6^a ed.). Atlas.
- Gujarati, D. N., & Porter, D. C. (2011). *Basic econometrics* (5th ed.). McGraw-Hill.
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2019). *Multivariate data analysis* (8th ed.). Cengage.
- Han, M. N., Lin, H., Wang, J. Y., Wang, Y. Z., & Jiang, W. (2019). Turning corporate environmental ethics into firm performance: The role of green marketing programs. *Business Strategy and the Environment*, 28(6), 929–938. <https://doi.org/10.1002/bse.2290>
- Huang, Z., Liao, G., & Li, Z. (2019). Loaning scale and government subsidy for promoting green innovation. *Technological Forecasting and Social Change*, 144, 148–156. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.04.023>
- Jesuka, D., Cunha, M. A., Borsatto, J. M. L. S., & Araújo, A. A. (2025). The Impact of green innovation and ESG performance on firm debt. *Brazilian Business Review*, 22, 1–24. <https://doi.org/10.15728/bbr.2023.1610.en>
- Lei, Y., Yan, Y., Chen, C., Luo, T., Wang, Y., & Wu, H. (2024). Can enterprise green transformation inhibit accrual earnings management? Evidence from China. *HELIYON*, 10(1). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e23783>
- Li, F., Li, J., & Wang, D. (2024). Policy instruments and green innovation: Evidence and implications for corporate performance. *Journal of Cleaner Production*, 471, 143443. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.143443>
- Li, S., & Qi, T. (2023). Fiscal decentralization, local government debt, and corporate innovation. *Finance Research Letters*, 54. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2023.103764>
- Lindblom, C. K. (1994). *The implications of organizational legitimacy for corporate social performance and disclosure*. Critical Perspectives on Accounting Conference, New York.
- Liu, X., Huang, N., Su, W., & Zhou, H. (2024). Green innovation and corporate ESG performance: Evidence from Chinese listed companies. *International Review of Economics & Finance*, 95, 103461. <https://doi.org/10.1016/j.iref.2024.103461>
- Liu, X., Wang, H., & Zhang, Y. (2025). ESG performance and corporate sustainability: Evidence from global markets. *Business Strategy and the Environment*, 34(2), 560–574. <https://doi.org/10.1002/bse.3402>

- Liu, Z., Chen, L., Jiang, H., Yan, Z., & Li, T. (2025). Corporate innovation and ESG performance: The role of government subsidies. *Journal of Cleaner Production*, 498, 145209. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2025.145209>
- Martins, G. A., & Theóphilo, C. R. (2016). *Metodologia da investigação científica para ciências sociais aplicadas*. Atlas.
- Pinheiro, A. B., Panza, G. B., Berhorst, N. L., Toaldo, A. M. M., & Segatto, A. P. (2023). Exploring the relationship among ESG, innovation, and economic and financial performance: Evidence from the energy sector. *International Journal of Energy Sector Management*, 18(3), 500–516. <https://doi.org/10.1108/IJESM-02-2023-0008>
- Silva, A. R., Cirani, C. B. S., Serra, F. A. R., Pigola, A., Costa, P. R., Scafuto, I. C., Ruas, R. L., & Mazieri, M. R. (2023). Determining factors on green innovation adoption: An empirical study in Brazilian agribusiness firms. *Sustainability*, 15(7), 6266. <https://doi.org/10.3390/su15076266>
- Suchman, M. C. (1995). Managing legitimacy: Strategic and institutional approaches. *Academy of Management Review*, 20(3), 571–610. <https://doi.org/10.5465/amr.1995.9508080331>
- Tan, Y., & Zhu, Z. (2022). The effect of ESG rating events on corporate green innovation in China: The mediating role of financial constraints and managers' environmental awareness. *Technology in Society*, 68, 101906. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2022.101906>
- Tang, C. H., & Xu, E. (2026). Does board gender diversity drive green innovation in Chinese family firms? Evidence from listed companies. *Sage Open*, 16(1), 21582440251411405. <https://doi.org/10.1177/21582440251411405>
- Tang, H. (2022). The effect of ESG performance on corporate innovation in China: The mediating role of financial constraints and agency cost. *Sustainability (Switzerland)*, 14(7). Scopus. <https://doi.org/10.3390/su14073769>
- Wooldridge, J. M. (2010). *Econometric analysis of cross section and panel data* (2nd ed.). MIT Press.
- Wu, L., Hu, K., Lyulyov, O., Pimonenko, T., Hamid, I., Wu, L., Hu, K., Lyulyov, O., Pimonenko, T., & Hamid, I. (2022). The impact of government subsidies on technological innovation in agribusiness: The case for China. *Sustainability*, 14(21). <https://doi.org/10.3390/su142114003>
- Wu, L., Yi, X., Hu, K., Lyulyov, O., & Pimonenko, T. (2025). The effect of ESG performance on corporate green innovation. *Business Process Management Journal*, 31(8), 24–48. <https://doi.org/10.1108/BPMJ-04-2023-0237>
- Wu, X., Li, Y., & Feng, C. (2023). Green innovation peer effects in common institutional ownership networks. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 30(2), 641–660. <https://doi.org/10.1002/csr.2379>

- Xiang, X., Liu, C., & Yang, M. (2022). Who is financing corporate green innovation? *International Review of Economics & Finance*, 78, 321–337. <https://doi.org/10.1016/j.iref.2021.12.011>
- Xu, C. (2025). Effect of cross-ownership on firm green innovation. *Emerging Markets Finance and Trade*, 61(8), 2534–2555. <https://doi.org/10.1080/1540496X.2024.2446380>
- Xu, X., & Liu, Q. (2025). Transformation of innovation in heavily polluting enterprises under resource constraints: The role of green finance policy. *International Review of Economics & Finance*, 103, 104524. <https://doi.org/10.1016/j.iref.2025.104524>
- Yan, H., Chen, Z., & Yang, Y. (2024). State-owned capital and quality of green innovation: Evidence from Chinese listed private firms. *Heliyon*, 10(6), e28179. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e28179>
- Yang, C., Zhu, C., & Albitar, K. (2024). ESG ratings and green innovation: A U-shaped journey towards sustainable development. *Business Strategy and the Environment*, 33(5), 4108–4129. <https://doi.org/10.1002/bse.3895>
- Yu, L., & Jin, P. (2026). Green innovation under multiple pressures: Examining financial constraints, ESG performance, and environmental regulations. *Journal of Innovation & Knowledge*, 12, 100876. <https://doi.org/10.1016/j.jik.2025.100876>
- Yusof, A. F. M.; Widyasamratri, H. Environmental, social, and governance: A review of frameworks, metrics, and reporting for sustainable development. *Civil and Sustainable Urban Engineering*, v. 5, n. 2, p. 102–116-102–116, 2025.
- Zhai, Y., Cai, Z., Lin, H., Yuan, M., Mao, Y., & Yu, M. (2022). Does better environmental, social, and governance induce better corporate green innovation: The mediating role of financing constraints. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 29(5), 1513–1526. <https://doi.org/10.1002/csr.2288>
- Zhang, J., & Liu, Z. (2023). Study on the impact of corporate ESG performance on green innovation performance—Evidence from listed companies in China A-Shares. *Sustainability (Switzerland)*, 15(20). Scopus. <https://doi.org/10.3390/su152014750>
- Zhang, X., Wu, J., Nor, M. N. B. M., & Quah, C. H. (2024). Corporate strategic aggression and environmental investment decisions: Evidence from A-share listed firms. *International Review of Financial Analysis*, 95. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2024.103528>
- Zhu, J., Xiong, Z., Lu, X., & Yao, Z. (2025). Does ESG rating disagreement impede corporate green innovation? *Global Finance Journal*, 64, 101068. <https://doi.org/10.1016/j.gfj.2024.101068>
- Zhu, L., Li, T., Wang, C., & Huang, J. (2025). Corporate ESG performance and green innovation: Moderating effect of shareholder activism. *Journal of Environmental Management*, 383, 125413. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2025.125413>