

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS

Luiza de Moura Chioli

Correlação entre indicadores de desempenho financeiro e indicadores ESG: Um estudo do setor de Óleo e Gás na B3.

São Carlos

2025

LUIZA DE MOURA CHIOLI

Correlação entre indicadores de desempenho financeiro e indicadores ESG: Um estudo do setor de Óleo e Gás na B3.

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Produção, da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheira de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Fernando César Almada Santos.

VERSAO CORRIGIDA

São Carlos
2025

AUTORIZO A REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Prof. Dr. Sérgio Rodrigues Fontes da EESC/USP com os dados inseridos pelo(a) autor(a).

Chioli, Luiza de Moura
C532c Correlação entre indicadores de desempenho
financeiro e indicadores ESG: Um estudo do setor de
Óleo e Gás na B3. / Luiza de Moura Chioli; orientador
Fernando César Almada Santos. São Carlos, 2025.

Monografia (Graduação em Engenharia de Produção) -- Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2025.

1. Valor Adicionado. 2. Valor Sustentável.
3. Rentabilidade. 4. Mercado de Capitais. I.

Título.

Eduardo Graziosi Silva - CRB - 8/8907

FOLHA DE APROVAÇÃO

| | |
|--|-----------------|
| Candidato: Luiza de Moura Chioli | |
| Título do TCC: Correlação entre indicadores de desempenho financeiro e indicadores ESG: Um estudo do setor de Óleo e Gás na B3 | |
| Data de defesa: 24/10/2025 | |
| Comissão Julgadora | Resultado |
| Professor Associado Fernando César Almada Santos (orientador) | <i>Aprovada</i> |
| Instituição: EESC - SEP | |
| Professora Adjunta Paula Maria Rattis Teixeira | <i>Aprovada</i> |
| Instituição: Universidade Federal de Lavras (UFLA) - 'Instituto de Ciência, Tecnologia e Inovação (ICTIN) | |
| Professor Adjunto Diego Rorato Fogaça | <i>Aprovada</i> |
| Instituição: Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) - Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e Geografia (FAENG) | |

Presidente da Banca: Professor Associado Fernando César Almada Santos

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, em primeiro lugar, que foram e são os responsáveis pelas oportunidades e privilégios que me permitiram chegar até aqui. Agradeço por todo o amor, conforto, educação e conhecimento que me ofereceram, tornando-me capaz de trilhar meus próprios caminhos com segurança e determinação.

À minha família, que sempre foi minha rede de apoio, em especial às minhas primas, exemplos de mulheres fortes e inspiradoras, que sempre estiveram ao meu lado com amor e incentivo.

Às amizades de infância, que são meu refúgio diante das turbulências da vida adulta e que, a cada reencontro, me lembram da leveza e da alegria de ser jovem. E às amizades que nasceram ao longo da graduação, que compartilharam comigo os altos e baixos dessa jornada e tornaram o caminho mais leve e acolhedor. Entre elas, agradeço especialmente ao meu melhor amigo e namorado, por estar ao meu lado em todas as etapas, me apoiar e me impulsionar a crescer pessoalmente e profissionalmente.

Aos professores que contribuíram com o meu aprendizado e compartilharam um pouco do seu conhecimento, ajudando a formar a profissional que hoje me torno. De modo especial, ao meu orientador, pela dedicação, disponibilidade e apoio constante nesta reta final.

A todos vocês, o meu mais sincero agradecimento.

RESUMO

CHIOLI, M. L. **Correlação entre indicadores de desempenho financeiro e indicadores ESG: Um estudo do setor de Óleo e Gás na B3.** 2025. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2025.

Este trabalho investigou a correlação entre indicadores de desempenho financeiro (ROA, ROE, ROCE e Tobin's Q) e *proxies* de ESG em empresas do setor de óleo e gás listadas na B3, no período de 2018 a 2024. A pesquisa adotou abordagem quantitativa, utilizando dados secundários extraídos dos demonstrativos contábeis e documentos oficiais: Balanço Patrimonial, Demonstração do Resultado do Exercício, Demonstração do Valor Adicionado e Relatórios de Sustentabilidade publicados anualmente. Complementarmente, foram utilizados os Formulários de Referência da CVM e as séries históricas da B3 para o cálculo do Tobin's Q. A análise dos dados foi realizada por meio de testes de correlação de Pearson e Spearman e modelos de regressão em painel com efeitos fixos e aleatórios, definidos conforme o Teste de Hausman. Os resultados revelaram heterogeneidade na relação entre práticas ESG e desempenho financeiro, com predominância de neutralidade em relação aos gastos socioambientais (GPAVAD), indicando que esses investimentos ainda não são plenamente precificados pelo mercado no médio prazo. Verificou-se correlação positiva entre o Valor Adicionado aos Acionistas (VAA) e os indicadores de rentabilidade, indicando que empresas mais eficientes tendem a remunerar mais seus acionistas. Contudo, essa relação pode refletir endogeneidade, já que firmas mais rentáveis também possuem maior capacidade financeira de distribuir resultados. Em contrapartida, o Valor Adicionado aos Credores (VAC), aos Empregados (VAE) e aos Governos (VAG) apresentou relação negativa e significativa com o desempenho financeiro, evidenciando que altos custos financeiros, trabalhistas e tributários reduzem a rentabilidade e podem ser percebidos como sinais de fragilidade estrutural. Conclui-se que, no setor de óleo e gás, a relação entre ESG e desempenho financeiro é heterogênea e não generalizável, ressaltando a importância da disciplina financeira e da governança sólida na integração de estratégias sustentáveis.

Palavras-chave: Valor Adicionado. Valor Sustentável. Rentabilidade. Mercado de Capitais.

ABSTRACT

CHIOLI, M. L. The Relationship Between Financial Performance and ESG Indicators: Evidence from the Oil and Gas Sector Listed on B3. 2025. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2025.

This study investigated the correlation between financial performance indicators (ROA, ROE, ROCE, and Tobin's Q) and ESG proxies derived from the Value Added Statement of oil and gas companies listed on B3 during the period from 2018 to 2024. The research adopted a quantitative approach based on secondary data extracted from financial statements and official documents, including the Balance Sheet, Income Statement, Value Added Statement, and annually published Sustainability Reports. Additionally, Reference Forms from the Brazilian Securities and Exchange Commission (CVM) and historical data from B3 were used to calculate Tobin's Q. Data analysis was conducted through Pearson and Spearman correlation tests and panel regression models with fixed and random effects, defined according to the Hausman Test. The results revealed heterogeneity in the relationship between ESG practices and financial performance, with a predominance of neutrality concerning socio-environmental expenditures (GPAVAD), indicating that these investments are not yet fully priced by the market in the short term. A positive correlation was observed between the Value Added to Shareholders (VAA) and profitability indicators, suggesting that the ability to remunerate shareholders is associated with operational and equity efficiency. Conversely, the Value Added to Creditors (VAC), Employees (VAE), and Governments (VAG) showed negative and significant relationships with financial performance, demonstrating that high financial, labor, and tax costs reduce profitability and may be perceived as signs of structural fragility. It is concluded that, in the oil and gas sector, the relationship between ESG and financial performance is heterogeneous and non-generalizable, highlighting the importance of financial discipline and solid governance in the integration of sustainable strategies.

Keywords: Value Added. Sustainable Value Creation. Profitability. Capital Markets.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 – Estrutura de hipóteses e perguntas direcionadoras da pesquisa | 22 |
| Figura 2 - Respostas às hipóteses e perguntas direcionadoras da pesquisa..... | 35 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1 - Análise descritiva dos indicadores financeiros e ESG das empresas do setor de óleo e gás | 27 |
| Tabela 2 – Matriz de correlação de Pearson | 29 |
| Tabela 3 – Matriz de correlação de Spearman..... | 30 |
| Tabela 4 – Modelo de Efeitos Aleatórios para ROA | 31 |
| Tabela 5 – Modelo de Efeitos Aleatórios para ROE | 32 |
| Tabela 6 – Modelo de Efeitos Fixos para ROCE | 33 |
| Tabela 7 - Modelo de Efeitos Aleatórios para TQ (ln)..... | 34 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|--|----|
| Quadro 1 – Síntese da literatura sobre ESG e indicadores financeiros..... | 21 |
| Quadro 2 - Empresas da amostra do setor de Petróleo, Gás e Combustíveis (Exploração, Refino e Distribuição) | 24 |

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1 INTRODUÇÃO..... | 12 |
| 2. REVISÃO DA LITERATURA | 15 |
| 2.1 Responsabilidade Social Corporativa e Valor Sustentável..... | 15 |
| 2.2 ESG | 17 |
| 2.3 Indicadores de Desempenho Financeiro | 19 |
| 3. MÉTODO | 21 |
| 3.1 Hipóteses do Estudo..... | 21 |
| 3.2 Amostra e Variáveis do Estudo | 23 |
| 3.3 Coleta de Dados | 26 |
| 4. ANÁLISE DE DADOS E RESULTADOS | 26 |
| 5. CONCLUSÃO..... | 35 |
| REFERÊNCIAS | 37 |
| APÊNDICE | 42 |
| APÊNDICE A - INDICADORES ESG E FINANCEIROS PARA O ESTUDO..... | 42 |
| APÊNDICE B - CÓDIGO PYTHON PARA ANÁLISES ESTATÍSTICAS | 43 |

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, observa-se uma transformação profunda na maneira como empresas e investidores encaram a sustentabilidade corporativa. O que antes era um diferencial competitivo ou uma prática voluntária passou a se consolidar como uma exigência estratégica, impulsionada tanto pela intensificação das crises ambientais e sociais quanto pelo fortalecimento da regulação e da pressão de *stakeholders* (XIE et al., 2019). Essa mudança alterou os fundamentos da gestão empresarial, deslocando o foco exclusivo na maximização dos lucros, conforme argumentava Friedman (1970, apud XIE et al., 2019), para uma abordagem voltada aos *stakeholders*, que considera os interesses de acionistas, consumidores, colaboradores, comunidades e meio ambiente.

Nesse cenário, os indicadores de *Environmental, Social and Governance* (ESG) emergem como elementos centrais na avaliação de risco e na tomada de decisão dos investidores. A integração do ESG às práticas corporativas reflete não apenas uma resposta ética às demandas contemporâneas, mas também uma estratégia eficaz para redução de riscos operacionais e reputacionais, atração de capital e construção de valor de longo prazo (CRISÓSTOMO; FREIRE; FREITAS, 2020; CAGLI; MANDACI; TAŞKIN, 2023).

De acordo com De Lucia, Pazienza e Bartlett (2020), empresas que adotam práticas sustentáveis têm conquistado vantagem competitiva sustentável ao incorporar ações voltadas à preservação ambiental, à responsabilidade social e à governança transparente. Esse movimento está refletido no crescimento de *Socially Responsible Investments*, cuja taxa composta anual chegou a 27% na Europa, segundo dados do Eurosif (DE LUCIA; PAZIENZA; BARTLETT, 2020). Além disso, de acordo com o *Sustainable Investment Review 2021* os ativos sustentáveis sob gestão nos mercados da Europa, Estados Unidos, Japão, Canadá, Austrália e Nova Zelândia somaram US\$ 35,3 trilhões no início de 2020, representando um aumento de 15% em relação a 2018. Esse comportamento sugere que os portfólios ESG são percebidos como instrumentos seguros, inclusive em períodos de instabilidade e crise (CAGLI; MANDACI; TAŞKIN, 2023).

A teoria dos mercados eficientes, proposta por Fama (1970, apud CAGLI; MANDACI; TAŞKIN, 2023), sugere que os preços dos ativos refletem toda a informação disponível. Contudo, evidências recentes demonstram que os mercados têm reagido ao desempenho ESG das empresas, especialmente em setores sensíveis a variáveis ambientais, como energia e mineração, nos quais as externalidades negativas são mais evidentes. Nesse contexto, o ESG é incorporado como ferramenta de mitigação de riscos, diversificação de portfólios e como critério decisivo em políticas de financiamento (DYE; McKINNON; VAN DER BYL, 2021).

Portanto, a ascensão dos critérios ESG não pode ser compreendida como uma tendência pontual, mas sim como parte de uma reconfiguração estrutural na relação entre capital, sociedade e meio ambiente. A sustentabilidade passa a ser elemento constitutivo da lógica de criação de valor nas empresas, influenciando diretamente a forma como os investidores alocam seus recursos e como as companhias desenham suas estratégias (DYE; MCKINNON; VAN DER BYL, 2021).

A relação entre o desempenho em práticas ESG e os resultados financeiros das empresas tem sido tema recorrente de pesquisa no campo da sustentabilidade corporativa. Conforme Alshehhi, Nobanee e Khare (2018), em uma revisão de 132 artigos publicados até 2016, observou-se uma predominância de resultados que apontam para uma relação positiva entre práticas de sustentabilidade corporativa e desempenho financeiro, apesar de uma minoria de estudos reportar resultados negativos, mistos ou estatisticamente não significativos. O estudo também destaca uma assimetria geográfica significativa: até o período de 2006–2007, não havia publicações provenientes de países em desenvolvimento, e, mesmo após esse marco, o crescimento se manteve modesto. Apenas a partir de 2014–2015 foi registrada uma elevação no número de trabalhos oriundos desses países, que continuam, entretanto, bastante sub-representados.

De modo semelhante, Wan et al. (2023) destacam que o número de pesquisas sobre ESG em países emergentes, como China, Índia e Brasil, ainda é reduzido, refletindo o caráter relativamente recente das investigações nesse contexto. Essa realidade evidencia que, apesar do crescimento da relevância prática do ESG em mercados emergentes, ainda persistem limitações no acúmulo teórico e empírico nacional sobre o tema.

No contexto brasileiro, algumas iniciativas vêm ganhando destaque na tentativa de compreender a correlação entre ESG e desempenho financeiro. Miralles-Quirós, Miralles-Quirós e Gonçalves (2018) ressaltam que o Brasil, pelas suas características econômicas, ambientais e demográficas, representa um caso relevante para estudos sobre desenvolvimento sustentável e responsabilidade social corporativa. Ainda assim, os autores observam que a maior parte dos estudos sobre sustentabilidade concentra-se em países desenvolvidos, e a produção acadêmica focada na realidade brasileira é escassa.

O estudo de Crisóstomo, Freire e Freitas (2020) corrobora a ideia de que o desempenho sustentável das empresas brasileiras, mensurado por indicadores ESG, pode influenciar positivamente o valor da firma, ainda que os resultados sobre essa relação sejam, por vezes, inconclusivos. Os autores destacam que o Índice de Sustentabilidade Empresarial (ISE), lançado em 2005, representou um marco para a mensuração do desempenho ESG no Brasil,

mas ainda há um número limitado de empresas integrantes. Além disso, ressaltam a necessidade de mais pesquisas que explorem os efeitos das mudanças institucionais brasileiras sobre o comportamento corporativo, especialmente em um ambiente marcado por alta concentração acionária e baixa proteção aos acionistas minoritários.

Em consonância, Pereira et al. (2020), ao analisarem empresas brasileiras listadas no ISE, identificaram uma relação positiva e estatisticamente significativa entre desempenho social corporativo e desempenho financeiro, evidenciando uma causalidade bidirecional entre as práticas. Contudo, os autores apontam limitações, como a avaliação da divulgação baseada apenas na presença ou ausência de relatórios segundo o padrão *Global Reporting Initiative* (GRI), e o pequeno número de empresas participantes do índice, o que indica a necessidade de estudos mais amplos e rigorosos no Brasil.

Assim, embora algumas evidências nacionais sugiram uma correlação positiva entre sustentabilidade corporativa e desempenho financeiro, o cenário brasileiro ainda demanda investigações mais abrangentes, setoriais e longitudinalmente consistentes. Este estudo busca contribuir para esse campo ao realizar uma análise focada na correlação entre indicadores ESG e indicadores financeiros no contexto brasileiro, com ênfase em empresas do setor de óleo e gás listadas na bolsa de valores brasileira (Brasil, Bolsa, Balcão - B3). Tal abordagem preenche uma lacuna importante na literatura, majoritariamente centrada em economias desenvolvidas (ALSHEHHI; NOBANEE; KHARE, 2018; WAN et al., 2023), ao oferecer evidências empíricas sobre um setor altamente relevante para a economia nacional e ao mesmo tempo intensivo em impactos socioambientais.

Além disso, a pesquisa se destaca por analisar um dos setores mais estratégicos e controversos na agenda da transição energética. A indústria de óleo e gás, ainda que inserida em um cenário de expansão das energias renováveis, continua a desempenhar papel fundamental na matriz energética global e nacional (AASTVEDT; BEHMIRI; LU, 2021). No Brasil, o setor é responsável por parcela significativa do Produto Interno Bruto (PIB), geração de empregos e atração de investimentos, principalmente após a descoberta do pré-sal, que impulsionou o desenvolvimento tecnológico e posicionou o país como um dos maiores produtores de petróleo do mundo (PAULA; CAVALHEIRO, 2020). No entanto, também é um dos principais emissores de gases de efeito estufa, sendo responsável por cerca de 8% das emissões globais de CO₂ derivadas de combustíveis fósseis e cerca de 14% das emissões de metano (IEA, 2019a, 2019b, 2019c, apud AASTVEDT; BEHMIRI; LU, 2021).

Diante disso, o setor de óleo e gás destaca-se como um campo estratégico para a análise da relação entre ESG e desempenho financeiro, dada sua relevância econômica e os impactos

ambientais associados à exploração de combustíveis fósseis, que, apesar de contestados, continuam a exercer papel fundamental na matriz energética brasileira (GÜNGÖR; ŞEKER, 2022). A crescente pressão exercida por instituições financeiras para o aprimoramento do desempenho ambiental tem influenciado significativamente o setor, sobretudo diante dos desafios relativos ao acesso a capital (DYE; McKINNON; VAN DER BYL, 2021). Além disso, pesquisas recentes indicam que, em setores de maior risco ambiental, como energia e mineração, o desempenho ESG possui efeito significativo sobre os resultados financeiros, reforçando a necessidade de alinhamento entre práticas sustentáveis e gestão corporativa (CHEN; XIE, 2022).

A elaboração de relatórios de sustentabilidade, por sua vez, emerge como ferramenta essencial de comunicação e gestão, contribuindo para a reputação corporativa e o relacionamento com a comunidade. Ainda assim, permanece a necessidade de compreender se tais práticas estão efetivamente associadas a melhores resultados financeiros, especialmente em economias emergentes como a brasileira, onde a literatura ainda é incipiente (ALSHEHHI; NOBANEE; KHARE, 2018).

Assim, a relevância do setor de óleo e gás no Brasil não apenas reforça a necessidade de estudos específicos sobre a relação entre ESG e desempenho financeiro, como também evidencia o papel central desse segmento no processo de transição energética e sustentabilidade corporativa. A compreensão desse cenário é fundamental para direcionar políticas e práticas empresariais alinhadas às demandas ambientais e sociais contemporâneas.

Diante disso, este trabalho tem como objetivo geral analisar a correlação entre o desempenho financeiro das empresas do setor de óleo e gás listadas na B3 e seus respectivos indicadores ESG.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Responsabilidade Social Corporativa e Valor Sustentável

A Responsabilidade Social Corporativa (RSC) tem se destacado como uma abordagem estratégica que integra preocupações sociais, ambientais e éticas à lógica de operação das empresas. Diferentemente de uma visão centrada exclusivamente no lucro, o modelo de RSC implica um compromisso com a sociedade em sentido amplo, abrangendo ações em áreas como educação, saúde, práticas trabalhistas éticas e preservação ambiental (TALIENTO; FAVINO; NETTI, 2019). Essa mudança reflete a transição da tradicional lógica econômica, centrada nos

acionistas, para uma abordagem orientada aos *stakeholders*, isto é, todos os agentes impactados pela atividade empresarial.

Segundo a Teoria dos *Stakeholders*, a geração de valor sustentável exige considerar e atender de forma equilibrada os interesses de clientes, colaboradores, comunidades, fornecedores, governos e investidores. A insatisfação de qualquer uma dessas partes pode comprometer o desempenho financeiro e a própria sobrevivência da organização (TALIENTO; FAVINO; NETTI, 2019). Nessa perspectiva, o papel do gestor passa a ser a criação de valor para os diferentes grupos de interesse, alinhando interesses diversos e evitando tratá-los como opositos, além de integrar decisões éticas e estratégicas como parte inseparável da prática empresarial (HÖRISCH; SCHALTEGGER; FREEMAN, 2020). Isso reforça a noção de que a empresa não é apenas uma entidade econômica, mas uma rede de relações construída em torno de um propósito que transcende a obtenção de lucros.

No contexto da sustentabilidade corporativa, amplia-se a noção tradicional de criação de valor, que passa a considerar não apenas a dimensão econômica, mas também os impactos sociais e ambientais. Essa perspectiva está alinhada ao conceito de *Triple Bottom Line*, desenvolvido por Elkington (1994), segundo o qual o desempenho organizacional deve ser avaliado a partir de sua contribuição simultânea para as esferas ambiental, social e econômica. Nessa lógica, as empresas são analisadas tanto pela capacidade de mitigar impactos negativos quanto pela geração de benefícios líquidos para a sociedade e o meio ambiente. Sob essa ótica, modelos de negócio que incorporam práticas sustentáveis têm potencial para criar valor além do econômico, fortalecendo sua vantagem competitiva e contribuindo para o desenvolvimento sustentável dos mercados e da sociedade como um todo (FREUDENREICH; LÜDEKE-FREUND; SCHALTEGGER, 2020).

No contexto industrial, iniciativas de RSC têm se mostrado particularmente relevantes em setores intensivos em recursos naturais, como o de petróleo e gás. Embora esse setor ofereça altos retornos sobre o capital investido, ele também gera significativas externalidades ambientais negativas. Por isso, a implementação de políticas ambientais e socioeconômicas em nível regional, muitas vezes impulsionadas por políticas públicas, é essencial para adaptar o setor à lógica do *triple bottom line*, considerando simultaneamente os aspectos econômico, social e ambiental da sustentabilidade (HEIM; VIGNEAU; KALYUZHNOVA, 2023). Nesses territórios, a atuação das empresas deve se alinhar às estratégias locais que buscam redistribuir os benefícios gerados pelas operações, minimizando os impactos negativos e promovendo o desenvolvimento regional (GYANE et al., 2021). Essa abordagem inclui a busca por

legitimidade social, resposta a demandas públicas e consideração das consequências de longo prazo para as comunidades envolvidas.

Além disso, estudos apontam que a adoção de práticas socialmente responsáveis não apenas responde a pressões sociais, mas também pode resultar em ganhos financeiros e reputacionais, fortalecendo o desempenho organizacional de forma abrangente. A RSC está associada ao melhor aproveitamento de recursos, à melhoria na reputação institucional e à construção de relacionamentos mais sólidos com *stakeholders* estratégicos, como clientes e fornecedores (NOVITASARI; TARIGAN, 2022). Assim, evidencia-se uma sinergia entre responsabilidade social e desempenho econômico, o que reforça a importância de se integrar a sustentabilidade à estratégia organizacional.

No Brasil, índices de sustentabilidade corporativa têm se consolidado como importantes instrumentos de avaliação do desempenho social das empresas. Um exemplo é o Índice de Sustentabilidade Empresarial (ISE), que reflete o comprometimento com práticas éticas, ambientais e sociais, sendo frequentemente utilizado como *proxy* para mensuração do desempenho socioambiental em estudos acadêmicos (PEREIRA et al., 2020). Embora esse tipo de índice ofereça um panorama relevante sobre empresas que adotam boas práticas, seu escopo pode ser limitado para análises setoriais mais amplas, como no caso do setor de óleo e gás, que inclui empresas relevantes não contempladas nesses indicadores. Ainda assim, estudos mostram que a adesão a índices como o ISE tende a estar associada a maiores níveis de legitimidade, reputação e desempenho social, reforçando a importância da responsabilidade social corporativa como diferencial competitivo (CRISÓSTOMO; FREIRE; FREITAS, 2020).

Portanto, a Responsabilidade Social Corporativa, ao articular valor econômico, legitimidade institucional e compromisso com os *stakeholders*, constitui um eixo central nas estratégias empresariais voltadas à sustentabilidade. Seu impacto positivo sobre o desempenho organizacional está cada vez mais documentado, e sua aplicação prática depende tanto de pressões externas quanto da visão estratégica das lideranças.

2.2 ESG

O conceito de ESG tem sido amplamente discutido nas últimas décadas como um modelo de avaliação da sustentabilidade organizacional. Embora não haja uma definição única e universalmente aceita, ESG representa um conjunto de práticas e indicadores voltados à incorporação de preocupações ambientais, sociais e de governança nas decisões empresariais e nos investimentos, servindo como complemento aos tradicionais parâmetros econômicos e financeiros (TALIENTO; FAVINO; NETTI, 2019).

A origem do conceito remonta à iniciativa da Organização das Nações Unidas (ONU), em 2004, por meio do relatório *Who Cares Wins*, que propôs a integração dos fatores ESG aos mercados de capitais. O estudo evidenciou que tais critérios não apenas promovem uma gestão mais responsável e ética, como também proporcionam benefícios econômicos tangíveis e contribuem para o desenvolvimento sustentável (BOUFOUNOU et al., 2023).

A dimensão ambiental do ESG refere-se às ações empresariais voltadas à preservação e ao uso eficiente dos recursos naturais. Isso inclui a redução de emissões de gases de efeito estufa, o gerenciamento de resíduos, o uso de energias renováveis e a mitigação dos impactos das mudanças climáticas. Conforme Zhou, Liu e Luo (2022), o desempenho ambiental eficaz não apenas reduz externalidades negativas, mas também fortalece a reputação organizacional, representando um diferencial competitivo em contextos de alta exigência regulatória ou social. Além disso, em setores de alta intensidade extrativa, como o de óleo e gás, essa dimensão assume papel ainda mais crítico devido ao potencial de danos irreversíveis ao meio ambiente e ao elevado grau de fiscalização institucional (YIHENG et al., 2024).

A dimensão social, por sua vez, abrange aspectos relacionados aos direitos humanos, às condições de trabalho e ao relacionamento com as comunidades nas quais a organização atua. Elementos como igualdade de gênero, diversidade, segurança no trabalho, capacitação de colaboradores e impacto social positivo são centrais nesse pilar. Boufounou et al. (2023) destacam que o bom desempenho social pode resultar em maior lealdade dos consumidores, comprometimento dos funcionários e, consequentemente, maior produtividade. Estudos conduzidos por Yiheng et al. (2024) também demonstram que empresas socialmente responsáveis obtêm melhores resultados financeiros, reforçando a hipótese de que práticas sociais consistentes ampliam a resiliência corporativa frente a instabilidades de mercado. Nesse sentido, Zhou, Liu e Luo (2022) sugerem que a dimensão social atua como variável mediadora na relação entre práticas ESG e desempenho financeiro.

A dimensão de governança, por fim, está relacionada à estrutura organizacional e aos mecanismos de controle e transparência adotados pelas empresas. Inclui práticas como a composição e independência dos conselhos administrativos, políticas de remuneração, prevenção à corrupção e compliance. Para Khoury, Naimy e Iskandar (2021), a governança corporativa sólida é o componente mais tradicional do ESG e o mais diretamente associado à confiança dos investidores, visto que reduz a assimetria de informações e promove decisões mais responsáveis. Boufounou et al. (2023) complementam ao afirmar que a governança eficaz não deve se limitar à conformidade normativa, mas deve ser compreendida como ferramenta estratégica para geração de valor e fortalecimento da legitimidade perante os *stakeholders*.

Além da relevância de cada dimensão de forma isolada, estudos recentes confirmam que empresas com elevado desempenho ESG apresentam maior resiliência e atratividade de capital (KHAN, 2022), reforçando a importância de investigar tais relações no contexto brasileiro. Empresas com elevado desempenho ESG são, em geral, mais resilientes a crises, apresentam menor risco de imagem e atraem investidores interessados em critérios sustentáveis (CHEN; XIE, 2022). A teoria dos recursos ociosos, conforme discutida por Khan (2022), sugere que grandes corporações, por disporem de maior volume de recursos e estarem sujeitas a maior visibilidade pública, são pressionadas a adotar e divulgar práticas ESG de forma mais intensa, em busca de legitimidade e vantagem competitiva.

No contexto europeu, Taliento, Favino e Netti (2019) demonstraram que a relevância do ESG não está no valor absoluto dos indicadores, mas sim na distância em relação à média do setor, reforçando a noção de que empresas que se destacam em sustentabilidade obtêm benefícios financeiros diferenciados. No Brasil, observa-se um movimento institucional importante na direção da consolidação dos critérios ESG. Um exemplo disso é a obrigatoriedade, imposta pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) a partir de 2015, da publicação de relatórios de responsabilidade socioambiental por parte das concessionárias do setor elétrico, contemplando aspectos de governança, desempenho social e impactos ambientais (MOTA; PIMENTEL, 2021). Essa tendência vem se expandindo para outros setores regulados, como o de óleo e gás.

Dessa forma, o ESG consolida-se como uma abordagem estruturada para avaliar o comprometimento corporativo com a sustentabilidade e a responsabilidade socioeconômica, promovendo não apenas a atração de investimentos, mas também a mitigação de riscos operacionais e reputacionais. No entanto, para investigar de forma empírica os efeitos da adoção de práticas sustentáveis sobre o desempenho financeiro das empresas, é necessário traduzir esses princípios em indicadores mensuráveis. Nesse contexto, este estudo adota variáveis derivadas da Demonstração do Valor Adicionado (DVA) como *proxies* das dimensões ESG, por representarem, de maneira objetiva, a distribuição de valor entre *stakeholders* e os investimentos socioambientais.

2.3 Indicadores de Desempenho Financeiro

A avaliação do desempenho financeiro corporativo é fundamental para investidores, analistas e gestores, servindo como base para decisões estratégicas e operacionais. No contexto da análise de correlações com os indicadores ESG, alguns dos principais índices utilizados para mensurar o desempenho financeiro têm sido o *Return on Assets* (ROA), *Return on Equity*

(ROE), *Return on Common Equity* (ROCE) e *Tobin's Q* (TQ), conforme observado em diversos estudos empíricos recentes (STREKALINA et al., 2023; SHABAN; BARAKAT, 2023; LANDI; SCIARELLI, 2019; MOTA; PIMENTEL, 2021).

O ROA reflete a capacidade da empresa em transformar seus ativos em lucro líquido, sendo calculado pela razão entre o lucro líquido e o total de ativos. Esse indicador é amplamente utilizado por sua objetividade na mensuração da eficiência operacional, já que demonstra a rentabilidade em relação ao total de recursos disponíveis na empresa (SHABAN; BARAKAT, 2023). Altos valores de ROA sugerem uma gestão eficaz dos ativos, enquanto valores baixos podem indicar ineficiência na geração de lucros com os recursos disponíveis (MOTA; PIMENTEL, 2021).

O ROE, por sua vez, mede a rentabilidade do capital investido pelos acionistas. Esse indicador é particularmente relevante na avaliação da competência da gestão em gerar valor para os acionistas, sendo calculado pela razão entre o lucro líquido e o patrimônio líquido da empresa. Trata-se de uma métrica amplamente adotada na análise de investimentos, sendo destacada como padrão para avaliação de retorno financeiro corporativo (SHABAN; BARAKAT, 2023). ROE elevados são geralmente associados a empresas com boa governança e estratégias eficientes de alocação de recursos (LANDI; SCIARELLI, 2019).

Já o ROCE busca avaliar a rentabilidade da empresa considerando todo o capital empregado, incluindo tanto o capital próprio quanto o de terceiros. É calculado pela razão entre o lucro operacional antes de juros e impostos (*Earnings Before Interest and Taxes*, EBIT) e o capital investido, definido como a diferença entre o ativo total e o passivo circulante. Esse índice é particularmente útil em setores intensivos em capital, como o de óleo e gás, por oferecer uma visão mais abrangente da eficiência com que os recursos globais são utilizados para gerar lucro (STREKALINA et al., 2023).

Por fim, o índice TQ é um indicador de mercado que compara o valor de mercado dos ativos da empresa com o seu valor de reposição contábil. Valores superiores a 1 sugerem que o mercado acredita que os ativos da empresa possuem maior valor do que o registrado contabilmente, sinalizando boas perspectivas de crescimento. Esse índice é utilizado majoritariamente em análises orientadas ao investidor, uma vez que captura expectativas futuras de desempenho e a confiança dos agentes econômicos (STREKALINA et al., 2023).

De modo geral, o uso combinado desses indicadores, na mesma sequência de apresentação, permite capturar diferentes dimensões do desempenho financeiro: operacional, patrimonial, estratégica e de mercado. Essa diversidade de métricas contribui para uma avaliação mais robusta e abrangente do desempenho das empresas analisadas, especialmente

quando se busca compreender os efeitos da integração de práticas ESG na geração de valor econômico.

3. MÉTODO

Esta pesquisa caracteriza-se como descritiva, pois busca identificar e analisar a relação entre os indicadores ESG e o desempenho financeiro de empresas do setor de óleo e gás listadas na B3. Segundo Gil (2008), pesquisas descritivas visam não apenas mapear características de determinado fenômeno, mas também explorar possíveis associações entre variáveis, sendo amplamente utilizadas por instituições que buscam compreender fenômenos aplicados.

Quanto à abordagem, trata-se de uma pesquisa quantitativa, baseada na coleta e análise de dados mensuráveis, com o objetivo de quantificar relações e testar hipóteses com base em evidências empíricas (CRESWELL, 2007). A análise cobre o período de 2018 a 2024, permitindo observar tendências de forma longitudinal, o que contribui para a robustez dos resultados.

A coleta de dados foi feita por meio de pesquisa documental, utilizando exclusivamente fontes secundárias, como relatórios financeiros, indicadores ESG e documentos institucionais disponíveis publicamente. De acordo com Marconi e Lakatos (2003), a pesquisa documental baseia-se na análise sistemática de documentos escritos, que, embora não produzidos originalmente para fins acadêmicos, oferecem informações confiáveis e relevantes para investigação científica.

Essa abordagem permite examinar de forma objetiva e comparável a correlação entre práticas ESG e indicadores financeiros consolidados ao longo do tempo.

3.1 Hipóteses do Estudo

Considerando o histórico de evidências empíricas divergentes quanto à relação entre práticas ESG e desempenho financeiro (STREKALINA et al., 2023; SHABAN; BARAKAT, 2023), observa-se que não há consenso consolidado na literatura sobre a natureza dessa correlação. Essa diversidade de resultados também é evidenciada no Quadro 1, adaptado de Mota e Pimentel (2021), o qual apresenta uma síntese de estudos empíricos anteriores que analisaram a relação entre investimentos socioambientais e indicadores financeiros em diferentes contextos.

Quadro 1 – Síntese da literatura sobre ESG e indicadores financeiros

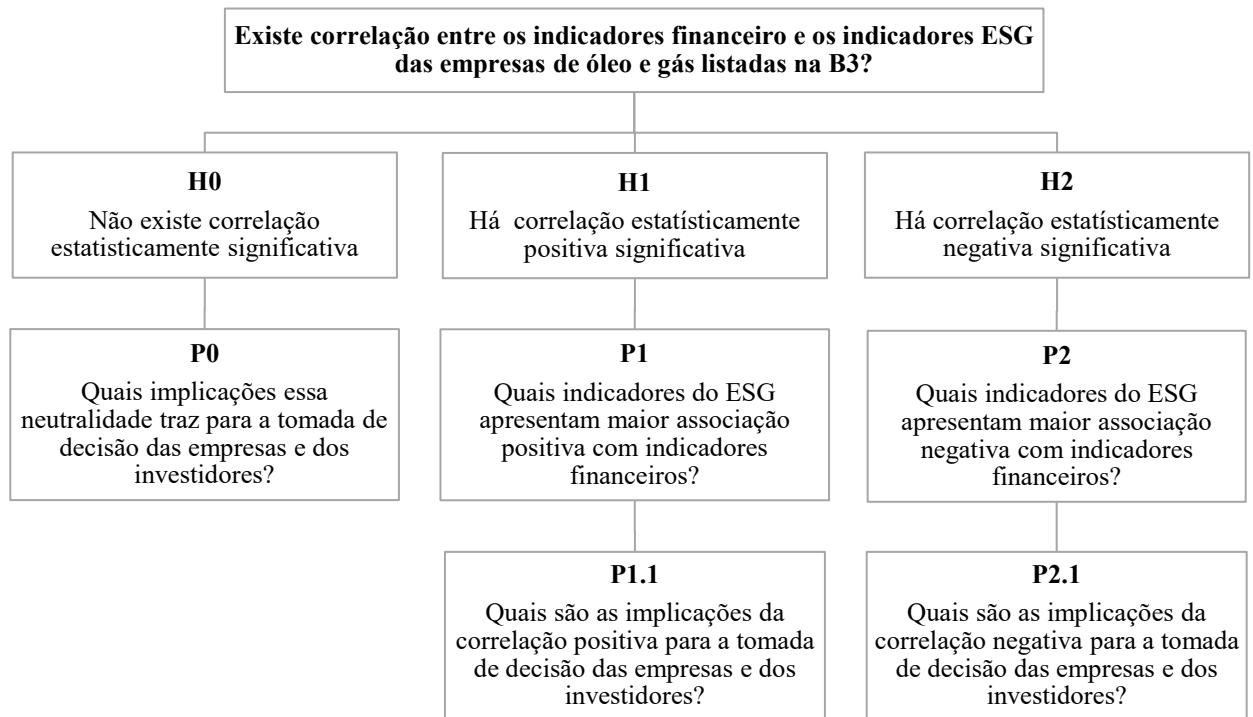
| Autor (Ano) | Indicadores ESG | Indicadores financeiros | Resultado |
|-------------------------------------|--|-------------------------|---|
| Orellano & Quiota (2011) | Investimentos sociais internos, externos e ambientais | ROA, ROE e TQ | Correlação positiva com ROA e ROE; demais variáveis sem resultados claros. |
| Saleh et al. (2011) | Relações com funcionários, comunidade, produto e meio ambiente | ROA e TQ | Relação positiva significativa no curto prazo; limitada no longo prazo. |
| Ribeiro et al. (2017) | Investimentos sociais internos, externos e ambientais | ROA e ROE | Investimentos sociais internos correlacionam-se positivamente com o desempenho; investimentos sociais externos negativamente; ambientais sem impacto significativo. |
| Cruz et al. (2019) | Indicadores sociais e ambientais | ROA e ROE | Relação negativa e estatisticamente significativa entre ROA e indicadores de valor adicionado. |

Fonte: Adaptado de Mota e Pimentel (2021, p. 6).

No Quadro 1 anterior, observa-se que alguns estudos apontam uma correlação positiva entre variáveis ESG e desempenho financeiro, em contrapartida, outros autores, relataram uma correlação negativa em alguns indicadores, como o ROA. Essa multiplicidade de achados empíricos reforça a importância de investigar o tema em setores específicos, com destaque para o setor de óleo e gás brasileiro, que se caracteriza por alto grau de exposição a riscos regulatórios, ambientais e reputacionais.

Dessa forma, considerando as evidências divergentes da literatura e as particularidades do setor em análise, foi estruturada a linha de busca representada na Figura 1, que apresenta a questão de pesquisa, as hipóteses estatísticas formuladas e as perguntas direcionadoras que nortearão a análise empírica. O modelo busca organizar de forma lógica e sequencial a investigação, permitindo clareza quanto ao problema central e aos caminhos de exploração.

Figura 1 – Estrutura de hipóteses e perguntas direcionadoras da pesquisa



Fonte: Elaborado pela autora.

Essa estrutura de hipóteses contempla os três cenários recorrentes na literatura: ausência de relação, relação positiva e relação negativa. A partir dela, as perguntas direcionadoras foram formuladas para avaliar a robustez estatística dos resultados, identificar quais dimensões do ESG e quais indicadores financeiros são mais relevantes, além de interpretar os achados sob a ótica da geração de valor empresarial e da tomada de decisão.

Com isso, a análise estatística terá o papel de confirmar ou refutar a hipótese nula a partir de evidências empíricas específicas ao contexto brasileiro e ao setor de óleo e gás, fornecendo não apenas uma resposta ao problema de pesquisa, mas também *insights* práticos para empresas, investidores e demais *stakeholders*.

3.2 Amostra e Variáveis do Estudo

A população deste estudo foi definida como as empresas pertencentes ao setor de Petróleo, Gás e Combustíveis, com foco específico nos segmentos de Exploração, Refino e Distribuição, segundo a classificação setorial disponibilizada pela B3. Esse critério resultou em um total de 12 companhias de capital aberto, conforme apresentado no Quadro 2. No entanto, a fim de garantir uma análise compatível com o horizonte temporal da revisão da literatura (2018–2024) e assegurar a disponibilidade histórica de dados financeiros e de sustentabilidade

ao longo de todo o período analisado, foram selecionadas apenas as empresas que abriram o registro na Comissão de Valores Mobiliários (CVM) antes de 2018.

Quadro 2 - Empresas da amostra do setor de Petróleo, Gás e Combustíveis (Exploração, Refino e Distribuição)

| Empresa | Descrição resumida da atividade | Data de registro da CVM |
|---|---|--------------------------------|
| Azevedo & Travassos Energia S.A. | Participação em outras sociedades, congêneres ou não, principalmente nos ramos de exploração e produção de petróleo e gás natural. | 06/09/2024 |
| Brava Energia S.A. | Exploração, produção, refino e comercialização de petróleo, gás natural e derivados. | 09/11/2020 |
| Cosan S.A. | Produção de Açúcar, etanol e cogeração de energia. Distribuição de Combustíveis. | 26/10/2005 |
| Petróleo Brasileiro S.A. (Petrobras) | Pesquisa, lavra, refinação, processamento, comércio e transporte de petróleo e derivados, de gás natural e de outros hidrocarbonetos fluidos. | 20/07/1977 |
| PetroRecôncavo S.A. | Exploração e produção de petróleo e gás natural. | 30/04/2021 |
| PRIO Forte S.A. | Exploração e produção de petróleo, gás natural e outros hidrocarbonetos. | 19/12/2024 |
| PRIO S.A. | Fabricação de petróleo e gás. | 21/10/2010 |
| Raízen S.A. | Distribuição e venda de etanol e de petróleo, combustíveis e outros hidrocarbonetos fluidos e seus subprodutos. | 28/05/2021 |
| Ref. de Petróleo Riograndense S.A. | Produzir e comercializar combustíveis, solventes, óleos especiais e serviços correlatos. | Não possui dados para consulta |
| Ref. de Petróleos Manguinhos S.A. | Fabricação de produtos de refino de petróleo. | 14/05/1970 |
| Ultrapar Participações S.A. | Atuação em energia, mobilidade e infraestrutura logística por meio da Ultragaz, Ipiranga e Ultracargo. | 27/09/1999 |
| Vibra Energia S.A. | Distribuição e venda de álcool carburante. biodiesel. gasolina e demais derivados de petróleo. | 12/12/2017 |

Fonte: Elaborado pelo autor com base em B3 (2025). Disponível em: https://www.b3.com.br/pt_br/produtos-e-servicos/negociacao/renda-variavel/acoes/consultas/classificacao-setorial. Acesso em: 30 jun. 2025.

Após a aplicação do critério de inclusão, a amostra foi reduzida de 12 para 6 empresas, sendo elas: Cosan S.A.; Petróleo Brasileiro S.A. (Petrobras); PRIO S.A.; Refinaria de Petróleos Manguinhos S.A.; Ultrapar Participações S.A.; e Vibra Energia S.A.

As variáveis utilizadas no estudo foram organizadas em três categorias: variáveis dependentes, independentes e de controle. As variáveis dependentes correspondem aos indicadores de desempenho financeiro previamente detalhados na Seção 2.3, sendo eles: ROA, ROE, ROCE e o índice TQ

No que se refere às variáveis independentes, buscou-se mensurar os fatores ESG com base em dados objetivos e comparáveis entre as companhias analisadas. Considerando os desafios para a mensuração direta de aspectos qualitativos relacionados às práticas ESG, especialmente em contextos que não há ampla padronização ou disponibilidade de *ratings* ESG, optou-se por utilizar variáveis derivadas da Demonstração do Valor Adicionado (DVA) como *proxies* contábeis alinhadas à lógica do *triple bottom line* e da Teoria dos *Stakeholders*, conforme também aplicado por Cruz, Miranda e Ribeiro (2019). Tais variáveis representam, de forma quantificável, como o valor gerado pelas empresas é distribuído entre diferentes grupos de interesse, empregados, governo, credores, acionistas e iniciativas socioambientais, evidenciando o compromisso com dimensões sociais e de governança da sustentabilidade corporativa.

Os indicadores utilizados, expressos em porcentagem sobre o valor adicionado, foram: Gastos com Pessoas e Ambiente sobre o Valor Adicionado (GPAVAD), representando esforços em ações sociais e ambientais diretas; valor adicionado distribuído aos empregados (VAE), indicador de valorização da força de trabalho; valor destinado ao governo (VAG), que expressa a contribuição fiscal e o cumprimento de obrigações legais; valor transferido aos credores (VAC), refletindo o relacionamento financeiro e a transparência nas obrigações com terceiros (CRUZ; MIRANDA; RIBEIRO, 2019). Complementarmente, foi incluído o indicador de valor adicionado repassado aos acionistas (VAA), que considera exclusivamente os valores efetivamente transferidos aos detentores de capital próprio, como dividendos e juros sobre o capital próprio (MARTINS et al., 2013, p. 675).

Além disso, foram incluídas variáveis de controle com o propósito de isolar os efeitos dos indicadores ESG sobre o desempenho financeiro e reduzir possíveis vieses associados a características estruturais das empresas. As variáveis utilizadas foram o total de ativos (TA), como *proxy* do porte da empresa, e o nível de endividamento (END), medido pela razão entre passivos totais e ativos totais (CRUZ; MIRANDA; RIBEIRO, 2019).

A seleção dessas variáveis seguiu a lógica metodológica proposta por Gil (2008), segundo a qual variáveis em pesquisa devem ser passíveis de classificação em categorias distintas e mensuráveis com base em dados objetivos, possibilitando análises estatísticas coerentes com os objetivos da investigação.

3.3 Coleta de Dados

Os dados utilizados para a construção das variáveis do estudo foram obtidos a partir das informações financeiras e socioambientais divulgadas pelas empresas analisadas, referentes ao período de 2018 a 2024. As informações financeiras foram extraídas das demonstrações contábeis disponíveis nas seções de Relação com Investidores dos websites corporativos de cada companhia. Especificamente, os ativos e passivos totais foram coletados do Balanço Patrimonial, enquanto o lucro líquido e o EBIT foram obtidos a partir da Demonstração do Resultado do Exercício (DRE). Adicionalmente, as variáveis relacionadas ao valor adicionado, tais como os montantes distribuídos a empregados, governo, credores e acionistas, foram obtidas na Demonstração do Valor Adicionado (DVA), documento que evidencia a forma como a riqueza gerada pela empresa é distribuída entre os diferentes *stakeholders*.

As informações sobre investimentos socioambientais foram coletadas nos Relatórios de Sustentabilidade publicados anualmente pelas empresas. Foram considerados todos os dispêndios relacionados ao meio ambiente e à comunidade, incluindo iniciativas de descarbonização e transição energética, projetos socioambientais voluntários, projetos culturais, esportivos e de incentivo à ciência e tecnologia, programas de monitoramento ambiental vinculados a processos de licenciamento, bem como projetos de mitigação e compensação de impactos socioeconômicos. Ressalta-se, entretanto, que não existe um padrão obrigatório para a divulgação desses investimentos, e nem todas as empresas informam os valores monetários correspondentes. Nesses casos, a ausência de informação foi registrada nas tabelas como “NA”, de modo a preservar a consistência dos dados e evitar distorções nos resultados do estudo.

Além das informações financeiras e socioambientais, foram coletados dados referentes ao volume de ações e aos valores de negociação anuais, tanto de ações ordinárias quanto preferenciais, utilizados no cálculo do TQ. Esses dados foram obtidos nos Formulários de Referência disponibilizados pela Comissão de Valores Mobiliários (CVM) para o período de 2018 a 2024 e, de forma complementar, utilizaram-se as séries históricas de cotações fornecidas pela B3, referentes ao mesmo período.

A partir do conjunto consolidado de informações, foram construídos os indicadores apresentados nas Seções 2.2 e 2.3, que podem ser consultados no Apêndice A.

4. ANÁLISE DE RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para a análise de dados, foram utilizados três modelos estatísticos: análise descritiva, análise de regressão e análise de correlação, conforme aplicado em outros estudos, como o de Mota e Pimentel (2021). A operacionalização desses modelos foi realizada na plataforma Google Colab, por meio de rotinas desenvolvidas em Python. Os códigos detalhados encontram-se documentados no Apêndice B.

O código faz uso das bibliotecas pandas, statsmodels e linearmodels (para estimação de modelos de regressão em dados em painel), além da scipy (para cálculo das correlações de Pearson e Spearman). Ressalta-se que o script foi desenvolvido especificamente para a estrutura e características do conjunto de dados utilizado neste estudo. Portanto, caso seja aplicado a outros conjuntos de dados, recomenda-se realizar as devidas adaptações.

A estatística descritiva foi utilizada como etapa inicial da análise, com o propósito de organizar e sintetizar os dados de forma clara e objetiva, possibilitando uma compreensão preliminar do comportamento das variáveis sem extrapolar conclusões além do conjunto observado (LEVIN; RUBIN, 1998). Esse procedimento permitiu identificar padrões, variações e tendências, fornecendo uma visão geral da amostra antes da aplicação de métodos inferenciais, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 - Análise descritiva dos indicadores financeiros e ESG das empresas do setor de óleo e gás

| Variáveis | N | Média | Desv Pad | Mínimo | 25% | Mediana | 75% | Máximo |
|--------------------|----|--------|----------|---------|--------|---------|--------|---------|
| ROA | 42 | 4,37% | 9,39% | -18,55% | 2,14% | 56,2% | 11,01% | 19,35% |
| ROE | 42 | 20,54% | 16,45% | -20,72% | 9,70% | 17,66% | 31,00% | 76,60% |
| ROCE | 42 | 15,71% | 14,12% | 4,66% | 7,94% | 12,42% | 20,29% | 92,06% |
| TQ | 42 | 2,1534 | 6,4370 | 0,0193 | 0,3199 | 0,5131 | 0,8402 | 38,7503 |
| GPAVAD | 24 | 4,14% | 10,15% | 0,02% | 0,01% | 0,32% | 1,00% | 37,03% |
| VAE | 41 | 10,30% | 8,59% | -4,55% | 3,57% | 8,05% | 12,25% | 33,95% |
| VAG | 41 | 54,94% | 41,78% | -6,96% | 25,79% | 46,76% | 79,44% | 174,87% |
| VAC | 39 | 20,83% | 18,28% | 2,39% | 6,82% | 15,49% | 28,70% | 78,47% |
| VAA | 41 | 13,59% | 20,66% | 0,00% | 2,07% | 5,76% | 10,86% | 87,98% |
| TA (Bi R\$) | 42 | 195,47 | 360,71 | 1,2708 | 12,221 | 32,865 | 97,842 | 1.050,9 |
| END | 42 | 86,59% | 52,31% | 34,51% | 62,22% | 66,82% | 72,52% | 241,98% |

Fonte: Elaborado pela autora.

A análise descritiva evidencia significativa heterogeneidade entre as empresas do setor, refletida nos elevados desvios-padrão observados em indicadores como o Total de Ativos (TA) e o Tobin's Q (TQ). Portanto, enquanto algumas conseguem gerar retornos elevados (ROE e ROCE), outras apresentam resultados negativos. Esse comportamento reforça a natureza cíclica e a alta dependência do setor em relação a fatores externos. Além disso, a rentabilidade sobre ativos (ROA) é relativamente baixa e apresenta considerável dispersão.

No que tange aos indicadores financeiros, o índice TQ é o mais instável, com desvio-padrão significativamente superior à média, indicando a presença de *outliers*. Um exemplo ilustrativo é a PRIO S.A., que em 2018 e 2019 registrou índices de 38 e 12, respectivamente, sugerindo uma valorização de mercado muito acima do valor contábil, possivelmente refletindo um momento de crescimento acelerado da empresa. Esse desempenho é confirmado por informações do InfoMoney, que destacam que “em 2018, a empresa registrou receita líquida de R\$ 848,9 milhões, um aumento de 59% em relação a 2017, e lucro líquido de R\$ 204,9 milhões, crescimento de 303% em comparação aos R\$ 50,9 milhões de 2017”. Apesar desse desempenho excepcional, a mediana do índice TQ permanece em 0,48, indicando que, para a maioria das empresas, o mercado ainda precisa abaixo do valor contábil.

Quanto aos indicadores ESG, observa-se a presença de dados ausentes em determinados anos (NA), especialmente no GPAVAD, que possui menor número de observações (N = 24). Além disso, os valores registrados são geralmente baixos, indicando que boas práticas de governança socioambiental ainda são pouco disseminadas no setor, ainda que algumas empresas realizem investimentos significativos nesse eixo. O valor adicionado distribuído ao governo (VAG) se destaca como o pilar mais consolidado do ESG, evidenciando um padrão relativamente consistente de contribuição fiscal e cumprimento de obrigações legais pelas empresas analisadas. Em contraste, os indicadores VAE, VAC e VAA apresentam valores modestos, e suas medianas reforçam que a maior parte do setor ainda se encontra em um estágio inicial de engajamento, embora algumas organizações se destaquem por práticas mais avançadas.

Diante da heterogeneidade observada na análise descritiva, os valores de TA e TQ foram transformados pelo logaritmo natural, de modo a reduzir o impacto de diferenças de escala entre as empresas e assegurar a comparabilidade nos modelos de regressão. Essa estratégia, também empregada por Pereira et al. (2020), permitiu uma avaliação mais precisa da significância estatística das relações, permitindo identificar quais dimensões do ESG influenciam o desempenho financeiro e em que direção, fornecendo subsídios estratégicos relevantes para gestores e investidores.

Para isso, foram estimados modelos de Efeitos Fixos (MEF) e Efeitos Aleatórios (MEA), considerando a natureza em painel dos dados e a heterogeneidade entre as empresas da amostra. O Modelo de Efeitos Fixos é apropriado para controlar características não observáveis e invariantes no tempo de cada empresa, como práticas de governança, cultura organizacional ou estrutura operacional, evitando vieses na estimação da relação entre os indicadores ESG e o desempenho financeiro (GUJARATI, 2006). Já o Modelo de Efeitos Aleatórios se mostra mais

eficiente quando se assume que os efeitos específicos de cada unidade não estão correlacionados com as variáveis explicativas, permitindo capturar a variabilidade entre as firmas (GUJARATI, 2006).

A escolha entre os dois modelos foi realizada com base no Teste de Hausman, que compara a consistência das estimativas do MEF e do MEA. Para cada variável dependente, o teste indicou o modelo mais adequado: quando o p-valor foi inferior a 0,05, optou-se pelo Modelo de Efeitos Fixos, enquanto p-valores superiores a esse limiar levaram à preferência pelo Modelo de Efeitos Aleatórios. Assim, a definição do modelo ideal para cada relação foi orientada estatisticamente, assegurando maior robustez aos resultados apresentados.

Além disso, a análise de correlação constitui uma etapa fundamental para investigar a associação entre variáveis financeiras e de sustentabilidade, permitindo identificar tanto a intensidade quanto a direção dessas relações. Neste estudo, foram aplicados conjuntamente os coeficientes de correlação de Pearson e Spearman.

O coeficiente de Pearson é amplamente utilizado para mensurar a força da associação linear entre variáveis contínuas, ele varia de -1 a +1, indicando desde correlação negativa perfeita até positiva perfeita, sendo que valores próximos de zero sugerem ausência de relação linear significativa. Este método é recomendado quando as distribuições se aproximam da normalidade e a relação analisada tende a ser linear, embora seja sensível à presença de *outliers* (SCHOBER; SCHWARTE, 2018).

Para complementar, empregou-se também o coeficiente de Spearman, de natureza não paramétrica, que se mostra adequado em situações em que as variáveis não apresentam distribuição normal, contêm valores extremos ou mantêm relações monotônicas não lineares. Sendo assim, o coeficiente de Spearman apresenta maior robustez frente a *outliers* e amplia a capacidade de captar associações crescentes ou decrescentes, ainda que não lineares (SCHOBER; SCHWARTE, 2018).

Assim, a utilização combinada dos coeficientes de Pearson (Tabela 2) e Spearman (Tabela 3) permite verificar a existência e a intensidade de associações lineares e monotônicas entre indicadores ESG e de desempenho financeiro, assegurando maior consistência e confiabilidade estatística à análise realizada.

Tabela 2 – Matriz de correlação de Pearson

| Variáveis | ROA | ROE | ROCE | TQ (ln) | GPAVAD | VAE | VAG | VAC | VAA | TA (ln) | END |
|-----------|--------|-------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|-------|---------|--------|
| ROA | 1 | 0,573 | -0,097 | 0,256 | 0,612 | -0,091 | -0,780 | 0,238 | 0,605 | 0,331 | -0,832 |
| ROE | 0,573 | 1 | 0,228 | 0,256 | 0,449 | -0,400 | -0,251 | -0,269 | 0,705 | -0,173 | -0,200 |
| ROCE | -0,097 | 0,228 | 1 | -0,034 | 0,247 | -0,274 | 0,240 | -0,174 | 0,091 | -0,075 | 0,230 |

| | | | | | | | | | | | |
|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| TQ (ln) | 0,695 | 0,483 | -0,349 | 1 | 0,239 | 0,164 | -0,617 | 0,162 | 0,649 | -0,141 | -0,613 |
| GPAVAD | 0,612 | 0,449 | 0,247 | 0,096 | 1 | -0,471 | -0,584 | 0,379 | 0,840 | -0,292 | -0,738 |
| VAE | -0,091 | -0,400 | -0,274 | 0,103 | -0,471 | 1 | -0,247 | 0,087 | -0,152 | 0,157 | -0,242 |
| VAG | -0,780 | -0,251 | 0,240 | -0,243 | -0,584 | -0,247 | 1 | -0,603 | -0,543 | -0,332 | 0,790 |
| VAC | 0,238 | -0,269 | -0,174 | 0,022 | 0,379 | 0,087 | -0,603 | 1 | 0,302 | 0,326 | -0,449 |
| VAA | 0,605 | 0,705 | 0,091 | 0,642 | 0,840 | -0,152 | -0,543 | 0,302 | 1 | -0,172 | -0,345 |
| TA (ln) | 0,325 | -0,182 | -0,100 | -0,141 | -0,365 | 0,171 | -0,338 | 0,316 | -0,184 | 1 | -0,529 |
| END | -0,832 | -0,200 | 0,230 | -0,194 | -0,738 | -0,242 | 0,790 | -0,449 | -0,345 | -0,528 | 1 |

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 3 – Matriz de correlação de Spearman

| Variáveis | ROA | ROE | ROCE | TQ (ln) | GPAVAD | VAE | VAG | VAC | VAA | TA (ln) | END |
|-----------|--------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|
| ROA | 1 | 0,781 | 0,342 | 0,658 | 0,154 | -0,272 | -0,567 | 0,242 | 0,797 | 0,147 | -0,828 |
| ROE | 0,781 | 1 | 0,598 | 0,488 | 0,137 | -0,433 | -0,247 | -0,091 | 0,576 | -0,170 | -0,469 |
| ROCE | 0,342 | 0,598 | 1 | -0,022 | -0,029 | -0,389 | 0,080 | -0,198 | 0,235 | -0,134 | -0,295 |
| TQ (ln) | 0,658 | 0,488 | -0,022 | 1 | 0,195 | 0,001 | -0,445 | 0,114 | 0,624 | -0,244 | -0,453 |
| GPAVAD | 0,154 | 0,137 | -0,029 | 0,195 | 1 | -0,159 | -0,408 | 0,520 | 0,304 | -0,300 | -0,364 |
| VAE | -0,272 | -0,433 | -0,389 | 0,001 | -0,159 | 1 | -0,236 | 0,286 | 0,044 | 0,378 | 0,148 |
| VAG | -0,567 | -0,247 | 0,080 | -0,445 | -0,408 | -0,236 | 1 | -0,775 | -0,778 | -0,242 | 0,583 |
| VAC | 0,242 | -0,091 | -0,198 | 0,114 | 0,520 | 0,286 | -0,775 | 1 | 0,459 | 0,560 | -0,445 |
| VAA | 0,797 | 0,576 | 0,235 | 0,624 | 0,304 | 0,044 | -0,778 | 0,459 | 1 | 0,193 | -0,643 |
| TA (ln) | 0,112 | -0,214 | -0,157 | -0,242 | -0,451 | 0,443 | -0,201 | 0,518 | 0,154 | 1 | -0,250 |
| END | 0,828 | 0,469 | 0,295 | -0,453 | -0,364 | 0,148 | 0,583 | 0,445 | -0,643 | -0,282 | 1 |

Fonte: Elaborado pela autora.

A análise das matrizes de correlação evidencia relações moderadas entre os indicadores financeiros e os indicadores ESG. Observa-se uma correlação positiva moderada entre o VAA o ROE, ROE e TQ, indicando que empresas com maior valor adicionado ao acionista tendem a apresentar melhor desempenho de rentabilidade. Já o VAG apresenta correlação negativa entre moderada e elevada com ROA e TQ, sugerindo que maior destinação de valor ao governo ocorre em cenários de menor retorno operacional e menor valorização de mercado.

O VAE apresenta correlações negativas moderadas com ROA, ROE e ROCE, sugerindo que a maior destinação de valor aos empregados pode estar associada a uma pressão sobre margens financeiras. Por outro lado, as correlações envolvendo VAC se mantêm fracas nos dois modelos de correlação, indicando baixa associação com o desempenho financeiro.

Os achados referentes ao GPAVAD devem ser analisados com cautela devido ao número reduzido de observações dessa variável. Além disso, seus resultados mostram inconsistência entre as matrizes: enquanto apresenta associação positiva significativa na correlação de Pearson, tal relação não se mantém na de Spearman. Essa diferença pode ser explicada pela maior robustez do coeficiente de Spearman frente à presença de outliers, sugerindo que eventuais valores extremos podem ter influenciado o resultado obtido no modelo linear.

Para aprofundar a análise, as tabelas de correlação foram examinadas em conjunto com as estimativas dos modelos de Efeitos Fixos (MEF) e Efeitos Aleatórios (MEA), conforme os resultados do Teste de Hausman aplicado a cada variável dependente em relação aos indicadores ESG (Tabelas 4, 5, 6 e 7). Essa abordagem permitiu não apenas identificar as

associações bivariadas, mas também avaliar, de forma estatisticamente robusta, a significância e a direção do impacto de cada dimensão ESG sobre o desempenho financeiro das empresas do setor de óleo e gás listadas na B3.

Tabela 4 – Modelo de Efeitos Aleatórios para ROA

| Variáveis | Parâmetro | Estatística t | Valor p | Limite Inferior | Limite Superior |
|------------------|-----------|---------------|-----------|-----------------|-----------------|
| Constante | 0,3029 | 2,5811 | 0,0209* | 0,0528 | 0,5531 |
| GPAVAD | -0,1199 | -1,0238 | 0,3222 | -0,3695 | 0,1297 |
| VAE | -0,1738 | -1,8364 | 0,0862* | -0,3754 | 0,0279 |
| VAG | -0,0591 | -1,6730 | 0,1150 | -0,1345 | 0,0162 |
| VAC | -0,1239 | -3,3436 | 0,0044*** | -0,2028 | -0,0449 |
| VAA | 0,2194 | 3,1128 | 0,0071*** | 0,0692 | 0,3696 |
| TA (ln) | 0,0007 | 0,1774 | 0,8616 | -0,0074 | 0,0087 |
| END | -0,3089 | -1,9143 | 0,0749* | -0,6529 | 0,0350 |

Nota: *p < 0,10 significância moderada; **p < 0,05 significância forte; ***p < 0,01 significância muito forte

Fonte: Elaborado pela autora.

No que se refere ao ROA (Tabela 4), a correlação com o indicador GPAVAD sugere que empresas que direcionam mais recursos para projetos socioambientais tendem a apresentar maior rentabilidade sobre ativos. Contudo, ao aplicar o MEA, essa relação deixa de ser significativa, indicando que o resultado pode estar associado a efeitos de porte ou características setoriais, pois empresas mais rentáveis podem investir mais, e não a uma causalidade direta entre os investimentos socioambientais e a eficiência operacional.

Em contrapartida, as variáveis VAE e VAG apresentaram coeficientes negativos, indicando que tanto a valorização da força de trabalho quanto as transferências a governos tendem a reduzir a rentabilidade dos ativos no médio prazo.

No caso do VAE, esse resultado sugere que maiores dispêndios com remuneração e benefícios aos empregados podem pressionar os custos operacionais em setores de alta intensidade de capital, reduzindo temporariamente o retorno sobre os ativos. Esse achado converge com Ribeiro et al. (2017), que, ao analisarem o período de 2009 a 2015, identificaram efeitos negativos de médio prazo decorrentes de investimentos sociais externos, no mesmo horizonte temporal considerado nesta pesquisa. Por outro lado, contrasta com Pereira et al. (2020), que, ao examinarem empresas do ISE/B3 entre 2010 e 2013, observaram ganhos de curto prazo associados à valorização do capital humano.

Já o impacto negativo e significativo do VAG na análise de correlação indica que maiores repasses a governos tendem a afetar a rentabilidade das empresas. Contudo, esse efeito não se manteve significativo nos modelos de regressão, o que sugere que a relação pode estar associada a fatores conjunturais e não estruturais. Tal resultado é coerente com a elevada carga

tributária e as exigências regulatórias típicas do setor de óleo e gás, que reduzem a margem operacional e limitam a capacidade de reinvestimento.

No caso do VAC, a análise de correlação apontou coeficientes positivos de Pearson e Spearman. Entretanto, o modelo de regressão revelou um efeito fortemente negativo e estatisticamente significativo, alinhando-se a Cruz et al. (2019), que também observaram correlação negativa entre determinados repasses a stakeholders e o desempenho financeiro. Essa evidência sugere que o endividamento elevado e a transferência de valor a credores reduzem a eficiência operacional e comprometem a percepção de solidez financeira, especialmente em setores de alta volatilidade e risco regulatório.

Por fim, o VAA apresentou correlação fortemente positiva e estatisticamente significativa com o ROA, resultado consistente entre os métodos. Esse achado converge com Miralles-Quirós, Miralles-Quirós e Gonçalves (2018), que identificaram valorização positiva da firma em contextos de maior retorno ao acionista. A consistência entre desempenho operacional e remuneração ao capital próprio sugere que, mesmo em setores ambientalmente intensivos, o mercado brasileiro ainda privilegia a ótica do acionista, reforçando a lógica clássica da criação de valor econômico.

Dessa forma, pode-se concluir que, no médio prazo, custos associados a *stakeholders* não se traduzem em ganhos operacionais diretos; entretanto, a capacidade de remunerar acionistas emerge como um indicativo relevante de eficiência e sustentabilidade financeira.

Tabela 5 – Modelo de Efeitos Aleatórios para ROE

| Variáveis | Parâmetro | Estatística t | Valor p | Limite Inferior | Limite Superior |
|------------------|-----------|---------------|-----------|-----------------|-----------------|
| Constante | 0,5804 | 1,7515 | 0,1003 | -0,1259 | 1,2866 |
| GPAVAD | -0,3445 | -1,0418 | 0,3140 | -1,0493 | 0,3603 |
| VAE | -0,5206 | -1,9485 | 0,0703* | -1,0900 | 0,0489 |
| VAG | -0,1940 | -1,9436 | 0,0710* | -0,4067 | 0,0188 |
| VAC | -0,4574 | -4,3731 | 0,0005*** | -0, 6804 | -0,2345 |
| VAA | 0,4643 | 2,3332 | 0,0340** | 0,0401 | 0,8884 |
| TA (ln) | 0,0062 | 0,5822 | 0,5691 | -0,0165 | 0,0289 |
| END | -0,5495 | -1,2058 | 0,2466 | -1,5207 | 0,4218 |

Nota: *p < 0,10 significância moderada; **p < 0,05 significância forte; ***p < 0,01 significância muito forte

Fonte: Elaborado pela autora.

No caso do ROE (Tabela 5), as análises de correlação e significância dos indicadores ESG apontam conclusões semelhantes às observadas para o ROA. O GPAVAD se mostra limitado a uma associação indireta, sem evidências de causalidade direta. As variáveis VAE, VAG e VAC apresentaram coeficientes negativos e significativos, indicando que empresas que destinam maior parcela de recursos aos empregados, repassam volumes mais elevados a

governos ou dependem mais intensamente de capital de terceiros tendem a registrar menor retorno sobre o patrimônio líquido. Esses resultados sugerem que custos trabalhistas, tributários e financeiros exercem pressão sobre a rentabilidade dos acionistas, especialmente em um setor de alta carga regulatória e elevado grau de capitalização, como o de óleo e gás. Em contrapartida, o VAA confirma impacto positivo, evidenciando que companhias que conseguem remunerar acionistas também demonstram maior eficiência na geração de valor para o capital investido.

Por fim, os indicadores TA e END não apresentaram significância estatística robusta em nenhuma das análises, o que pode refletir a homogeneidade regulatória do setor e a adoção de práticas financeiras similares entre as empresas analisadas.

Tabela 6 – Modelo de Efeitos Fixos para ROCE

| Variáveis | Parâmetro | Estatística t | Valor p | Limite Inferior | Limite Superior |
|------------------|-----------|---------------|----------|-----------------|-----------------|
| Constante | 0,1988 | 0,8344 | 0,4257 | -0,3403 | 0,7380 |
| GPAVAD | -0,7891 | -3,0236 | 0,0144** | -1,3794 | -0,1987 |
| VAE | -0,0768 | -0,3833 | 0,7104 | -0,5301 | 0,3765 |
| VAG | 0,0554 | 0,7822 | 0,4542 | -0,1049 | 0,2157 |
| VAC | -0,0513 | -0,6585 | 0,5267 | -0,2275 | 0,1249 |
| VAA | 0,6201 | 3,2157 | 0,0106** | 0,1839 | 1,0563 |
| TA (ln) | 0,0020 | 0,4215 | 0,8049 | -0,0160 | 0,0201 |
| END | -0,2541 | -0,6939 | 0,5053 | -1,0824 | 0,5743 |

Nota: *p < 0,10 significância moderada; **p < 0,05 significância forte; ***p < 0,01 significância muito forte

Fonte: Elaborado pela autora.

O ROCE (Tabela 6), que mensura a rentabilidade considerando todo o capital empregado, reforça padrões já observados nas análises do ROA e do ROE. No caso do GPAVAD, enquanto a correlação sugere associação positiva, o MEF indica que, ao controlar por heterogeneidade, maiores gastos socioambientais diretos reduzem a rentabilidade do capital total. Esse resultado evidencia que, no médio prazo, os custos desses investimentos ainda superam os retornos econômicos.

Quanto ao VAE, embora a correlação seja negativa, o efeito não se mantém significativo no modelo controlado, indicando que os gastos com empregados podem ter impacto diluído no desempenho global do capital empregado. Por outro lado, o VAC, que apresentou efeito fortemente significativo no ROA e no ROE, não se mostra relevante em relação ao ROCE. Isso provavelmente ocorre porque o ROCE já incorpora o capital de terceiros em sua base de cálculo, diluindo o impacto dos custos financeiros.

Em contraste, o VAA mantém correlação positiva e significativa, evidenciando que empresas capazes de remunerar acionistas também apresentam maior rentabilidade sobre todo

o capital empregado. Esse resultado reforça a consistência entre a criação de valor econômico e a eficiência operacional, quando há retorno efetivo ao capital próprio.

Por fim, os indicadores VAG, TA e END seguem não apresentando significância robusta, sugerindo que seus efeitos são secundários ou diluídos quando se analisa a rentabilidade sobre todo o capital empregado.

Tabela 7 - Modelo de Efeitos Aleatórios para TQ (ln)

| Variáveis | Parâmetro | Estatística t | Valor p | Limite Inferior | Limite Superior |
|------------------|-----------|---------------|---------|-----------------|-----------------|
| Constante | 4,0534 | 1,0887 | 0,2961 | -3,9903 | 12,097 |
| GPAVAD | 1,2933 | 0,2883 | 0,7776 | -8,3967 | 10,983 |
| VAE | -2,2293 | -0,7635 | 0,4588 | -8,5371 | 4,0784 |
| VAG | 0,0314 | 0,0286 | 0,9776 | -2,4037 | 2,3408 |
| VAC | -1,5917 | -1,3646 | 0,1955 | -4,1116 | 0,9283 |
| VAA | 0,5519 | 0,1660 | 0,8707 | -6,6315 | 7,7353 |
| TA | -0,2166 | -1,7824 | 0,0980* | -0,4791 | 0,0459 |
| END | 2,1979 | 0,4257 | 0,6773 | -8,9560 | 13,352 |

Nota: *p < 0,10 significância moderada; **p < 0,05 significância forte; ***p < 0,01 significância muito forte

Fonte: Elaborado pela autora.

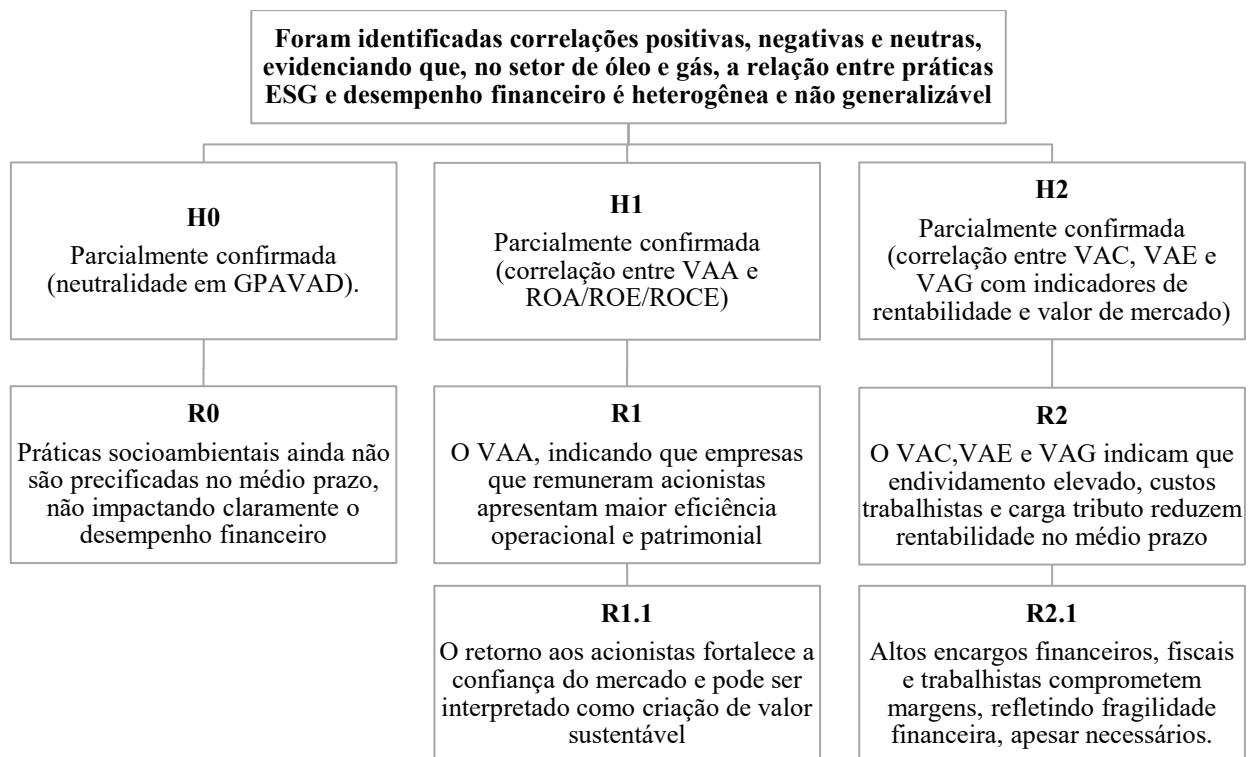
O Tobin's Q (Tabela 8) é um indicador de mercado amplamente utilizado para avaliar se a empresa gera valor acima do registrado em seus ativos, refletindo a percepção dos investidores. Os resultados do MEA para o Tobin's Q (em logaritmo natural) indicam que as variáveis GPAVAD, VAE, VAG, VAC e VAA não apresentaram significância estatística, o que sugere que o mercado do setor de óleo e gás não precisa de forma direta essas dimensões de valor adicionado associadas às práticas ESG.

As matrizes de correlação de Pearson e Spearman reforçam essa evidência ao mostrarem relações fracas, com para VAE e VAC e, em alguns casos, inconsistentes entre essas variáveis e o Tobin's Q. Observa-se uma correlação positiva entre o Tobin's Q e os indicadores GPAVAD e VAA, o que pode indicar que empresas que geram e distribuem maior valor aos acionistas tendem a apresentar uma leve valorização de mercado. Por outro lado, o VAG apresenta correlação negativa, sugerindo que uma maior parcela de valor destinada ao governo pode estar associada a uma menor percepção de valor pelos investidores.

Em conjunto, esses resultados indicam que, embora alguns componentes do valor adicionado apresentem relação direcional com o Tobin's Q, nenhum deles exerce influência estatisticamente significativa, o que sugere que o mercado brasileiro de óleo e gás ainda não reconhece de forma consistente o impacto das práticas de geração e distribuição de valor ligadas a critérios ESG na valorização das empresas.

Em síntese, os resultados obtidos possibilitam responder às hipóteses e perguntas de pesquisa, evidenciando as relações observadas entre as dimensões ESG e os indicadores de performance financeira. A Figura 2 apresenta de forma resumida essas conclusões, servindo como referência visual para os principais achados do estudo.

Figura 2 - Respostas às hipóteses e perguntas direcionadoras da pesquisa.



Fonte: Elaborado pela autora.

5. CONCLUSÃO

O presente estudo investigou a correlação entre indicadores de desempenho financeiro (ROA, ROE, ROCE e Tobin's Q) e *proxies* de ESG extraídas da Demonstração do Valor Adicionado em empresas do setor de óleo e gás listadas na B3 entre 2018 e 2024. As hipóteses formuladas contemplaram três possibilidades: inexistência de relação, correlação positiva ou correlação negativa.

De forma geral, os resultados revelaram um comportamento misto entre as dimensões ESG e os indicadores de performance financeira, com variações quanto à significância estatística e direção das correlações observadas. Esses achados sugerem que a influência das práticas socioambientais sobre o desempenho financeiro no setor de óleo e gás brasileiro ainda se apresenta de maneira incipiente e heterogênea. Ainda que parte das correlações e coeficientes de regressão não tenha alcançado significância estatística robusta, tal resultado não implica

ausência de efeito. Como destacam Borenstein et al. (2009), a não significância pode refletir limitações de sensibilidade estatística associadas a amostras restritas, à variabilidade setorial e a possíveis relações de natureza não linear.

Entre as evidências mais consistentes, destaca-se a associação positiva do Valor Adicionado aos Acionistas (VAA) com os indicadores de rentabilidade operacional (ROA), patrimonial (ROE) e de capital empregado (ROCE). Essa tendência, ainda que nem sempre estatisticamente robusta, sugere que a capacidade de remunerar acionistas é percebida como sinal de eficiência e estabilidade financeira. Sob a ótica da Teoria dos Stakeholders, tal associação pode ser interpretada como um equilíbrio pragmático entre criação de valor econômico e confiança do mercado, fortalecendo a legitimidade corporativa perante múltiplos públicos.

Em contrapartida, o Valor Adicionado aos Credores (VAC) apresentou associações negativas em diferentes modelos, indicando que maior dependência de capital de terceiros é percebida como sinal de fragilidade estrutural. Esse achado converge com Cruz, Miranda e Ribeiro (2019), ao reforçar que custos financeiros elevados reduzem a capacidade de criação de valor sustentável, sobretudo em setores intensivos em capital e sujeitos à volatilidade de preços e riscos regulatórios.

O Valor Adicionado aos Empregados (VAE) também revelou associação negativa com os indicadores de rentabilidade, sugerindo que aumentos nos custos trabalhistas impactam adversamente o desempenho financeiro de médio prazo. Tal resultado está alinhado a Ribeiro et al. (2017), que destacam que, em contextos de alta intensidade de capital, o retorno econômico de investimentos em pessoal tende a ocorrer de forma diluída e em horizontes mais longos.

De forma semelhante, o Valor Adicionado aos Governos (VAG) apresentou relação negativa e significativa com o desempenho financeiro, evidenciando que maiores repasses tributários e encargos regulatórios reduzem a rentabilidade das empresas. Esse resultado é coerente com a alta carga fiscal e o rigor regulatório característicos do setor de óleo e gás, nos quais tributos e royalties representam parcela substancial dos custos operacionais e limitam a margem de lucro disponível aos acionistas.

Já os Gastos Socioambientais (GPAVAD) não apresentaram significância estatística consistente, refletindo tanto a dificuldade de mensurar retornos socioambientais imediatos quanto a falta de padronização e transparência na divulgação de dados ESG no Brasil, uma limitação recorrente em economias emergentes (ALSHEHHI; NOBANEE; KHARE, 2018).

Algumas limitações precisam ser reconhecidas. A amostra restringiu-se a seis empresas com dados completos, o que reduz a generalização dos resultados. A incidência de informações ausentes, especialmente no GPAVAD, comprometeu parte das análises. O fato de a DVA ser elaborada a partir de critérios internos das companhias pode introduzir vieses comparativos. Além disso, o horizonte temporal de sete anos, embora suficiente para tendências preliminares, pode não ser longo o suficiente para capturar os efeitos estruturais de políticas ESG, particularmente em setores intensivos em capital. Metodologicamente, mesmo com o uso de modelos de efeitos fixos e aleatórios, definidos conforme o Teste de Hausman, não se pode descartar a possibilidade de endogeneidade, dado que empresas mais rentáveis tendem a investir mais em sustentabilidade.

Em termos práticos, os resultados indicam que, no setor brasileiro de óleo e gás, a criação de valor sustentável é percebida mais fortemente na capacidade de remunerar acionistas e manter disciplina financeira do que nos investimentos socioambientais isolados. Isso não significa, contudo, que práticas ambientais e sociais sejam irrelevantes, mas sim que seu impacto financeiro ainda não se reflete de forma clara e sistemática no médio prazo. Para gestores, a implicação é que estratégias ESG precisam estar integradas a modelos de governança financeira sólida. Para investidores, os achados reforçam a necessidade de avaliar criticamente a consistência entre discurso de sustentabilidade e desempenho econômico.

Por fim, este estudo contribui ao demonstrar que a criação de valor sustentável não decorre apenas da adoção de práticas ESG, mas do equilíbrio entre retorno econômico, disciplina financeira e gestão responsável dos *stakeholders*. Essa constatação é especialmente relevante em um setor estratégico e controverso como o de óleo e gás, no qual a tensão entre sustentabilidade e rentabilidade se torna um dos principais desafios da agenda corporativa contemporânea. Pesquisas futuras podem expandir a análise para outros setores da B3, incorporar indicadores qualitativos de governança e explorar horizontes mais longos, de forma a captar os efeitos estruturais da transição energética e das novas regulações globais.

REFERÊNCIAS

- AASTVEDT, T. M.; BEHMIRI, N. B.; LU, L. Does green innovation damage financial performance of oil and gas companies? **Resources Policy**, v. 73, p. 102235, 2021.
DOI: 10.1016/j.resourpol.2021.102235.

- ALSHEHHI, A.; NOBANEE, H.; KHARE, N. The impact of sustainability practices on corporate financial performance: Literature trends and future research potential. **Sustainability**, v. 10, n. 2, 2018. DOI: 10.3390/su10020494.
- BORENSTEIN, M.; HEDGES, L. V.; HIGGINS, J. P. T.; ROTHSTEIN, H. R. Introduction to meta-analysis. Hoboken: Wiley, 2009.
- BOUFOUNOU, P.; MOUSTAIRAS, I.; TOUDAS, K.; MALESIOS, C. ESGs and customer choice: Some empirical evidence. **Circular Economy and Sustainability**, v. 3, n. 4, 2023. DOI: 10.1007/s43615-023-00251-8.
- BRASIL, Bolsa, Balcão. Classificação setorial: ações. Disponível em: https://www.b3.com.br/pt_br/produtos-e-servicos/negociacao/renda-variavel/acoes/consultas/classificacao-setorial/. Acesso em: 30 jun. 2025.
- CAGLI, E. C. C.; MANDACI, P. E.; TAŞKIN, D. Environmental, social, and governance (ESG) investing and commodities: dynamic connectedness and risk management strategies. **Sustainability Accounting, Management and Policy Journal**, v. 14, n. 5, 2023. DOI: 10.1108/SAMPJ-01-2022-0014.
- COMISSÃO DE VALORES MOBILIÁRIOS. Formulários de referência de companhias abertas (2018–2024). Disponível em: https://dados.cvm.gov.br/dados/CIA_ABERTA/DOC/FRE/DADOS/. Acesso em: 17 jul. 2025.
- CHEN, Z.; XIE, G. ESG disclosure and financial performance: moderating role of ESG investors. **International Review of Financial Analysis**, v. 83, 2022. DOI: 10.1016/j.irfa.2022.102291.
- CRESWELL, J. W. Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto. Porto Alegre: Artmed, 2007.
- CRISÓSTOMO, V. L.; FREIRE, F. S.; FREITAS, M. R. Determinants of corporate sustainability performance – evidence from Brazilian panel data. **Social Responsibility Journal**, v. 16, n. 8, 2020. DOI: 10.1108/SRJ-04-2018-0102.
- CRUZ, W. H.; MIRANDA, G. J.; RIBEIRO, R. B. Relação entre indicadores socioambientais e rentabilidade das empresas listadas na B3. **Revista Acadêmica**, 2019. DOI: 10.29327/13487.10-5.
- DE LUCIA, C.; PAZIENZA, P.; BARTLETT, M. Does good ESG lead to better financial performances by firms? **Sustainability**, v. 12, n. 13, 2020. DOI: 10.3390/su12135317.
- DYE, J.; MCKINNON, M.; VAN DER BYL, C. Green gaps: firm ESG disclosure and financial institutions' reporting requirements. **Journal of Sustainability Research**, v. 3, n. 1, 2021. DOI: 10.20900/jsr20210006.

- ELKINGTON, J. Towards the sustainable corporation: win-win-win business strategies for sustainable development. **California Management Review**, v. 36, p. 90–100, 1994. DOI: 10.2307/41165746.
- FREUDENREICH, B.; LÜDEKE-FREUND, F.; SCHALTEGGER, S. A stakeholder theory perspective on business models: value creation for sustainability. **Journal of Business Ethics**, v. 166, n. 1, 2020. DOI: 10.1007/s10551-019-04112-z.
- GIL, A. C. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. São Paulo: Atlas, 2008.
- GUJARATI, D. N. *Econometria básica*. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.
- GÜNGÖR, N.; ŞEKER, Y. The relationship between board characteristics and ESG performance: evidence from the oil, gas and coal sector. **Stratejik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi**, v. 6, n. 1, 2022. DOI: 10.30692/sisad.1073684.
- GYANE, A. T.; NUNOO, E. K.; SULEMAN, S.; ESSANDOH-YEDDU, J. Sustaining oil and gas multinational operations through corporate social responsibility practices. **Discover Sustainability**, v. 2, n. 1, 2021. DOI: 10.1007/s43621-021-00042-x.
- HEIM, I.; VIGNEAU, A. C.; KALYUZHNOVA, Y. Environmental and socio-economic policies in oil and gas regions: triple bottom line approach. **Regional Studies**, v. 57, n. 1, 2023. DOI: 10.1080/00343404.2022.2056589.
- HÖRISCH, J.; SCHALTEGGER, S.; FREEMAN, R. Integrating stakeholder theory and sustainability accounting: a conceptual synthesis. **Journal of Cleaner Production**, v. 275, 2020. DOI: 10.1016/j.jclepro.2020.124097.
- INFOMONEY. PRIO3 – PetroRio. Disponível em:
<https://www.infomoney.com.br/cotacoes/b3/acao/petrorio-prio3/>. Acesso em: 14 set. 2025.
- KHAN, M. A. ESG disclosure and firm performance: a bibliometric and meta analysis. **Research in International Business and Finance**, v. 61, 2022. DOI: 10.1016/j.ribaf.2022.101668.
- KHOURY, R. E. L.; NAIMY, V.; ISKANDAR, S. ESG versus corporate financial performance. **Estudios de Economía Aplicada**, v. 39, n. 3, 2021. DOI: 10.25115/eea.v39i3.4457.
- LANDI, G.; SCIARELLI, M. Towards a more ethical market: the impact of ESG rating on corporate financial performance. **Social Responsibility Journal**, v. 15, n. 1, 2019. DOI: 10.1108/SRJ-11-2017-0254.
- LEVIN, I.; RUBIN, S. *Estatística para administração e economia*. 7. ed. México: Pearson, 2004.
- MARCONI, M.; LAKATOS, E. *Fundamentos de metodologia científica*. São Paulo: Atlas, 2003.

- MARTINS, E.; GELCKE, E. R.; SANTOS, A.; IUDÍCIBUS, S. Manual de contabilidade societária. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2013.
- MIRALLES-QUIRÓS, M. M.; MIRALLES-QUIRÓS, J. L.; GONÇALVES, L. The value relevance of environmental, social, and governance performance: the Brazilian case. **Sustainability**, v. 10, n. 3, 2018. DOI: 10.3390/su10030574.
- MOTA, J.; PIMENTEL, M. S. Relationship between social and environmental investments and financial performance: evidence from the Brazilian energy sector. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, v. 15, 2021. DOI: 10.24857/RGSA.V15.2736.
- NOVITASARI, M.; TARIGAN, Z. J. H. The role of green innovation in the effect of corporate social responsibility on firm performance. **Economies**, v. 10, n. 5, 2022. DOI: 10.3390/economies10050117.
- PAULA, F. O.; CAVALHEIRO, G. M. Examining the relationship between patent applications and financial positions in the upstream oil and gas industry. **Journal of Innovation Management**, v. 8, n. 4, 2020. DOI: 10.24840/2183-0606_008.004_0005.
- PEREIRA, A. F. A.; STOCKER, F.; MASCENA, K. M. C.; BOAVENTURA, J. M. G. Corporate social performance and financial performance in Brazilian companies. **Brazilian Business Review**, v. 17, n. 5, 2020. DOI: 10.15728/bbr.2020.17.5.4.
- RIBEIRO, F.; ALVES, T. A.; TAFFAREL, M.; MENON, G. Responsabilidade social corporativa e o desempenho financeiro. **Gestão & Regionalidade**, v. 33, n. 99, p. 39–54, 2017. DOI: 10.13037/gr.vol33n99.3987.
- SHABAN, O. S.; BARAKAT, A. The impact of sustainability reporting on a company's financial performance. **Journal of Governance and Regulation**, v. 12, 2023. DOI: 10.22495/jgrv12i4siart10.
- SCHOBER, P.; SCHWARTE, L. A. Correlation coefficients: appropriate use and interpretation. **Anesthesia and Analgesia**, v. 126, n. 5, 2018. DOI: 10.1213/ANE.0000000000002864.
- STREKALINA, A.; ZAKIROVA, R.; SHINKARENKO, A.; VATSANIUK, E. The impact of ESG ratings on financial performance. **Journal of Corporate Finance Research**, v. 17, n. 4, 2023. DOI: 10.17323/j.jcfr.2073-0438.17.4.2023.93-113.
- TALIENTO, M.; FAVINO, C.; NETTI, A. Impact of environmental, social, and governance information on economic performance. **Sustainability**, v. 11, n. 6, 2019. DOI: 10.3390/su11061738.
- WAN, G.; DAWOD, A. Y.; CHANAIM, S.; RAMASAMY, S. S. Hotspots and trends of environmental, social and governance research. **Data Science and Management**, v. 6, n. 2, 2023. DOI: 10.1016/j.dsm.2023.03.001.

XIE, J.; NOZAWA, W.; YAGI, M.; FUJII, H.; MANAGI, S. Do environmental, social, and governance activities improve corporate financial performance? **Business Strategy and the Environment**, v. 28, n. 2, 2019. DOI: 10.1002/bse.2224.

YIHENG, G.; KASSIM, A. A. M.; HENG, X.; KAI, Z. The impact of environmental, social, and governance on corporate financial performance. **International Journal of Applied Economics, Finance and Accounting**, v. 18, n. 1, 2024. DOI: 10.33094/ijaefa.v18i1.1336.

ZHOU, G.; LIU, L.; LUO, S. Sustainable development, ESG performance and company market value. **Business Strategy and the Environment**, v. 31, n. 7, 2022. DOI: 10.1002/bse.3089.

APÊNDICE

APÊNDICE A - INDICADORES ESG E FINANCEIROS PARA O ESTUDO

| Ano | Empresa | ROA | ROE | ROCE | TQ | GPAVAD | VAE | VAG | VAC | VAA | TA (Bi R\$) | END |
|------|-------------------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------------|-------|
| 2018 | Cosan | 0,066 | 0,174 | 0,071 | 0,512 | 0,008 | 0,076 | 0,455 | 0,187 | 0,076 | 28,789 | 0,620 |
| | Petrobras | 0,031 | 0,094 | 0,082 | 0,339 | 0,001 | 0,114 | 0,549 | 0,240 | 0,025 | 860,47 | 0,670 |
| | PRIO | 0,133 | 0,203 | 0,146 | 38,750 | NA | 0,176 | 0,157 | NA | 0,665 | 1,5371 | 0,345 |
| | Manguinhos | -0,098 | 0,069 | 0,100 | 0,201 | NA | 0,025 | 1,076 | 0,023 | 0 | 1,7977 | 2,419 |
| | Ultrapar | 0,037 | 0,115 | 0,078 | 1,979 | NA | 0,328 | 0,347 | 0,153 | 0,103 | 30,499 | 0,678 |
| | Vibra | 0,125 | 0,329 | 0,114 | 0,851 | NA | 0,060 | 0,785 | 0,038 | 0,030 | 25,345 | 0,617 |
| 2019 | Cosan | 0,075 | 0,224 | 0,093 | 2,775 | 0,009 | 0,079 | 0,479 | 0,142 | 0,071 | 32,865 | 0,663 |
| | Petrobras | 0,044 | 0,136 | 0,100 | 0,406 | 0,001 | 0,118 | 0,476 | 0,188 | 0,039 | 926,01 | 0,676 |
| | PRIO | 0,122 | 0,766 | 0,122 | 12,198 | NA | 0,050 | 0,069 | NA | 0,879 | 1,2708 | 0,839 |
| | Manguinhos | -0,091 | 0,0821 | 0,090 | 0,103 | NA | 0,035 | 1,087 | 0,029 | 0 | 2,4899 | 2,116 |
| | Ultrapar | 0,012 | 0,040 | 0,049 | 0,776 | NA | 0,339 | 0,452 | 0,142 | 0,057 | 31,195 | 0,684 |
| | Vibra | 0,085 | 0,329 | 0,078 | 1,124 | NA | 0,080 | 0,794 | 0,038 | 0,023 | 25,866 | 0,661 |
| 2020 | Cosan | 0,025 | 0,078 | 0,062 | 3,721 | 0,012 | 0,080 | 0,593 | 0,202 | 0,027 | 35,760 | 0,678 |
| | Petrobras | 0,006 | 0,020 | 0,062 | 0,300 | 0,001 | 0,117 | 0,467 | 0,380 | 0,030 | 987,42 | 0,684 |
| | PRIO | 0,061 | 0,545 | 0,139 | 8,225 | NA | NA | NA | NA | NA | 3,9476 | 0,886 |
| | Manguinhos | -0,127 | 0,129 | 0,149 | 0,066 | NA | 0,034 | 1,191 | 0,024 | 0 | 3,2358 | 1,987 |
| | Ultrapar | 0,025 | 0,093 | 0,065 | 0,572 | 0,002 | 0,303 | 0,456 | 0,097 | 0,077 | 36,250 | 0,726 |
| | Vibra | 0,137 | 0,319 | 0,213 | 0,828 | NA | -0,045 | 0,825 | 0,046 | 0,044 | 28,327 | 0,569 |
| 2021 | Cosan | 0,064 | 0,219 | 0,046 | 0,423 | NA | 0,123 | 0,109 | 0,292 | 0,108 | 97,842 | 0,704 |
| | Petrobras | 0,110 | 0,275 | 0,241 | 0,363 | 0,002 | 0,079 | 0,463 | 0,190 | 0,247 | 972,95 | 0,599 |
| | PRIO | 0,109 | 0,201 | 0,190 | 1,419 | NA | 0,021 | 0,067 | 0,656 | 0,254 | 12,221 | 0,458 |
| | Manguinhos | -0,086 | 0,101 | 0,099 | 0,062 | NA | 0,033 | 1,097 | 0,034 | 0 | 4,1967 | 1,847 |
| | Ultrapar | 0,022 | 0,084 | 0,067 | 0,513 | 0,002 | 0,181 | 0,309 | 0,154 | 0,056 | 39,010 | 0,731 |
| | Vibra | 0,073 | 0,202 | 0,098 | 0,801 | 0 | 0,023 | 0,853 | 0,045 | 0,020 | 33,884 | 0,636 |
| 2022 | Cosan | 0,020 | 0,058 | 0,063 | 0,272 | NA | 0,109 | 0,201 | 0,549 | 0,013 | 134,48 | 0,641 |
| | Petrobras | 0,193 | 0,518 | 0,360 | NA | 0,003 | 0,060 | 0,465 | 0,082 | 0,363 | 976,70 | 0,626 |
| | PRIO | 0,168 | 0,346 | 0,207 | NA | 0,253 | 0,020 | 0,096 | 0,290 | 0,592 | 20,302 | 0,512 |
| | Manguinhos | -0,185 | 0,208 | 0,248 | NA | NA | 0,088 | 1,748 | 0,077 | 0 | 5,0448 | 1,890 |
| | Ultrapar | 0,050 | 0,151 | 0,141 | 0,407 | 0,003 | 0,188 | 0,257 | 0,283 | 0,072 | 36,441 | 0,665 |
| | Vibra | 0,037 | 0,121 | 0,125 | 0,520 | 0 | 0,031 | 0,820 | 0,100 | 0,025 | 41,110 | 0,693 |
| 2023 | Cosan | 0,034 | 0,095 | 0,088 | 0,225 | 0,010 | 0,111 | 0,205 | 0,473 | 0,011 | 139,86 | 0,635 |
| | Petrobras | 0,119 | 0,327 | 0,215 | 0,378 | 0,002 | 0,092 | 0,485 | 0,092 | 0,191 | 1050,8 | 0,636 |
| | PRIO | 0,182 | 0,373 | 0,288 | 1,298 | 0,275 | 0,022 | 0,068 | 0,413 | 0,495 | 28,310 | 0,509 |
| | Manguinhos | -0,163 | 0,178 | 0,250 | 0,023 | NA | 0,092 | 1,579 | 0,051 | 0 | 5,9738 | 1,915 |
| | Ultrapar | 0,065 | 0,179 | 0,169 | 0,518 | 0,003 | 0,217 | 0,316 | 0,201 | 0,076 | 38,251 | 0,633 |
| | Vibra | 0,109 | 0,302 | 0,226 | 0,447 | 0 | 0,062 | 0,508 | 0,142 | 0,072 | 43,481 | 0,638 |
| 2024 | Cosan | -0,057 | -0,207 | 0,062 | 0,186 | 0,017 | 0,182 | 0,589 | 0,784 | 0 | 139,86 | 0,721 |
| | Petrobras | 0,032 | 0,100 | 0,151 | 0,453 | 0,004 | 0,117 | 0,501 | 0,283 | 0,095 | 1050,8 | 0,673 |
| | PRIO | 0,184 | 0,397 | 0,133 | 0,715 | 0,370 | 0,010 | 0,028 | 0,464 | 0,495 | 28,310 | 0,534 |
| | Manguinhos | -0,119 | 0,159 | 0,920 | 0,019 | NA | 0,043 | 1,160 | 0,059 | 0 | 5,9738 | 1,749 |
| | Ultrapar | 0,063 | 0,159 | 0,170 | 0,670 | 0,007 | 0,208 | 0,393 | 0,168 | 0,060 | 38,251 | 0,599 |
| | Vibra | 0,129 | 0,312 | 0,214 | 0,528 | 0 | 0,122 | -0,069 | 0,290 | 0,165 | 43,481 | 0,583 |

APÊNDICE B - CÓDIGO PYTHON PARA ANÁLISES ESTATÍSTICAS

```

# Instalação necessária
!pip install linearmodels
import pandas as pd, numpy as np, statsmodels.api as sm
from linearmodels.panel import PanelOLS, RandomEffects
from google.colab import files
from scipy.stats import pearsonr, spearmanr, chi2

# Upload e leitura dos dados
uploaded = files.upload()
df = pd.read_excel("TCC_DADOS_FINALS.xlsx")

# --- Padronização dos nomes de colunas ---
df.columns = (
    df.columns.str.strip()
        .str.replace('\ufe0f', '')
        .str.replace(' ', '') # remove espaços
        .str.replace("'", '') # remove apóstrofos
        .str.replace("(", '')
        .str.replace(")", '')
        .str.replace("ln", "", case=False)
)

# Mapeamento de empresas e índices do painel
df["Empresa_ID"] = df["Empresa"].astype("category").cat.codes
df = df.apply(pd.to_numeric, errors="coerce")
df = df.set_index(["Ano", "Empresa_ID"])

# --- Variáveis ---
dep_vars = ["ROA", "ROE", "ROCE", "TobinsQ"]
ind_vars = ["GPAVAD", "VAE", "VAG", "VAC", "VAA", "TotalAtivos", "Endividamento"]

# --- Análise Descritiva (originais) ---
print("### Estatísticas Descritivas ###")
print(df[dep_vars + ind_vars].describe())

# --- Transformação para logaritmo natural apenas para modelos ---
df_model_log = df.copy()
# Aplica log apenas em TOBINSQ e TotalAtivos (ignora valores <= 0)
for col in ["TobinsQ", "TotalAtivos"]:
    df_model_log[col] = df_model_log[col].apply(lambda x: np.log(x) if x > 0 else np.nan)

# --- Função de Hausman ---
def hausman(fe, re):
    """
    Teste de Hausman entre modelos de efeitos fixos (fe) e aleatórios (re).
    Retorna a estatística e o p-valor do teste.
    """
    b_FE = fe.params
    b_RE = re.params

    # Alinhar índices
    common_coef = b_FE.index.intersection(b_RE.index)
    b_FE = b_FE[common_coef]
    b_RE = b_RE[common_coef]
    V_FE = fe.cov.loc[common_coef, common_coef]
    V_RE = re.cov.loc[common_coef, common_coef]
    diff = b_FE - b_RE
    V_diff = V_FE - V_RE

    # Evita problemas numéricos com matriz singular
    try:
        stat = np.dot(np.dot(diff.T, np.linalg.inv(V_diff)), diff)
        df_h = len(diff)
        pval = 1 - chi2.cdf(stat, df_h)
    except np.linalg.LinAlgError:
        stat, pval = np.nan, np.nan
    return stat, pval

# --- Modelos + Teste de Hausman ---
for var in dep_vars:
    print(f"\n{var}\n### MODELOS PARA {var} (log onde aplicável) ###\n")

    # Prepara os dados usando df_model_log
    df_model = pd.concat([df_model_log[var], df_model_log[ind_vars]], axis=1).dropna()
    y, X = df_model[var], sm.add_constant(df_model.drop(columns=[var]))

    # Modelos
    fe = PanelOLS(y, X, entity_effects=True).fit()
    re = RandomEffects(y, X).fit()

```

```
print("\n>>> Resultados FE:")
print(fe.summary)
print("\n>>> Resultados RE:")
print(re.summary)

# --- Teste de Hausman ---
stat, pval = hausman(fe, re)
print(f"\nHausman: Estatística={stat:.4f}, p-valor={pval:.4f}")
print("→ Preferir FE" if pval < 0.05 else "→ Preferir RE")

# --- Significância das variáveis ---
print("\nSignificância das variáveis (Modelo EF):")
for col, p in fe.pvalues.items():
    sig = "***" if p < 0.01 else "**" if p < 0.05 else "*" if p < 0.1 else ""
    print(f"{col}: p-valor = {p:.4f} {sig}")

# --- Função de correlação com estrelas ---
def corr_with_stars(x, y, method="pearson"):
    temp = df_model_log[[x, y]].dropna()
    if temp.empty: return ""
    corr, pval = (pearsonr if method=="pearson" else spearmanr)(temp[x], temp[y])
    stars = "***" if pval < 0.01 else "**" if pval < 0.05 else "*"
    return f"{corr:.3f}{stars}"

# --- Tabelas de correlação ---
for method in ["pearson", "spearman"]:
    tabela = pd.DataFrame("", index=dep_vars + ind_vars, columns=dep_vars + ind_vars)
    for i in tabela.index:
        for j in tabela.columns:
            tabela.loc[i, j] = "1" if i == j else corr_with_stars(i, j, method)
    print(f"\n### Tabela de Correlação ({method.title()}) ###")
    print(tabela.to_string())
```