



ConBRepro

XIV CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

I CIGELUBRA

Congresso Internacional de Gestão e Engenharia Luso-Brasileiro

04 a 06 de dezembro de 2024

Energias Limpas nas Engenharias

Integração de Aspectos Ambientais, Sociais e de Governança em Empresas de Bioeconomia Circular: Uma Simulação Estrutural

Cleiton Hluszko

Laboratório de Estudos em Sistemas Produtivos Sustentáveis (LESP) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção (PPGE) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)

Kelwin Hluszko

Departamento de Graduação em Administração - UGV União da Vitória

Giulihano Luis Feltz Zeni

Laboratório de Estudos em Sistemas Produtivos Sustentáveis (LESP) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção (PPGE) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)

Fábio Neves Puglieri

Laboratório de Estudos em Sistemas Produtivos Sustentáveis (LESP) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção (PPGE) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)

Antonio Carlos de Francisco

Laboratório de Estudos em Sistemas Produtivos Sustentáveis (LESP) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção (PPGE) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)

Resumo: Este estudo aborda o desafio de integrar a sustentabilidade nos modelos de negócios, com foco em empresas baseadas na bioeconomia circular (CBE). O crescente destaque das questões ambientais, sociais e de governança (ESG) nas agendas corporativas e governamentais, junto com o reconhecimento dos riscos financeiros associados aos impactos ambientais, tornou a gestão ESG uma prioridade. No entanto, empresas de CBE enfrentam desafios únicos ao implementar estratégias ESG, devido a seus modelos operacionais distintos e processos circulares baseados em recursos biológicos. O estudo mostra como os impactos ambientais e sociais negativos podem resultar em danos reputacionais, problemas legais e maiores custos, o que torna a gestão ESG crucial para a criação de valor e a prevenção de perdas. As barreiras para implementar ESG em empresas de CBE são complexas e influenciadas por seus modelos de negócios e processos específicos, podendo dificultar a integração de ESG, mas também oferecendo oportunidades para melhorar aspectos importantes da sustentabilidade. A pesquisa identifica essas barreiras e as inter-relaciona, contribuindo para o desenvolvimento de um framework que apoia as empresas na superação desses desafios, aprimorando suas práticas sustentáveis e seus resultados operacionais.

Palavras-chave: Bioeconomia. ESG. Sustentabilidade. Estrutura.

Integrating Environmental, Social, and Governance Aspects in Circular Bioeconomy Companies: A Framework Simulation

Abstract: This study addresses the challenge of integrating sustainability into business models, focusing on companies based on circular bioeconomy (CBE). The increasing prominence of environmental, social, and governance (ESG) issues in corporate and governmental agendas, along with the recognition of the financial risks associated with environmental impacts, has made ESG management a priority. However, CBE companies face unique challenges when implementing ESG strategies due to their distinct operational models and circular processes based on biological resources. The study highlights how negative environmental and social impacts can lead to reputational damage, legal issues, and higher costs, making ESG management crucial for value creation and loss prevention. The barriers to implementing ESG in CBE companies are complex and shaped by their specific business models and processes, which may hinder the effective integration of ESG while also offering opportunities to enhance key sustainability aspects. The research identifies and interrelates these barriers, contributing to the development of a framework that supports companies in overcoming these challenges, improving their sustainable practices, and enhancing operational outcomes.

Keywords: Bioeconomy. ESG. Sustainability. Framework.

1. Introdução

A integração da sustentabilidade no ambiente empresarial tem se mostrado um desafio persistente ao longo das últimas décadas (A. ALMAQTARI; ELSHEIKH; TAWFIK; YOUSSEF, 2022). A adoção da sustentabilidade como um diferencial competitivo é uma questão complexa, tanto para empresas que foram fundadas com princípios sustentáveis quanto para aquelas que veem sua implementação como essencial para a transformação de seus modelos de negócio (ABDI; LI; CÂMARA-TURULL, 2020). Esse processo de integração tem sido impulsionado por discussões internacionais cada vez mais focadas nos impactos das mudanças climáticas sobre a economia (BABURINA; KUZNETSOVA; PODBIRALINA, 2023), pela avaliação dos riscos financeiros associados a questões ambientais, sociais e de governança (ESG) (ALEKSANDRA; PETROV-NERLING, 2023), e pela crescente incorporação dessas pautas nas agendas governamentais e corporativas (CARDONI; KISELEVA, 2023).

A acumulação de impactos ambientais negativos ao longo das últimas décadas tornou as suas consequências evidentes e impossíveis de serem ignoradas, com tendências que revelam transformações ambientais afetando diretamente a vida das pessoas. Esse fenômeno se reflete no aumento das concentrações de gases de efeito estufa na atmosfera e na elevação das temperaturas médias globais (OSMAN; BERMÚDEZ; SHONO; ALNAHHAS *et al.*, 2022), além de outros impactos resultantes diretamente das atividades econômicas.

Todos esses impactos ambientais e sociais negativos resultam, inevitavelmente, em consequências financeiras adversas para as organizações, como danos à reputação corporativa, problemas regulatórios e legais, questões de conformidade e a necessidade de atender às demandas das partes interessadas (YU; LUU; CHEN, 2020). Nesse contexto, a gestão das questões relacionadas às dimensões ESG torna-se uma prioridade estratégica para as empresas, com dois objetivos principais: a criação de valor e a mitigação de custos ou perdas. Esses fatores fundamentam o desenvolvimento da estratégia ESG da organização, refletindo diretamente nos seus resultados operacionais (Abdi, 2020 #931).

Esses focos gerenciais moldam a maneira como as empresas integram a estratégia ESG, sendo desenvolvidos com base no modelo de negócios da organização. A tomada de decisão considera o contexto em que a empresa opera, seja ela uma organização já fundamentada em princípios sustentáveis ou em transição para um modelo mais sustentável (ALDOWAISH; KOKURYO; ALMAZYAD; GOI, 2022). Além disso, o

estabelecimento de padrões de gestão ESG enfrenta barreiras que podem variar conforme o setor econômico, a localização geográfica e, sobretudo, o modelo de negócios adotado (GUPTA; KASHIRAMKA, 2024).

Nesse contexto, as empresas baseadas na bioeconomia circular ganham relevância, buscando integrar aspectos de circularidade ao utilizar recursos biológicos na produção de novos produtos com valor agregado (DING; HAMANN; GRUNDMANN, 2024). Contudo, mesmo que a organização possua características biocirculares, seu modelo de negócios e as particularidades de seus processos conferem características distintas em comparação com os modelos de negócios tradicionais (ALFANO; CANTABENE; LEPORE; PALERMO, 2023).

Essa condição acarreta desafios na gestão dos aspectos ESG em empresas baseadas na bioeconomia circular, uma vez que suas características específicas podem criar barreiras à implementação eficaz da estratégia ESG em seus modelos de negócios. Além disso, essas particularidades podem amplificar aspectos-chave em cada dimensão do ESG (ATAN; ALAM; SAID; ZAMRI, 2018). Como resultado, essa situação pode impactar negativamente a proposta de valor da organização, ameaçando sua sustentabilidade e levando ao aumento dos custos com recursos.

Considerando as especificidades do tema e as barreiras para a implementação da estratégia ESG identificadas por estudos anteriores, evidencia-se a necessidade de mapear e analisar a inter-relação entre essas barreiras. Além disso, torna-se crucial desenvolver uma nova abordagem que adote critérios fundamentados nesses elementos, com o objetivo de construir um framework de suporte à tomada de decisão, aplicável às organizações baseadas na bioeconomia circular e seus modelos de negócios.

Com o problema delineado, este estudo busca aplicar um estudo de caso para analisar a estrutura das barreiras à implementação da estratégia ESG em empresas baseadas na bioeconomia circular. Essa abordagem permitirá: (i) identificar as barreiras com maior impacto na implementação da estratégia ESG, (ii) explorar as inter-relações entre essas barreiras e (iii) fornecer uma base para o desenvolvimento de um framework de implementação da estratégia ESG, considerando as particularidades da bioeconomia circular.

Para atender ao objetivo do estudo, o manuscrito foi estruturado em cinco seções, que incluem: (i) uma introdução que aborda aspectos da integração da estratégia ESG em empresas baseadas na bioeconomia circular; (ii) os procedimentos metodológicos empíricos utilizados para a construção do framework de tomada de decisão; (iii) os resultados da aplicação e suas características; (iv) a discussão dos resultados em comparação com outras abordagens comumente empregadas para priorizar as barreiras à estratégia ESG; e (v) as conclusões do manuscrito, levando em consideração os pontos-chave abordados durante o desenvolvimento da pesquisa.

2. Referencial teórico

A implementação de estratégias ESG em empresas baseadas na bioeconomia circular enfrenta uma série de barreiras que dificultam o alcance da sustentabilidade plena. Uma das principais barreiras identificadas é o alto custo operacional, que impede essas empresas de adotar rapidamente novas tecnologias e práticas sustentáveis. Esse desafio financeiro também é amplificado pela dependência de tecnologias inovadoras que, embora necessárias para aumentar a eficiência e a sustentabilidade, exigem um investimento inicial elevado. Como resultado, as empresas frequentemente precisam priorizar seus recursos, muitas vezes deixando de lado práticas ESG que não oferecem retorno imediato (ABDI; LI; CÂMARA-TURULL, 2020).

A limitação do fornecimento de energia limpa é outra barreira crítica que impacta as operações das empresas de bioeconomia circular. Em muitos casos, a matriz energética disponível para essas empresas não é compatível com as necessidades de um sistema de

produção sustentável, o que força o uso de fontes de energia menos sustentáveis e aumenta os custos operacionais a longo prazo. Esse obstáculo é agravado pela falta de soluções viáveis de curto e médio prazo para garantir uma oferta adequada de energia limpa (SINGH; CHAUHAN; SARKAR, 2023). Além disso, estudos sugerem que a transição para fontes mais ecológicas, como biodigestores, requer investimentos que podem ser proibitivos sem o apoio de políticas públicas de incentivo.

As barreiras econômicas continuam sendo um fator predominante e desafiador para a promoção do ESG na bioeconomia circular. Custos elevados de operação e investimento, juntamente com a limitação de mercados e o baixo apoio financeiro, criam um cenário onde práticas ESG são frequentemente vistas como onerosas ou difíceis de implementar. Autores destacam que, para mitigar essas barreiras, a criação de políticas públicas e incentivos financeiros é essencial, permitindo que as empresas superem esses obstáculos e se tornem mais competitivas e ambientalmente responsáveis (BABURINA; KUZNETSOVA; PODBIRALINA, 2023).

Por fim, a falta de políticas públicas específicas e o baixo engajamento das partes interessadas dificultam a implementação das práticas ESG nas empresas de bioeconomia circular. A ausência de regulamentações robustas e o engajamento insuficiente de stakeholders reduzem a pressão para que essas empresas adotem práticas de sustentabilidade de maneira ampla e consistente. Estudos sugerem que uma regulamentação mais clara, combinada com esforços para aumentar a conscientização e o envolvimento das partes interessadas, é fundamental para criar um ambiente mais propício à adoção de práticas ESG, incentivando a inovação e a competitividade das empresas (ALFANO; CANTABENE; LEPORE; PALERMO, 2023).

3. Metodologia

Para atingir o objetivo do estudo de interrelacionar as 17 barreiras identificadas, foi desenvolvida uma simulação de um modelo estrutural, conhecido em inglês como "Interpretive Structure Modeling" (ISM) (Interpreting the interpretive structural model, 2012). O uso dessa ferramenta permitiu avaliar dependências entre as barreiras e suas influências dentro da estrutura simulada. Para esse desenvolvimento foram considerados 3 etapas de desenvolvimento.

3.1 Etapa 1: Construção do modelo estrutural

Para a construção do framework, foi considerada a metodologia ISM (Interpreting the interpretive structural model, 2012), que permite a comparação par a par das barreiras e a hierarquização delas em níveis. Essas características possibilitam que os decisores priorizem quais barreiras devem demandar mais recursos para potencializar os impactos positivos do plano de ação desenvolvido a partir da estratégia de implementação. Nesse sentido, foram necessários seis momentos para se chegar ao framework final baseado no ISM (ver Figura 1 da Seção 4).

No primeiro momento, foram identificadas as inter-relações de acordo com os procedimentos da metodologia e tabuladas de forma a permitir uma melhor visualização de todas as identificações. O quadro 1 abaixo demonstra os resultados obtidos nesta primeira etapa da metodologia.

Quadro 1 - Matriz de auto-interação estrutural

Barreiras	B17	B16	B15	B14	B13	B12	B11	B10	B9	B8	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1
B1 Falta de políticas públicas	A	V	V	V	V	V	V	A	V	X	V	X	X	O	A	V	
B2 Altos custos de investimento	A	X	O	X	A	A	A	A	V	A	A	A	X	X	A		
B3 Problemas técnicos com biomassa	X	X	A	X	A	A	X	A	A	A	O	A	V	X			

B4 Altos custos operacionais	A	A	A	X	A	A	X	A	V	A	A	A	X					
B5 Mercados pequenos	O	O	O	V	O	A	V	O	O	O	O	A						
B6 Problemas com bioprodutos	A	O	A	O	A	A	A	A	A	A	A							
B7 Baixo fornecimento de energia limpa	O	O	O	O	O	O	O	O	V	O								
B8 Falta de estudos	V	V	V	V	V	V	V	V	V									
B9 Processos pouco ecológicos	X	A	A	X	A	A	X	A										
B10 Falta de indicadores	V	V	V	V	X	V	V											
B11 Problemas logísticos	X	A	A	X	A	O												
B12 Falta de conscientização	O	V	O	V	O													
B13 Mão de obra pouco qualificada	V	A	V	V														
B14 Desafios de escalabilidade	X	A	A															
B15 Limitações/Falta de tecnologia	V	O																
B16 Engajamento das partes interessadas	O																	
B17 Barreiras técnicas																		

Fonte: Os autores

Nota: Os símbolos V, A, X e O são usados no SSIM para representar a relação entre duas barreiras, 'i' e 'j': V significa que a barreira 'i' domina a barreira 'j'; A significa que a barreira 'j' domina a barreira 'i'; X indica dominância mútua entre as barreiras 'i' e 'j'; e O indica que não há relação entre as duas.

3.2 Etapa 2: Construção da matriz de alcance inicial e final

Posteriormente, foi coletado as informações para a montagem da matriz de alcance, nesse momento, foi montado a tabela de alcance da metodologia proposta e integrado a transitividade da matriz e calculado a matriz de alcance final com os calculos somatórios dos poderes de dependencia (PD) e independencia (PI), resultando na matriz demonstrada no quadro 2.

Quadro 2 – Matriz final de alcance para as barreiras identificadas

Barreiras	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	B13	B14	B15	B16	B17	PI
B1 Falta de políticas públicas	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	4
B2 Altos custos de investimento	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	11
B3 Problemas técnicos com biomassa	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	9
B4 Altos custos operacionais	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	13
B5 Mercados pequenos	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	6
B6 Problemas com bioprodutos	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	11

B7 Baixo fornecimento de energia limpa	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
B8 Falta de estudos	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3
B9 Processos pouco ecológicos	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	12
B10 Falta de indicadores	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	3
B11 Problemas logísticos	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	9
B12 Falta de conscientização	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	7
B13 Mão de obra pouco qualificada	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	3
B14 Desafios de escalabilidade	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	12
B15 Limitações/Falta de tecnologia	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0	6
B16 Engajamento das partes interessadas	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	6
B17 Barreiras técnicas	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	10
PD	9	6	7	4	6	6	4	16	5	13	7	6	11	4	10	6	7	127/127

Fonte: Os autores

Nota: O número 1 indica a existência de uma relação direta entre as barreiras, enquanto o número 0 indica que não há uma relação direta entre elas, conforme a visão dos especialistas. A linha de Dependência (PD) foi calculada somando todos os valores de cada coluna, enquanto os valores de Influência (PI) foram obtidos pela soma dos valores de cada linha.

3.3 Etapa 3: Determinação dos níveis da barreira

Ao final, com ambas as matrizes, foram determinados os níveis estruturais das barreiras dentro da metodologia, o que possibilitou a construção da figura ilustrativa apresentada nos resultados deste estudo (ver Seção 4). O Quadro 3 demonstra as divisões de acordo com os valores obtidos a partir de ambas as matrizes.

Quadro 3 – Identificação de níveis de pertencimento de cada barreira

Barreiras	Acessibilidade (Linha)	Antecedente (colunas)	Níveis
B1 Falta de políticas públicas	1, 8, 12, 16	1, 2, 5, 8, 9, 12, 15, 16, 17	IIV
B2 Altos custos de investimento	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 10, 11, 13, 15	2, 3, 4, 9, 14, 17	III
B3 Problemas técnicos com biomassa	2, 3, 8, 9, 10, 11, 13, 15, 17	2, 3, 4, 6, 9, 11, 14	V
B4 Altos custos operacionais	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 13, 14, 15, 17	2, 4, 6, 9	I
B5 Mercados pequenos	1, 5, 9, 12, 15, 16	4, 5, 11, 12, 14, 17	VII
B6 Problemas com bioprodutos	3, 4, 6, 8, 9, 10, 11, 13, 15, 16, 17	2, 4, 6, 9, 11, 14	III

B7 Baixo fornecimento de energia limpa	7, 8	2, 4, 7, 9	X
B8 Falta de estudos	41122	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17	IX
B9 Processos pouco ecológicos	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 13, 15, 17	3, 5, 6, 9, 12	II
B10 Falta de indicadores	41555	2, 3, 4, 6, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17	IX
B11 Problemas logísticos	3, 5, 6, 8, 10, 11, 13, 15, 17	2, 3, 4, 6, 11, 14, 17	V
B12 Falta de conscientização	1, 5, 8, 9, 10, 12, 16	1, 5, 8, 12, 14, 16	VI
B13 Mão de obra pouco qualificada	41555	2, 3, 4, 6, 9, 10, 11, 13, 15, 16, 17	IX
B14 Desafios de escalabilidade	2, 3, 5, 6, 8, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17	4, 14, 15, 17	II
B15 Limitações/Falta de tecnologia	1, 8, 10, 13, 14, 15	2, 3, 4, 5, 6, 9, 11, 14, 15, 17	VII
B16 Engajamento das partes interessadas	1, 8, 10, 12, 13, 16	1, 5, 6, 12, 14, 16	VII
B17 Barreiras técnicas	1, 2, 5, 8, 10, 11, 13, 14, 15, 17	3, 4, 6, 9, 11, 14, 17	IV

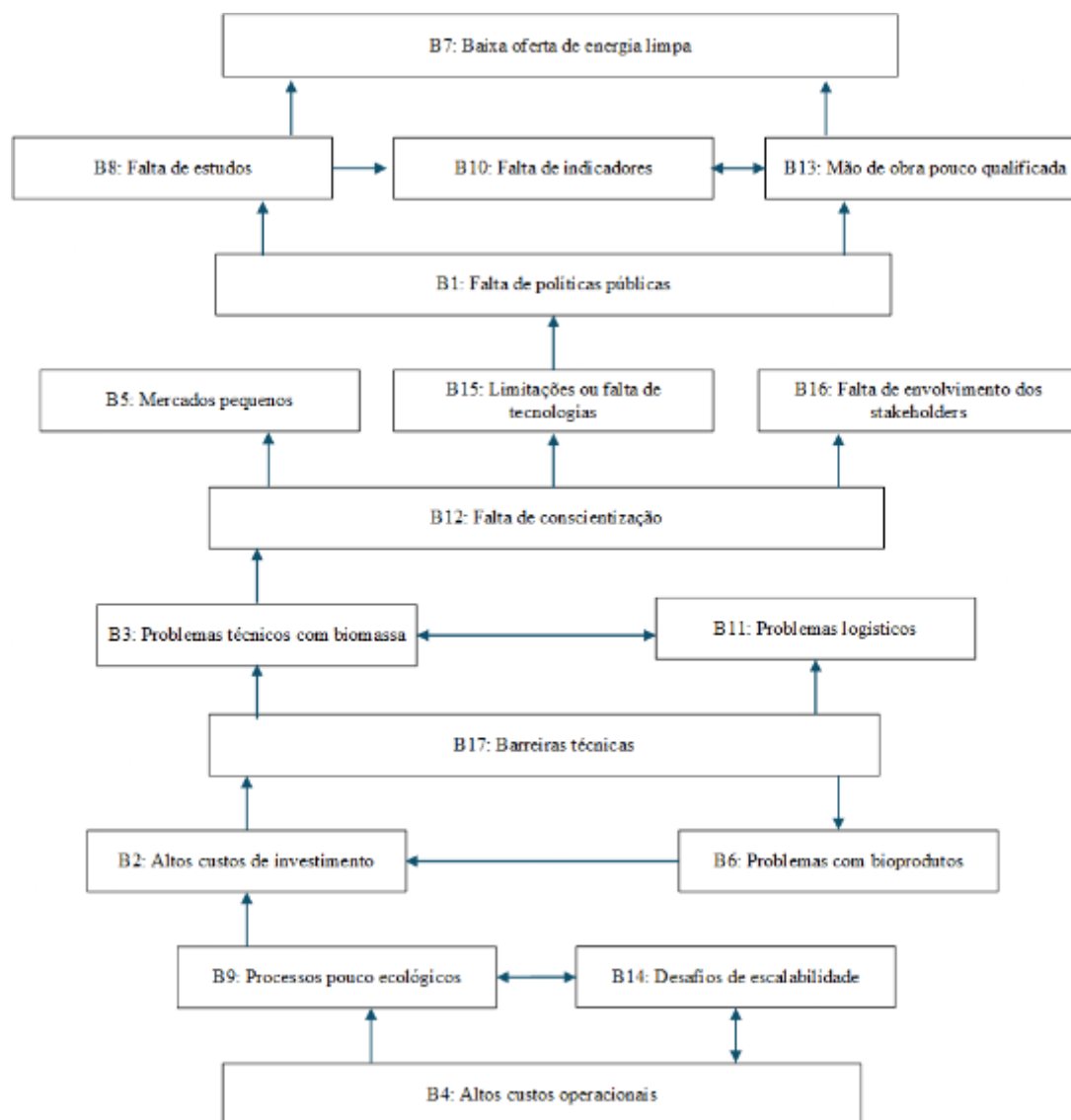
Fonte: Os autores

4. Resultados e discussões

Com todos os resultados em mãos, foi possível realizar interpretações sobre a estrutura construída, considerando o setor de aplicação e a comparação dos resultados com outros estudos na literatura sobre bioeconomia circular e ESG. Essa comparabilidade é uma característica importante da metodologia adotada, pois permite validar as informações obtidas em relação a outros estudos semelhantes na literatura.

Uma característica relevante da amostra é a consideração das particularidades setoriais que influenciam o desempenho ESG das empresas (ALFALIH, 2023). Nesse sentido, alguns pontos merecem destaque: (i) os altos custos operacionais são a barreira que mais impacta a implementação da estratégia ESG na bioeconomia circular; (ii) a baixa oferta de energia limpa se mostrou uma barreira difícil de ser superada com soluções viáveis a curto e médio prazo; e (iii) as barreiras econômicas foram identificadas como elementos-chave para a promoção do ESG na bioeconomia circular.

Figura 1- Representação Visual da estrutura simulada



Fonte: Os autores

4.1 Os altos custos operacionais é a barreira que mais influencia a implementação da estratégia ESG na bioeconomia circular

Um ponto inicial perceptível na estrutura simulada, que pode ser corroborado com outros estudos na literatura é como os custos de investimento em tecnologia da bioeconomia circular (B2) influenciam diretamente barreiras como escalabilidade e impactam barreiras técnicas. Esse achado revela uma descoberta interessante e crucial para a implementação da estratégia ESG na bioeconomia circular: as barreiras técnicas devem ser superadas por meio de investimentos financeiros em tecnologias inovadoras, a fim de promover a escalabilidade dos negócios (ver parte inferior da Figura 1).

Esse apontamento destaca a importância da estrutura simulada e valida sua aplicação ao evidenciar a necessidade de sistematizar as barreiras, com o objetivo de priorizar recursos nas barreiras de maior impacto em relação a outras. Consequentemente, isso potencializa a implementação da estratégia ESG em empresas baseadas na bioeconomia circular, apoiando melhores planejamentos estratégicos.

4.2 A baixa oferta de energia limpa demonstrou ser uma barreira difícil de ser inderesada com soluções viáveis a curto e medio prazo

Na parte mais alta da estrutura, a energia limpa se revelou um ponto crucial e de difícil endereçamento com ações promotoras da sustentabilidade. Esse resultado está alinhado com outros autores que apontam os desafios da transição energética (ANKRAH; DOGAH; TWUMASI-ANKRAH; SACKY *et al.*, 2023), especialmente no contexto das bioeconomias circulares, um setor com grande potencial de desempenho que pode ser severamente impactado por processos pouco ecoamigáveis e por uma baixa proporção de matrizes energéticas sustentáveis em sua cadeia de suprimentos.

Sobre essa barreira, é importante ressaltar a relevância de estratégias biocirculares para a promoção da sustentabilidade na matriz energética das empresas (SINGH; CHAUHAN; SARKAR, 2023), com autores indicando que biodigestores podem ser uma boa alternativa para abordar essa questão. No entanto, a estrutura demonstrou que essa barreira precisa ser atacada diretamente (ver pontos de influência e dependência do Quadro 2), o que implica elevados custos no consumo de recursos, materiais e humanos para a transição energética.

4.3 As barreiras econômicas foram constadas como elementos chaves para a promoção do ESG na bioeconomia circular.

Conforme demonstra o Quadro 3, há uma elevada concentração de barreiras econômicas na parte inferior da estrutura. Esse achado indica que as questões econômicas continuam sendo uma das principais dificuldades para a implementação do ESG. Essa observação é corroborada por outros autores que apontam as questões econômicas como um dos principais problemas nas pesquisas sobre ambas as temáticas (GROUIEZ; DEBREF; VIVIEN; BEFORT, 2023).

No entanto, alguns autores indicam uma relação positiva entre o desempenho financeiro e o desempenho ESG (ALFALIH, 2023), o que deixa em aberto a discussão sobre qual fator influencia ou é influenciado. Nesse sentido, os resultados da literatura, com as barreiras econômicas na base da estrutura, evidenciam que os aspectos econômicos influenciam o desempenho ESG. Com essa primeira descoberta, o estudo faz um apontamento preliminar que pode ser melhor aprofundado em pesquisas futuras para esclarecer essa relação.

Entretanto, essa questão precisa ser investigada quantitativamente. Embora a estrutura permita essa constatação, não é possível determinar com elevada exatidão o quanto o desempenho ESG influencia o desempenho financeiro. Considerando esse aspecto, é necessário que pesquisas futuras, levando em conta esse resultado, avaliem essa lacuna por meio de uma abordagem estatística para investigar uma possível correlação com dados empíricos.

5. Conclusões

As barreiras à implementação da estratégia ESG em empresas baseadas na bioeconomia circular demonstram ser um elemento-chave nos planejamentos estratégicos dessas organizações. O desenvolvimento de estruturas de apoio para a elaboração de estratégias que abordem diretamente esses problemas revelou-se um fator crucial para alcançar objetivos estratégicos e gerar vantagem competitiva.

Nesse cenário, a simulação de abordagens assume um papel fundamental ao permitir a avaliação de resultados esperados e a análise dentro do contexto da sustentabilidade. Assim, o presente estudo desenvolveu com sucesso uma simulação de estrutura de tomada de decisão baseada na metodologia ISM e encontrou três descobertas que permitem o avanço dos estudos nessa área: (i) os altos custos operacionais são a barreira com maior potencial de influência dentro da estrutura simulada; (ii) a baixa oferta de energia limpa é uma barreira dependente dentro da estrutura; e (iii) as barreiras econômicas formam a base influenciadora das barreiras na estrutura.

Com o sucesso da simulação e o apontamento de descobertas promissoras, os pesquisadores pretendem avançar no estudo e realizar uma pesquisa ampla com especialistas de ambas as áreas temáticas, a fim de obter dados mais robustos e aceitos internacionalmente pela comunidade científica. Com essa continuidade de pesquisa, busca-se revisar toda a estrutura e comunicar as descobertas científicas nos meios de comunicação adequados.

Entretanto, este estudo não está isento de limitações. A coleta de respostas para a estrutura simulada ocorreu por meio de um grupo focal de pesquisadores próximos à pesquisa. Embora sejam especialistas na área, é necessário ampliar a coleta de respostas para conferir maior homogeneidade aos resultados e vincular diretamente estratégias potenciais a cada barreira. Assim, o estudo futuro pretende abordar essas limitações diretamente e conferir mais robustez aos resultados encontrados.

Referências

A. ALMAQTARI, F.; ELSHEIKH, T.; TAWFIK, O. I.; YOUSSEF, M. A. E. A. Exploring the Impact of Sustainability, Board Characteristics, and Firm-Specifics on Firm Value: A Comparative Study of the United Kingdom and Turkey. **Sustainability (Switzerland)**, 14, n. 24, 2022. Article.

ABDI, Y.; LI, X.; CÀMARA-TURULL, X. Impact of sustainability on firm value and financial performance in the air transport industry. **Sustainability (Switzerland)**, 12, n. 23, p. 1-22, 2020. Article.

ALDOWAISH, A.; KOKURYO, J.; ALMAZYAD, O.; GOI, H. C. Environmental, Social, and Governance Integration into the Business Model: Literature Review and Research Agenda. **Sustainability (Switzerland)**, 14, n. 5, 2022. Review.

ALEKSANDRA, E.; PETROV-NERLING, G., 2023, English, **Systemic ESG risks: industrial analysis**. Elsevier B.V. 1110-1114. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85171742067&doi=10.1016%2fj.procs.2023.08.095&partnerID=40&md5=bbff0afc6805a6fc18f1137920a4438>.

ALFALIH, A. A. ESG disclosure practices and financial performance: a general and sector analysis of SP-500 non-financial companies and the moderating effect of economic conditions. **Journal of Sustainable Finance and Investment**, 13, n. 4, p. 1506-1533, 2023. Article.

ALFANO, M. R.; CANTABENE, C.; LEPORE, A.; PALERMO, S. The green to circular bioeconomy transition: Innovation and resilience among Italian enterprises. **Business Strategy and the Environment**, 32, n. 8, p. 6094-6105, 2023. Article.

ANKRAH, I.; DOGAH, K.; TWUMASI-ANKRAH, S.; SACKKEY, F. G. *et al.* Is energy transition possible for oil-producing nations? Probing the case of a developing economy. **Cleaner Production Letters**, 4, 2023. Article.

ATAN, R.; ALAM, M. M.; SAID, J.; ZAMRI, M. The impacts of environmental, social, and governance factors on firm performance: Panel study of Malaysian companies. **Management of Environmental Quality: An International Journal**, 29, n. 2, p. 182-194, 2018. Article.

BABURINA, O.; KUZNETSOVA, G.; POGBIRALINA, G., 2023, English, **Climate agenda and ESG principles' application to Russian realities**. EDP Sciences. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85176792706&doi=10.1051%2fe3sconf%2f202343107004&partnerID=40&md5=acdf37dfd315cb824da618d44d539d42>.

CARDONI, A.; KISELEVA, E. ESG or Sustainability Agenda and Its Influence on the Role of Corporate Governance. *In: CSR, Sustainability, Ethics and Governance*: Springer Nature, 2023. v. 2023, p. 17-25.

DING, Z.; HAMANN, K. T.; GRUNDMANN, P. Enhancing circular bioeconomy in Europe: Sustainable valorization of residual grassland biomass for emerging bio-based value chains. **Sustainable Production and Consumption**, 45, p. 265-280, 2024. Article.

GROUIEZ, P.; DEBREF, R.; VIVIEN, F. D.; BEFORT, N. The complex relationships between non-food agriculture and the sustainable bioeconomy: The French case. **Ecological Economics**, 214, 2023. Article.

GUPTA, J.; KASHIRAMKA, S. Examining the impact of liquidity creation on bank stability in the Asia Pacific region: Do ESG disclosures play a moderating role? **Journal of International Financial Markets, Institutions and Money**, 91, 2024. Article.

Interpreting the interpretive structural model. **Global Journal of Flexible Systems Management**, 13, n. 2, p. 87-106, 2012. Article.

OSMAN, R.; BERMÚDEZ, F.; SHONO, M.; ALNAHHAS, N. *et al.*, 2022, English, **GHG Emissions Tracking on Artificial Lift**. Society of Petroleum Engineers. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85143073240&doi=10.2118%2f211795-MS&partnerID=40&md5=56c9f361ad3c8a014c43a6fa3b92856e>.

SINGH, S. K.; CHAUHAN, A.; SARKAR, B. Sustainable biodiesel supply chain model based on waste animal fat with subsidy and advertisement. **Journal of Cleaner Production**, 382, 2023. Article.

YU, E. P. Y.; LUU, B. V.; CHEN, C. H. Greenwashing in environmental, social and governance disclosures. **Research in International Business and Finance**, 52, 2020. Article.