

TRANSPARÊNCIA, GOVERNANÇA ADAPTATIVA E ESG: INTEGRAÇÃO PARA CADEIAS DE SUPRIMENTOS E MERCADO VOLUNTÁRIO DE CARBONO

ALEXANDRO LUX COMITRE

FUNDAÇÃO EDUCACIONAL INACIANA (FEI) PADRE SABOIA DE MEDEIROS

GABRIELA SCUR

CENTRO UNIVERSITÁRIO FEI

DAFNE OLIVEIRA CARLOS DE MORAIS

CENTRO UNIVERSITÁRIO FEI

Introdução

Apesar da explosão de discursos ESG, a integridade dos mercados de carbono continua frágil: métricas dispersas, greenwashing e confiança em queda. Este estudo surpreende ao propor um framework inédito que conecta transparência substantiva, governança adaptativa e tecnologias auditáveis. A contribuição vai além do debate normativo: oferece caminhos práticos para alinhar desempenho e legitimidade em cadeias e no Mercado Voluntário de Carbono sob intensa incerteza regulatória.

Problema de Pesquisa e Objetivo

O estudo parte da lacuna de confiabilidade no Mercado Voluntário de Carbono, onde a ausência de métricas convergentes e de auditorias robustas compromete a legitimidade. O problema de pesquisa é: como fortalecer a integridade e reduzir assimetrias em cadeias de suprimentos e mercados de carbono? O objetivo é construir um framework integrador que una transparência substantiva, governança adaptativa e tecnologias auditáveis, oferecendo base prática e teórica para decisões sob incerteza.

Fundamentação Teórica

A fundamentação apoia-se em três pilares teóricos: transparência substantiva, que requer dados verificáveis e comparáveis (Gardner et al., 2019; Schäfer, 2023); governança adaptativa, orientada por policentrismo e aprendizagem social em contextos de incerteza (Folke et al., 2005; Chaffin et al., 2014); e tecnologias auditáveis, como IoT, blockchain e analytics, que ampliam mensuração e integridade (Govindan et al., 2015; Vilkov; Tian, 2023). Essa base sustenta o framework integrador voltado a reduzir assimetrias e fortalecer o MRV.

Metodologia

A pesquisa adota abordagem qualitativo-indutiva, combinando Revisão Sistemática da Literatura (RSL) e análise documental. O processo seguiu protocolo PRISMA em bases Scopus e Web of Science (2015-2025), com extração de 52 estudos. Em paralelo, documentos institucionais e relatórios ESG foram analisados. A codificação utilizou a Metodologia Gioia em três níveis (primeira ordem, segunda ordem e dimensões agregadas), permitindo construir categorias explicativas sobre transparência, governança e tecnologias auditáveis no MVC.

Análise e Discussão dos Resultados

A análise revela que transparência substantiva, governança adaptativa e tecnologias auditáveis se reforçam mutuamente para reduzir assimetrias e fortalecer a integridade do MRV. Identificou-se que métricas comparáveis e auditorias independentes elevam legitimidade, enquanto arranjos policêntricos reduzem incertezas normativas. Tecnologias como IoT, analytics e blockchain ampliam rastreabilidade, mas dependem de governança de dados. O framework proposto mostra como alinhar desempenho e legitimidade em cadeias e no MVC.

Considerações Finais

O estudo demonstra que transparência substantiva, governança adaptativa e tecnologias auditáveis formam um caminho integrador para reduzir assimetrias, elevar a integridade do MRV e alinhar desempenho e legitimidade. Teoricamente, o framework amplia a compreensão sobre governança em contextos de incerteza; gerencialmente, orienta organizações a institucionalizar métricas claras, fortalecer auditorias independentes e adotar tecnologias interoperáveis, mitigando riscos de greenwashing e reforçando a confiança no MVC.

Referências

BATTOCCLETTI, V.; ENRIQUES, L.; ROMANO, A. The voluntary carbon market: market failures and policy implications. Stanford: Stanford Law School, 2023. (Working paper). CARTER, C. R.; WASHISPACK, S. Mapping the path forward for sustainable supply chain management: a review of reviews. *Journal of Business Logistics*, 2018. RAO, ZEWEI; LI, PING. Analysis of the Tripartite Evolutionary Game between MRV Institutions, Government, and Enterprises in the Context of the Carbon Trading Market. *Advances in Economics and Management Research*, v. 9, n. 1, p. 152-152, 2024

Palavras Chave

MERCADO VOLUNTÁRIO DE CARBONO, TRANSPARÊNCIA, ESG

Agradecimento a órgão de fomento

Os autores expressam sua sincera gratidão à CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pelo apoio financeiro e suporte à pesquisa que tornou este trabalho possível.

TRANSPARÊNCIA, GOVERNANÇA ADAPTATIVA E ESG: INTEGRAÇÃO PARA CADEIAS DE SUPRIMENTOS E MERCADO VOLUNTÁRIO DE CARBONO

1. Introdução

A intensificação da crise climática e o avanço de políticas ambientais vêm pressionando organizações a reduzir emissões, elevar a qualidade do disclosure e incorporar transparência como requisito competitivo e de legitimidade, sobretudo à luz de metas do Acordo de Paris e de seus efeitos sobre custos e inovação (DECHEZLEPRÊTRE; SATO, 2017; GARDNER et al., 2019). Nesse contexto, a integração entre práticas ESG e gestão da cadeia de suprimentos (GSCM) desloca-se de uma lógica reputacional para uma abordagem orientada a desempenho, governança de riscos e coordenação interorganizacional ao longo dos elos (CARTER; WASHISPACK, 2018; SCHÄFER, 2023).

Apesar de avanços, persistem fragmentação conceitual e heterogeneidade de métricas, o que dificulta comparabilidade e favorece assimetrias informacionais; tais desafios são mais agudos no Mercado Voluntário de Carbono (MVC), onde padrões e metodologias concorrentes multiplicam custos de transação e controvérsias sobre adicionalidade, permanência e vazamentos (KOLLMUSS; ZINK; POLLARD, 2008; MICHAELOWA et al., 2019). A confiança de mercado depende de MRV mais robusto, convergência mínima de critérios e governança de dados que viabilize auditoria independente e redução de riscos de *greenwashing* (SCHNEIDER, 2022; SCHÄFER, 2023). No contexto de carbono/ESG, a sigla MRV significa Mensuração, Relato e Verificação, que é o conjunto de procedimentos que quantifica reduções/remoções de emissões, reporta os resultados de forma padronizada e verifica tudo por auditoria independente, o que forma a base para integridade e confiança de mercado (RAO, ZEWEI; LI, PING, 2024)

Para enfrentar essas lacunas, foi proposto um framework integrador que combina três pilares: i. transparência substantiva, ii. governança adaptativa e iii. tecnologias auditáveis, articulados por três mecanismos (M1–M3) representados no trabalho. Metodologicamente, o estudo combina revisão sistemática da literatura e análise documental com codificação Gioia para construir categorias e dimensões agregadas que explicam como dados verificáveis, coordenação policêntrica e infraestrutura digital se reforçam na melhoria do desempenho e da legitimidade, em cadeias e no MVC (GIOIA; CORLEY; HAMILTON, 2013; GOVINDAN et al., 2015). Ao ancorar o argumento nos pilares e mecanismos da Figura 1, a contribuição está em oferecer um caminho para decisões sob incerteza, preservando rigor conceitual e aplicabilidade gerencial (CARTER; WASHISPACK, 2018; SCHÄFER, 2023).

2. Fundamentação teórica

A transparência nas cadeias de suprimentos é um conceito que envolve a visibilidade dos fluxos e a qualidade e verificabilidade dos dados, criando a base para a responsabilidade e a coordenação entre as diferentes partes (GARDNER et al., 2019; SCHÄFER, 2023). Para ser substancial, a transparência exige indicadores comparáveis e relatórios verificáveis por terceiros, o que reduz assimetrias informacionais e o risco de *greenwashing* (CARTER; WASHISPACK, 2018; SCHÄFER, 2023). A integração entre ESG e a gestão da cadeia de suprimentos (GSCM), no entanto, carece de taxonomias estáveis para o *benchmarking* intersetorial, resultando em altos custos e em incentivos difusos para a divulgação de qualidade (BEN-DAYA; HASSINI; BAHROUN, 2022; CHEN; JIN, 2024). As tecnologias de rastreabilidade ampliam a capacidade de mensuração e verificação:

IoT monitora em tempo real, *analytics* aumenta a granularidade de dados e *blockchain* cria registros imutáveis (GOVINDAN et al., 2015; KAMBLE; GUNASEKARAN; ARHA, 2019). Esses ganhos, no entanto, dependem de uma boa governança de dados e da interoperabilidade entre os sistemas (VILKOV; TIAN, 2023). No Mercado Voluntário de Carbono (MVC), a integridade dos créditos depende de critérios como adicionalidade e permanência, avaliados por metodologias e padrões de diferentes níveis de rigor (KOLLMUSS; ZINK; POLLARD, 2008; MICHAELOWA et al., 2019). A convergência metodológica e um MRV robusto são essenciais para a credibilidade do mercado (MICHAELOWA et al., 2019; SCHNEIDER, 2022). Adicionalidade, por sua vez, é a prova de que as reduções de emissões ocorreram somente devido aos incentivos do projeto.

A governança adaptativa lida com a complexidade e a incerteza por meio do policentrismo e da aprendizagem social (FOLKE et al., 2005; CHAFFIN; GOSNELL; COSENS, 2014). Em cadeias e no MVC, coalizões setoriais facilitam a harmonização de métricas e a difusão de boas práticas (FOLKE et al., 2005; SCHÄFER, 2023). Sob a ótica institucional, a pressão de investidores, certificadoras e da sociedade civil cria incentivos econômicos e de reputação que fortalecem a divulgação e a verificação (CARTER; WASHISPACK, 2018; GARDNER et al., 2019; SCHÄFER, 2023). Em síntese, o desempenho e a legitimidade dependem da articulação entre dados verificáveis, coordenação policêntrica e infraestrutura digital interoperável, como mostrado na Figura 1 (FOLKE et al., 2005; GOVINDAN et al., 2015).

3. Metodologia

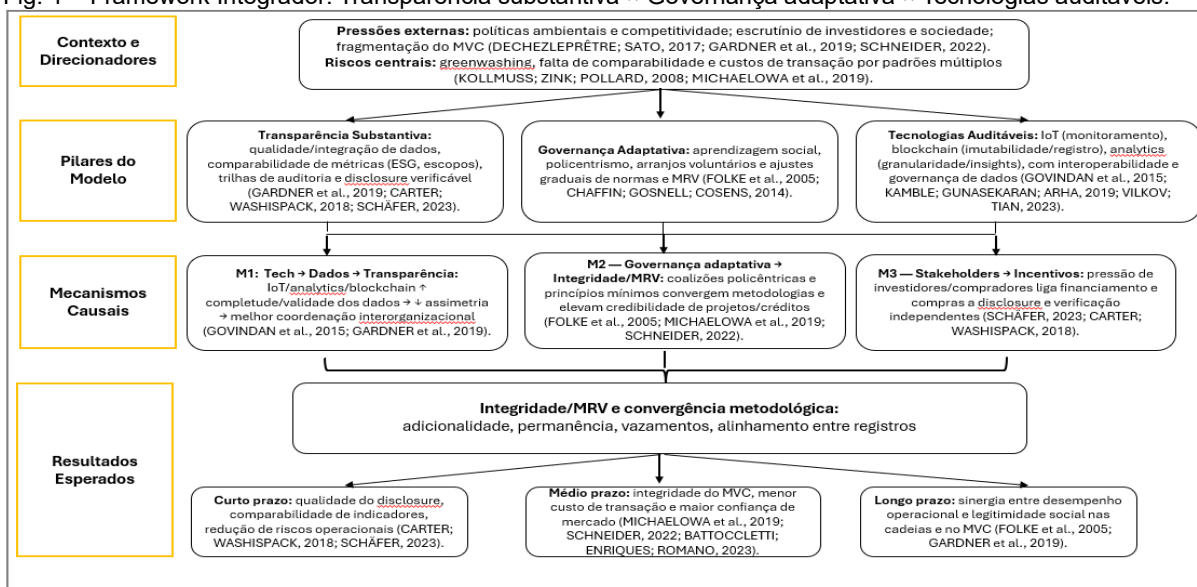
A estratégia metodológica adotada é qualitativo-indutiva, combinando Revisão Sistemática da Literatura (RSL) e análise documental à luz da Metodologia Gioia. Essa opção decorre da própria natureza do problema investigado: compreender como transparência substantiva, governança adaptativa e tecnologias auditáveis se combinam para produzir integridade (MRV) e desempenho em cadeias de suprimentos e no Mercado Voluntário de Carbono (MVC) demanda captar mecanismos em contextos emergentes, marcados por ambiguidade normativa, tal como explicitado na introdução (fragmentação conceitual, heterogeneidade de métricas e risco de *greenwashing*) (FOLKE et al., 2005; CHAFFIN; GOSNELL; COSENS, 2014; SCHÄFER, 2023). A RSL confere rastreabilidade e reprodutibilidade, enquanto a análise Gioia permite construção teórica a partir dos dados.

Foram realizadas buscas nas bases Scopus e Web of Science (WoS), abrangendo o período de jan/2015–jul/2025, em inglês e português, priorizando artigos revisados por pares. Foram utilizadas strings que combinaram cadeias, transparência, ESG, governança adaptativa e MVC, por exemplo: (“supply chain” OR “value chain”) AND transparenç* AND (ESG OR sustainab* OR green) AND (metric* OR indicator* OR disclosure) AND (“adaptive governance” OR governance) AND (“voluntary carbon market” OR “carbon credit*” OR MRV). O fluxo PRISMA registrou 472 estudos identificados, 346 duplicatas removidas, 126 registros triados por título/resumo, 74 textos completos avaliados, 55 elegíveis e 52 incluídos na síntese final, com planilha de extração e registro de motivos de exclusão, a fim de garantir transparência dos passos e coerência no método (TRANFIELD; DENYER; SMART, 2003; GARDNER et al., 2019; SCHÄFER, 2023). Para cada estudo, foi extraído autor/ano/periódico, objetivo, método, contexto (setor/país), métricas ESG/escopos, critérios de integridade quando aplicável, resultados e limitações, além de notas de ligação com categorias emergentes da análise documental (mapeamento para M1-M3) (CARTER; WASHISPACK, 2018; SCHÄFER, 2023). Em paralelo, o corpus

documental foi composto por materiais públicos e verificáveis: (i) relatórios ESG de empresas brasileiras com atuação reconhecida em finanças verdes (p.ex., Itaú, Bradesco, JBS, Suzano e Mercado Livre); (ii) metodologias, guias e posicionamentos de organizações de articulação setorial (WayCarbon, AgTech Garage, Instituto Escolhas, IBMVC); (iii) materiais de registros e padrões do MVC; e (iv) transcrições de podcasts especializados (CEBDS, Climate Ventures, Sistema B, Positiv.a e Net Zero). Priorizou-se a janela 2018–2025 e a presença de MRV, linhas de base e trilhas de auditoria explícitas, de modo a refletir o período de intensificação de pressões ESG e de difusão de tecnologias de rastreabilidade no MVC, o que fortalece o contexto como campo fértil para observar mecanismos em operação (MICHAELOWA et al., 2019; KOLLMUSS; ZINK; POLLARD, 2008; SCHNEIDER, 2022).

A análise dos documentos seguiu a Metodologia Gioia, com apoio do ATLAS.ti, em três níveis: primeira ordem (expressões in vivo), segunda ordem (conceitos) e dimensões agregadas. A árvore final consolidou 31 códigos de primeira ordem, 13 categorias de segunda ordem e 3 dimensões: (i) Reações Estratégicas à Ausência de Normas; (ii) Ambiguidade Normativa e Fragilidade Institucional; (iii) Sensemaking, Legitimação e Governança Simbólica. Mantiveram-se memos analíticos, cadeia de evidências e a busca de casos negativos, aumentando credibilidade e auditabilidade do processo (GIOIA; CORLEY; HAMILTON, 2013; SCHÄFER, 2023). Na RSL, procedeu-se à síntese temática e à construção de matriz de evidências, agrupando achados por constructos (transparência/ESG–GSCM; tecnologias de rastreabilidade; governança adaptativa/MRV), com comparação constante entre estudos para sustentar congruência conceitual e identificar padrões robustos (GOVINDAN et al., 2015; CARTER; WASHISPACK, 2018). Como procedimentos de rigor, foi utilizada a triangulação (RSL + documentos), leitura na triagem/extração da RSL, memos e auditoria interna do processo.

Fig. 1 – Framework Integrador: Transparência substantiva × Governança adaptativa × Tecnologias auditáveis.



Fonte: Elaborado pelo autor com base em Folke et al. (2005), Michaelowa et al. (2019) e Schneider (2022).

O framework apresenta camadas de contexto (pressões regulatórias e de mercado), pilares (transparência, governança adaptativa, tecnologias auditáveis), mecanismos M1-M3 (trajetórias causais entre infraestrutura digital, coordenação policêntrica e incentivos de stakeholders) e resultados esperados em três horizontes:

i. curto prazo (qualidade do disclosure), ii. médio prazo (integridade/MRV e confiança de mercado) e, iii. longo prazo (acoplamento desempenho–legitimidade) (FOLKE et al., 2005; MICHAELOWA et al., 2019; SCHNEIDER, 2022). O framework integrador é um modelo que busca resolver os problemas de transparência e integridade no Mercado Voluntário de Carbono (MVC). Ele conecta três pilares essenciais: i. transparência substantiva, ii. governança adaptativa e iii. tecnologias auditáveis, para mitigar riscos como o greenwashing e a falta de comparabilidade. O objetivo é reduzir assimetrias de informação e alinhar os incentivos entre os participantes do mercado.

A implementação bem-sucedida desses pilares leva a resultados concretos. No curto prazo, espera-se maior qualidade nos dados e nos relatórios. A médio prazo, a confiança no mercado e a integridade dos créditos de carbono aumentam, reduzindo custos de transação. Finalmente, a longo prazo, o modelo busca criar uma sinergia entre o desempenho operacional e a legitimidade social das cadeias de suprimentos e do MVC. As limitações concentram-se no predomínio de dados secundários e na volatilidade metodológica/regulatória do MVC; para mitigá-las, recomenda-se replicação com métodos mistos e testes empíricos das proposições do modelo em setores e jurisdições diversas (CHEN; JIN, 2024).

4. Achados e discussão

A análise indica que transparência substantiva, entendida como dados verificáveis, métricas comparáveis e trilhas de auditoria, reduz assimetrias de informação entre elos, melhora coordenação e sustenta legitimidade, com efeitos positivos sobre desempenho operacional e reputacional (GARDNER et al., 2019; CARTER; WASHISPACK, 2018). No MVC, a credibilidade dos créditos depende de MRV mais robusto e de narrativas consistentes sobre adicionalidade, permanência e vazamentos; quando tais condições não se verificam, cresce o risco de *greenwashing* e a erosão de confiança (MICHAELOWA et al., 2019; SCHNEIDER, 2022). Sobre a ambiguidade normativa e governança adaptativa, foi observado que a proliferação de padrões e metodologias com rigor desigual eleva custos de transação, dificulta a comparabilidade e incentiva o desacoplamento entre discurso e prática; essa ambiguidade revela a necessidade de coordenação policêntrica, aprendizagem social e ajustes graduais típicos da governança adaptativa (KOLLMUSS; ZINK; POLLARD, 2008; FOLKE et al., 2005). Evidências sugerem que coalizões multissetoriais e princípios mínimos de integridade mitigam incertezas e convergem expectativas entre compradores, desenvolvedores e certificadoras, aumentando previsibilidade e confiabilidade (CHAFFIN; GOSNELL; COSENS, 2014; MICHAELOWA et al., 2019). Já as tecnologias como infraestrutura de integridade (M1). IoT amplia cobertura e tempestividade, analytics eleva granularidade/consistência e blockchain oferece registros imutáveis de eventos críticos; contudo, os ganhos só se materializam com governança de dados e interoperabilidade entre sistemas corporativos e registries, evitando soluções “tecnocêntricas” sem sustentação institucional (GOVINDAN et al., 2015; KAMBLE; GUNASEKARAN; ARHA, 2019).

Com relação à convergência metodológica e integridade (M2). A integridade sistêmica emerge quando arranjos adaptativos induzem convergência mínima em critérios de adicionalidade, permanência e mensuração de vazamentos, combinando verificação independente e alinhamento entre registries; tal dinâmica é capturada pelo Mecanismo M2 (Governança adaptativa → Integridade/MRV) (FOLKE et al., 2005; SCHNEIDER, 2022). Em mercados fragmentados, esse processo reduz arbitragens e estabiliza expectativas de preço/risco, condição essencial para a escalabilidade do MVC (MICHAELOWA et al., 2019; KOLLMUSS; ZINK; POLLARD, 2008). Sobre os

incentivos de stakeholders e accountability (M3), foi possível observar que pressões de investidores, compradores corporativos e sociedade civil aceleram a adoção de métricas rigorosas e a verificação independente, sobretudo quando financiamento e compras responsáveis são vinculados a disclosure de alta qualidade; no modelo, tal efeito é sintetizado pelo Mecanismo M3 (Stakeholders → Incentivos → Transparência) (GARDNER *et al.*, 2019; SCHÄFER, 2023). Esse nexos alinha valor econômico e integridade informacional, reduzindo riscos reputacionais e favorecendo decisões baseadas em evidências (CARTER; WASHISPACK, 2018; SCHNEIDER, 2022).

Assim, a síntese na Figura 1, integra um fluxo no qual transparência substantiva, governança adaptativa e tecnologias auditáveis se reforçam para produzir: (i) *curto prazo*: melhor qualidade do disclosure e comparabilidade; (ii) *médio prazo*: maior integridade/MRV e menor custo de transação; e (iii) *longo prazo*: acoplamento entre desempenho e legitimidade nas cadeias e no MVC (FOLKE *et al.*, 2005; GOVINDAN *et al.*, 2015). As possíveis implicações incluem taxonomias mínimas de métricas, políticas de governança de dados com trilhas de auditoria e arranjos colaborativos de MRV, reconhecendo limites decorrentes da volatilidade regulatória e da dependência de dados secundários (KAMBLE; GUNASEKARAN; ARHA, 2019; MICHAELOWA *et al.*, 2019).

5. Conclusão, limitações e agenda de pesquisa

O estudo propõe um framework integrador no qual transparência substantiva, governança adaptativa e tecnologias auditáveis se reforçam para reduzir assimetrias informacionais, elevar a integridade do MRV e alinhar incentivos em cadeias de suprimentos e no MVC, conforme explicitado na Figura 1 pelos mecanismos M1 - M3. Ao articular dados verificáveis e comparáveis (transparência), coordenação policêntrica e aprendizagem social (governança), e infraestrutura digital interoperável (IoT, blockchain, analytics), o modelo pode apontar caminhos para conciliar desempenho e legitimidade sob incerteza regulatória e múltiplos stakeholders (FOLKE *et al.*, 2005; CARTER; WASHISPACK, 2018; SCHÄFER, 2023; GOVINDAN *et al.*, 2015). Sobre as implicações gerenciais e setoriais para organizações e consórcios setoriais, se recomenda institucionalizar um conjunto mínimo de dados com taxonomias e fronteiras claras para métricas ESG e de carbono; adotar políticas de governança de dados (padrões, papéis, controle de qualidade e trilhas de auditoria); projetar arquiteturas tecnológicas interoperáveis (IoT, blockchain, analytics) e alinhar incentivos econômicos a disclosure qualificado e verificação independente. Tais ações operacionalizam M1 - M3 e tendem a reduzir custos de transação, riscos reputacionais e arbitragens informacionais em cadeias e no MVC (KAMBLE; GUNASEKARAN; ARHA, 2019; VILKOV; TIAN, 2023; GARDNER *et al.*, 2019; SCHNEIDER, 2022; MICHAELOWA *et al.*, 2019).

A respeito da diretrizes de política e autorregulação, a integridade do MVC depende de convergência metodológica mínima, alinhamento entre registries e estratos de MRV proporcional ao risco, com transparência de metodologias e sanções para desvios materiais; nessas condições, arranjos policêntricos e princípios de integridade podem sustentar a escalabilidade do mercado, como sintetizado pelo M2 da Figura 1 (MICHAELOWA *et al.*, 2019; KOLLMUSS; ZINK; POLLARD, 2008; SCHNEIDER, 2022; BATTOCCLETTI; ENRIQUES; ROMANO, 2023). Sobre as limitações, este estudo se baseou majoritariamente em dados secundários (literatura e documentos públicos), o que pode introduzir vieses de cobertura setorial/temporal e restringir a inferência causal; ademais, a volatilidade metodológica e regulatória do

MVC limita a generalização imediata do framework. Para mitigar tais aspectos, adotaram-se triangulação, cadeia de evidências e procedimentos de rigor (Gioia).

A respeito da agenda de pesquisa proposta, em especial, sobre as métricas e efeitos, a sugestão é priorizar estudos sobre a definição da transparência ESG e de carbono, com comparabilidade intersetorial e indicadores de qualidade (completude, tempestividade, auditabilidade) e avaliar modelos longitudinais, sobre os efeitos da transparência (e de sua passagem de formal para substantiva) sobre desempenho econômico-ambiental, custo de capital e legitimidade organizacional, identificando mediadores e moderadores (p. ex., pressões normativas de investidores e certificadoras) (SCHÄFER, 2023; GARDNER *et al.*, 2019; CARTER; WASHISPACK, 2018). A agenda de pesquisa sobre governança e tecnologia, a sugestão é comparar arquiteturas blockchain (permissionadas vs. públicas) quanto a integridade, custo e governança; mapear condições de eficácia de M1–M3 (padrões abertos, interoperabilidade, capacidade analítica, mecanismos de incentivos) e estimar custos-benefícios do MRV por tipologia de projeto. Recomenda-se, ainda, investigar interações regulatórias transfronteiriças e o papel de coalizões policêntricas na convergência metodológica, conectando governança adaptativa a resultados de mercado (FOLKE *et al.*, 2005; KAMBLE; GUNASEKARAN; ARHA, 2019; VILKOV; TIAN, 2023; MICHAELOWA *et al.*, 2019; SCHNEIDER, 2022).

REFERÊNCIAS

- BATTOCCLETTI, V.; ENRIQUES, L.; ROMANO, A. The voluntary carbon market: market failures and policy implications. Stanford: Stanford Law School, 2023. (Working paper).
- BEN-DAYA, M.; HASSINI, E.; BAHROUN, Z. A conceptual framework for understanding the impact of Internet of Things on supply chain management. *Operations and Supply Chain Management: An International Journal*, 2022.
- CARTER, C. R.; WASHISPACK, S. Mapping the path forward for sustainable supply chain management: a review of reviews. *Journal of Business Logistics*, 2018.
- CHAFFIN, B. C.; GOSNELL, H.; COSENS, B. A. A decade of adaptive governance scholarship: synthesis and future directions. *Ecology and Society*, 2014.
- CHEN, L.; JIN, Y. The effect of ESG performance on corporate green innovation. *Journal of Cleaner Production*, 2024.
- DECHEZLEPRÊTRE, A.; SATO, M. The impacts of environmental regulations on competitiveness. *Review of Environmental Economics and Policy*, 2017.
- FOLKE, C.; CARPENTER, S. R.; WALKER, B.; SCHEFFER, M.; CHAPIN, T.; ROCKSTRÖM, J. Adaptive governance of social-ecological systems. *Annual Review of Environment and Resources*, 2005.
- GARDNER, T. A. *et al.* Transparency and sustainability in global commodity supply chains. *World Development*, 2019.
- GIOIA, D. A.; CORLEY, K. G.; HAMILTON, A. L. Seeking qualitative rigor in inductive research: notes on the Gioia methodology. *Organizational Research Methods*, 2013.
- GOVINDAN, K.; SOLEIMANI, H.; KANNAN, D. Big data analytics and its applications in supply chain sustainability: a review. *Journal of Cleaner Production*, 2015.
- KAMBLE, S.; GUNASEKARAN, A.; ARHA, H. Understanding blockchain technology adoption in supply chains – Indian context. *International Journal of Production Research*, 2019.
- KOLLMUSS, A.; ZINK, H.; POLLARD, D. Making sense of the voluntary carbon market: a comparison of carbon offset standards. Stockholm: Stockholm Environment Institute, 2008.
- MICHAELOWA, A.; SHISHLOV, I.; COCHIOSU, C.; ZHANG, Y.; CORSI, S. Additionality revisited: guarding the integrity of market mechanisms under the Paris Agreement. *Climate Policy*, 2019.
- RAO, ZEWEI; LI, PING. Analysis of the Tripartite Evolutionary Game between MRV Institutions, Government, and Enterprises in the Context of the Carbon Trading Market. *Advances in Economics and Management Research*, v. 9, n. 1, p. 152-152, 2024.
- SCHÄFER, K. Sustainable supply chain transparency: framework and research agenda. *Journal of Supply Chain Management*, 2023.
- SCHNEIDER, L. The integrity of voluntary carbon markets: challenges and ways forward. *Environmental Research Letters*, 2022.
- SERDIJN, D.; KOLK, A.; FRANSEN, L. Sustainability information and the role of intermediaries: a review. *Business Strategy and the Environment*, 2021.
- VILKOV, D.; TIAN, Y. Blockchain for transparency in carbon markets: opportunities and challenges. *Energy Policy*, 2023.