

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

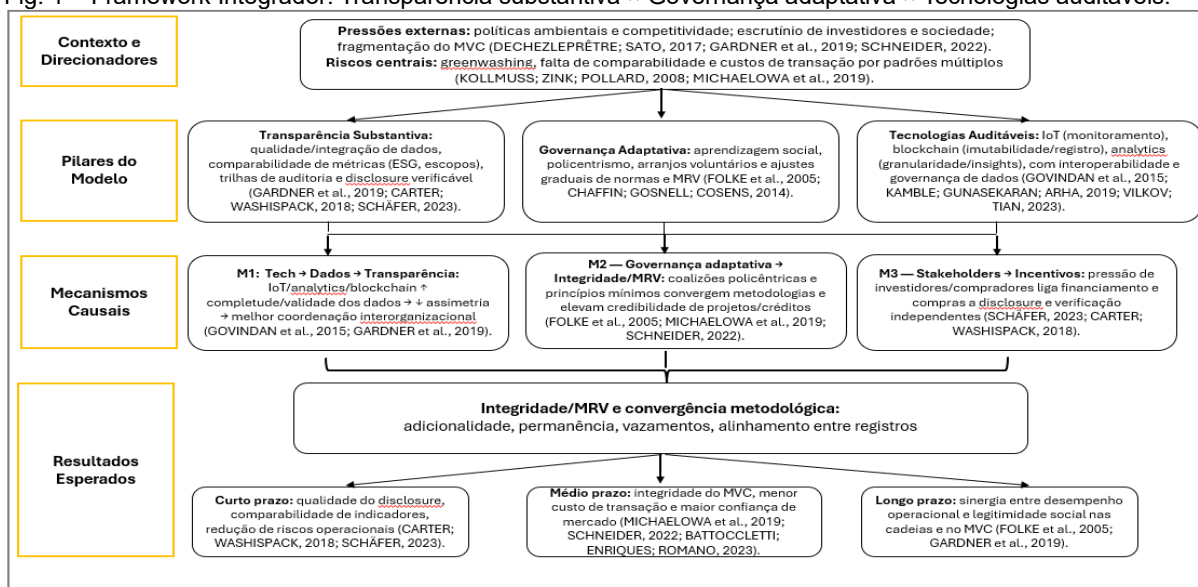
A estratégia metodológica adotada é qualitativo-indutiva, combinando Revisão Sistemática da Literatura (RSL) e análise documental à luz da Metodologia Gioia. Essa opção decorre da própria natureza do problema investigado: compreender como transparência substantiva, governança adaptativa e tecnologias 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 transparenc* 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 (MICHALOWA 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; BATTOCLETTI; 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.