



GESTÃO AMBIENTAL CONTEMPORÂNEA: INTEGRAÇÕES ENTRE SUSTENTABILIDADE, ECONOMIA CIRCULAR E LOGÍSTICA VERDE SOB UMA PERSPECTIVA SISTÊMICA

Thaynara Gilli Tonolli¹
Jacqueline Gobbis Arantes²
Rafael Gustado de Lima³

Resumo: Este artigo analisa a evolução da gestão ambiental sob uma abordagem sistêmica e transdisciplinar, articulando conceitos de economia circular, sustentabilidade, logística verde e servitização. Fundamentado em autores clássicos como Edgar Morin e Fritjof Capra, e complementado por estudos recentes (2021–2025), o trabalho destaca como as práticas empresariais estão sendo reformuladas para integrar responsabilidade socioambiental à competitividade. Além disso, discute-se o papel das certificações ambientais e dos desafios enfrentados em contextos urbanos e de crise, propondo uma reflexão sobre a necessidade de abordagens mais integradas, éticas e inovadoras.

Palavras-chave: Gestão Ambiental, Sustentabilidade, Economia Circular, Logística Verde, Certificação Ambiental.

Abstract: this article analyzes the evolution of environmental management from a systemic and transdisciplinary approach, articulating concepts of circular economy, sustainability, green logistics and servitization. Based on classic authors such as Edgar Morin and Fritjof Capra, and complemented by recent studies (2021–2024), the work highlights how business practices are being reformulated to integrate socio-environmental responsibility with competitiveness. In addition, the role of environmental certifications and the challenges faced in urban and crisis contexts are discussed, proposing a reflection on the need for more integrated, ethical and innovative approaches.

Keywords: Environmental Management, Sustainability, Circular Economy, Green Logistics, Environmental Certification.

1. INTRODUÇÃO

A gestão ambiental deixou de ser apenas uma obrigação legal para se tornar um diferencial competitivo e ético para as organizações. Com a intensificação das crises ambientais e sociais, torna-se imprescindível repensar os modelos produtivos vigentes a

¹ PPGE - Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

² Graduanda em Engenharia de Alimentos - Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

³ Doutor em Administração Pública - Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)

Revista Gepesvida

partir de uma perspectiva complexa e integradora. Este artigo propõe uma reflexão crítica sobre os avanços e limitações da gestão ambiental, tendo como base teórica os pensamentos de Edgar Morin e Fritjof Capra, além de contribuições científicas recentes que expandem o debate sobre sustentabilidade, circularidade e resiliência organizacional.

Nessa perspectiva, a urgência de tais reflexões transcende a esfera puramente técnica ou gerencial, adentrando o cerne das discussões sobre a qualidade de vida e o bem-estar das presentes e futuras gerações. A gestão ambiental, quando compreendida sistemicamente, revela-se não apenas como um instrumento de mitigação de impactos ou de busca por eficiência, mas como um pilar fundamental para a construção de sociedades mais justas, saudáveis e resilientes. Reconhece-se, assim, a interconexão indissociável entre os sistemas ecológicos e os sistemas sociais, onde a saúde de um reverbera diretamente na vitalidade do outro, em plena consonância com a própria 'teia da vida' descrita por Capra (2004) e com a necessidade de uma ética da responsabilidade socioambiental que permeie todas as ações humanas.

A necessidade de abordagens integradas é evidenciada pela multiplicidade de desafios que permeiam o cenário atual, como o esgotamento de recursos naturais, a crise climática e a pressão por modelos econômicos mais justos e regenerativos. Nesse contexto, a logística verde surge como um mecanismo fundamental de transição, permitindo a reestruturação de cadeias produtivas com foco em eficiência energética, redução de resíduos e mitigação de impactos ambientais negativos (OLIVEIRA et al., 2023).

Além disso, estratégias como a logística reversa e o *marketing* verde vêm sendo incorporadas nas práticas empresariais como formas de agregar valor socioambiental, ao mesmo tempo em que respondem às exigências de consumidores e reguladores mais atentos às externalidades das atividades produtivas (SILVA et al., 2023). Tais ações, quando articuladas a modelos de economia circular, possibilitam a ressignificação dos fluxos de materiais, priorizando o reuso, a reciclagem e a remanufatura, como demonstram os estudos de MACHADO, RICHTER e FIGUERAS (2023) sobre políticas de retomada verde.

A integração entre gestão de resíduos, economia circular e eficiência logística torna-se ainda mais significativa em cadeias produtivas complexas, onde o uso de indicadores sustentáveis pode orientar a tomada de decisão e alinhar a governança ambiental aos princípios da sustentabilidade (SANTOS et al., 2023). Nesse sentido, estudos de caso como o de SILVA et al. (2023) demonstram que iniciativas baseadas na reutilização de materiais abrasivos, mediadas por logística reversa, podem contribuir para práticas industriais mais circulares e sustentáveis.

Portanto, refletir sobre a gestão ambiental contemporânea exige reconhecer sua interdependência com outros domínios do conhecimento e da prática organizacional. Trata-se não apenas de cumprir normas, mas de transformar sistemas produtivos a partir de uma ética ecológica, sistêmica e transdisciplinar, em consonância com o pensamento de Morin (2000) e Capra (2004).

2. EVOLUÇÃO DA GESTÃO AMBIENTAL

A trajetória da gestão ambiental confunde-se com a própria conscientização da humanidade acerca dos limites planetários e dos impactos da atividade econômica sobre os sistemas naturais. Internacionalmente, marcos como a Conferência de Estocolmo em

Revista Gepesvida

1972 e, posteriormente, o Relatório Brundtland em 1987 e a Rio-92, foram cruciais para consolidar a pauta ambiental nas agendas governamentais e corporativas. No Brasil, essa evolução refletiu-se na promulgação da Política Nacional do Meio Ambiente (Lei nº 6.938/81), um divisor de águas que instituiu instrumentos como o licenciamento ambiental e a Avaliação de Impacto Ambiental (AIA), internalizando a variável ambiental no planejamento de atividades potencialmente poluidoras. Inicialmente, contudo, predominava uma visão reativa, focada na correção de danos e no controle da poluição 'fim de tubo'. Foi somente com o avanço da discussão sobre desenvolvimento sustentável e com a crescente pressão social e regulatória que a gestão ambiental começou a transitar para uma concepção mais proativa e integrada aos processos decisórios, como se observa na sua sugestão original sobre a passagem de uma abordagem corretiva para uma postura preventiva e estratégica, e na posterior adoção de normas de gestão como a ISO 14001.

A gestão ambiental passou por uma notável evolução nas últimas décadas, saindo de uma abordagem corretiva para uma postura preventiva e estratégica (Barbieri, 2011). A institucionalização de normas como a ISO 14001 e instrumentos como o EIA/RIMA marcaram avanços significativos, mas tragédias como Mariana e Brumadinho evidenciam que ainda há um longo caminho a percorrer. Morin (2000) propõe uma abordagem transdisciplinar para compreender os fenômenos ambientais, superando a fragmentação disciplinar e promovendo uma visão holística dos problemas socioambientais.

O rompimento da barragem B1 da Mina Córrego do Feijão em Brumadinho (MG), ocorrido em janeiro de 2019, não apenas ceifou centenas de vidas e causou um desastre socioambiental de proporções vastas, mas também expôs, de forma dramática, as fragilidades persistentes na fiscalização e na gestão de riscos da atividade minerária no país. Embora a Agência Nacional de Mineração (ANM) já tivesse sido criada em 2017 (Lei nº 13.575/2017), substituindo o antigo Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) com a atribuição de regular e fiscalizar o setor, o desastre intensificou a pressão por respostas regulatórias mais robustas. Uma das principais consequências legislativas foi a alteração da Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB - Lei nº 12.334/2010) pela Lei nº 14.066/2020.

Esta nova lei tornou mais rigorosas as exigências de segurança, proibiu a construção de barragens a montante – tecnologia utilizada em Brumadinho –, estabeleceu a obrigatoriedade de descaracterização das estruturas existentes com essa técnica e aumentou o valor das multas por infrações. Adicionalmente, a ANM intensificou a regulamentação infralegal, com resoluções que detalham, por exemplo, os procedimentos para o descomissionamento de barragens e para o aproveitamento de rejeitos e estéréis, buscando alinhar-se, ao menos em tese, a uma lógica de economia circular no setor. Contudo, a efetividade dessas medidas e a capacidade de fiscalização da ANM continuam sendo objeto de debate e escrutínio pela sociedade civil e por especialistas, especialmente frente à complexidade e à dimensão continental da atividade minerária no Brasil.

Tais eventos catastróficos, para além dos irreparáveis danos ecológicos, expuseram de forma contundente as consequências diretas de uma gestão ambiental deficiente sobre a saúde pública, a segurança e a integridade dos sistemas sociais, intensificando a demanda por modelos que internalizem a responsabilidade pela vida em todas as suas dimensões.

A evolução da gestão ambiental está intrinsecamente ligada ao amadurecimento da consciência ecológica e à pressão social por práticas empresariais mais transparentes e sustentáveis. Inicialmente focada em medidas paliativas, a gestão ambiental moderna passou a incorporar ferramentas de planejamento estratégico, indicadores de desempenho

Revista Gepesvida

e políticas de responsabilidade socioambiental. Esse movimento ampliou-se com a introdução de sistemas de certificação ambiental e a valorização de conceitos como produção limpa, logística verde e economia circular. No entanto, conforme aponta Oliveira et al. (2021), ainda há barreiras culturais e operacionais para a efetiva incorporação dessas práticas, principalmente em setores industriais com estruturas logísticas mais tradicionais.

A literatura recente mostra que a incorporação da logística verde representa uma das principais transformações no campo da gestão ambiental. Tal conceito deixa de ser apenas uma inovação operacional e passa a compor uma estratégia de diferenciação, ao mesmo tempo em que responde às demandas por maior eficiência e redução de impactos. Silva et al. (2023) defendem que a logística verde, ao articular reuso, reciclagem e racionalização de fluxos, contribui significativamente para a resiliência das organizações e para o alcance de metas ambientais mais ambiciosas. Essa mudança aponta para uma gestão ambiental que ultrapassa os limites do *compliance* e assume um papel protagonista na transição ecológica das empresas.

Outro aspecto relevante na evolução da gestão ambiental está na ampliação do escopo de atuação das empresas por meio da logística reversa e da responsabilidade pós-consumo. Como destacam Santos et al. (2023), essa nova abordagem pressupõe uma reconfiguração dos sistemas produtivos para garantir que os resíduos retornem ao ciclo produtivo, minimizando a extração de novos recursos. A adoção de modelos circulares exige planejamento colaborativo entre diferentes elos da cadeia de suprimentos e um compromisso ético com a minimização dos danos ambientais. Dessa forma, a gestão ambiental contemporânea começa a ser desenhada a partir de um ecossistema de relações interdependentes, alinhado à complexidade dos sistemas vivos descrita por Capra (2004).

A evolução da gestão ambiental também passa pela necessidade de articular políticas públicas, inovação tecnológica e práticas educativas. Machado, Richter e Figueras (2023) ressaltam que estratégias de retomada verde pós-crise devem contemplar tanto incentivos regulatórios quanto o fortalecimento de culturas organizacionais orientadas à sustentabilidade. Esse processo exige a superação de dicotomias entre economia e ecologia, produtividade e preservação, eficiência e equidade. Ao propor uma integração genuína entre os diferentes campos do saber e setores produtivos, a gestão ambiental contemporânea se apresenta como uma ferramenta essencial para o redesenho de uma sociedade mais justa e resiliente.

No cenário contemporâneo da evolução dos instrumentos de gestão ambiental no Brasil, um dos debates mais candentes e controversos gira em torno da proposta de uma nova Lei Geral do Licenciamento Ambiental. O Projeto de Lei nº 2159/2021, que busca estabelecer um novo marco regulatório para o licenciamento de atividades e empreendimentos no país, foi aprovado com emendas pelo Senado Federal em maio de 2025, retornando para nova apreciação da Câmara dos Deputados. A proposta é defendida por setores que argumentam a necessidade de modernizar, agilizar e conferir maior segurança jurídica aos processos de licenciamento, potencialmente destravando investimentos. Entre as alterações propostas, destacam-se a criação de modalidades simplificadas de licenciamento, como a Licença por Adesão e Compromisso (LAC) para atividades de baixo impacto e a Licença Ambiental Especial (LAE) para projetos considerados estratégicos pelo Poder Executivo. Por outro lado, o PL 2159/2021 tem sido alvo de intensas críticas por parte de ambientalistas, organizações da sociedade civil e do próprio Ministério do Meio Ambiente, que alertam para o risco de um significativo retrocesso na proteção ambiental. Argumenta-se que a flexibilização excessiva dos ritos,

a dispensa de licenciamento para certas atividades e a potencial redução da participação social e do rigor técnico nas análises podem fragilizar a prevenção de danos ambientais, aumentar o desmatamento e os conflitos socioambientais, representando um 'desmonte' da legislação protetiva vigente. A tramitação e os desdobramentos desse projeto de lei são, portanto, um termômetro crucial das tensões entre desenvolvimento econômico e conservação ambiental no Brasil, e seus resultados terão profundas implicações para a gestão ambiental sistêmica e para o futuro da sustentabilidade no país.

3. ECONOMIA CIRCULAR, SUSTENTABILIDADE E SERVITIZAÇÃO

A economia circular propõe a transição do modelo linear para um sistema regenerativo, no qual produtos e materiais mantêm seu valor por mais tempo. Kirchherr et al. (2023) e Doni et al. (2023) destacam que a economia circular deve ser acompanhada de uma lógica de servitização, substituindo a posse pelo acesso, como forma de reduzir impactos ambientais e promover inovação. Esses conceitos convergem com os princípios da sustentabilidade, promovendo eficiência e equidade.

Ademais, a servitização, ao priorizar o acesso a funcionalidades sobre a posse de bens, apresenta um potencial notável para a promoção da equidade social. Essa abordagem pode ampliar o alcance de serviços e tecnologias essenciais a uma parcela maior da população, fomentando modelos de negócio mais inclusivos e menos dependentes da extração intensiva de recursos. Contudo, no cenário brasileiro entre 2021 e 2025, não se observaram políticas públicas federais explicitamente desenhadas para a promoção direta da servitização. Apesar dessa lacuna, iniciativas de estímulo à inovação, à economia digital e a modelos de negócio sustentáveis podem, indiretamente, cultivar um ambiente propício ao desenvolvimento de soluções que privilegiam o uso em detrimento da propriedade, alinhando-se aos preceitos da economia circular e da otimização de recursos, conforme discutido por Kirchherr et al. (2023) e Doni et al. (2023).

A economia circular vem ganhando destaque como um modelo alternativo ao sistema linear tradicional de “extrair, produzir, descartar”, propondo um ciclo contínuo de uso, reaproveitamento e reintegração dos recursos nos processos produtivos. Essa abordagem representa uma mudança paradigmática que exige, não apenas inovações tecnológicas, mas uma reestruturação sistêmica das cadeias de produção e consumo. Segundo Machado, Richter e Figueras (2023), a economia circular contribui para a chamada “retomada verde”, ao articular crescimento econômico com redução de impactos ambientais, eficiência no uso de recursos e inclusão social. Essa lógica se insere em uma visão holística de mundo, em consonância com o pensamento de Capra (2004), que compreende os sistemas vivos como redes interdependentes que precisam ser regeneradas e mantidas em equilíbrio.

No Brasil, o período entre 2021 e 2025 evidenciou um crescente reconhecimento da importância da transição para uma economia circular, refletido em diversas propostas e algumas iniciativas concretas, embora um marco legal nacional abrangente ainda esteja em maturação. Destaca-se, por exemplo, a elaboração e o debate em torno da Estratégia Nacional de Economia Circular, que busca coordenar ações e políticas públicas para promover a circularidade em diversos setores produtivos. Embora a estratégia em si não seja uma lei, sua concepção e as consultas públicas realizadas sinalizam uma movimentação política para internalizar os princípios da economia circular no

Revista Gepesvida

planejamento governamental. Adicionalmente, o Plano Nacional de Resíduos Sólidos (Planares), atualizado e aprovado por decreto em 2022 (Decreto nº 11.043/2022), estabelece metas e diretrizes para a gestão de resíduos sólidos no país para os próximos 20 anos, incluindo o fomento à reciclagem, à logística reversa e à redução da geração de resíduos, elementos intrinsecamente ligados à economia circular. Estas iniciativas, ainda que em diferentes estágios de implementação e com desafios próprios, apontam para um esforço de alinhamento das políticas públicas com os preceitos da sustentabilidade e da circularidade.

A plena concretização dos princípios da economia circular e da servitização, sob esta ótica capraniana, demanda o que o autor caracteriza como 'alfabetização ecológica' (Capra, 2004). Tal alfabetização implica em fomentar uma compreensão profunda dos princípios de organização que os ecossistemas desenvolveram para sustentar a vida – como as redes de interdependência, os ciclos de materiais e energia, a flexibilidade adaptativa e a valorização da diversidade. Internalizar esses princípios nas estratégias empresariais e nos modelos de negócio não se resume a uma questão de inovação tecnológica isolada, mas representa uma reorientação paradigmática fundamental. As organizações passam a ser vistas como sistemas vivos, intrinsecamente conectados e dependentes de sistemas sociais e ecológicos maiores, onde a sustentabilidade e a circularidade emergem não como metas externas, mas como propriedades inerentes a uma gestão alinhada aos padrões da natureza e à complexidade do real, como preconizado por Morin (2000).

Em paralelo aos planos estratégicos, o debate legislativo também buscou avançar em temas correlatos. Por exemplo, discussões sobre a responsabilidade estendida do produtor (REP) para diversos setores continuaram a evoluir, visando aprimorar os sistemas de logística reversa e incentivar o design de produtos mais sustentáveis e recicláveis. No âmbito de propostas legislativas, tramitaram no Congresso Nacional projetos de lei com foco em incentivos para a indústria da reciclagem, na gestão de resíduos específicos (como os eletroeletrônicos e plásticos de uso único) e na promoção de compras públicas sustentáveis, que podem alavancar a demanda por produtos e serviços circulares. Um exemplo é o Projeto de Lei nº 1.874/2022, que institui a Política Nacional de Economia Circular, ainda em tramitação. Embora a sanção de uma lei federal unificada e robusta sobre economia circular não tenha se concretizado integralmente até meados de 2025, essas movimentações legislativas e as políticas setoriais indicam uma crescente pressão e conscientização sobre a necessidade de se abandonar o modelo linear. A efetivação dessas propostas, contudo, depende de contínuo engajamento político e da superação de barreiras econômicas e culturais, demandando uma governança que, em consonância com Morin (2000), seja capaz de lidar com a complexidade e as interdependências sistêmicas.

Inserida nesse contexto, a logística verde desempenha papel fundamental na operacionalização dos princípios da circularidade. Trata-se de uma abordagem que visa otimizar os fluxos logísticos com foco na redução de emissões, consumo de energia, uso de embalagens e geração de resíduos. Conforme Silva et al. (2023), práticas de logística verde, como o planejamento sustentável de rotas, o uso de modais menos poluentes e a adoção de tecnologias limpas, são cada vez mais valorizadas por consumidores e investidores, tornando-se diferencial estratégico. A visão sistêmica é essencial aqui: não basta melhorar apenas etapas isoladas, é preciso redesenhar toda a cadeia de suprimentos para garantir que os elos estejam integrados sob um propósito comum de sustentabilidade.

A logística verde tem papel central na redução dos impactos ambientais ao longo

da cadeia de suprimentos. Estratégias como logística reversa, uso de modais sustentáveis e planejamento de rotas inteligentes são fundamentais para diminuir emissões e resíduos (Srivastava, 2007; Bosona, 2020). Em paralelo, a gestão eficiente de resíduos sólidos urbanos tornou-se ainda mais desafiadora com a pandemia de Covid-19, exigindo revisão de políticas públicas e práticas institucionais (Penteado e Castro, 2021).

A logística reversa é um componente-chave dessa transformação, permitindo que produtos, embalagens e materiais retornem ao ciclo produtivo após seu uso. Oliveira et al. (2021) afirmam que essa prática é um dos pilares da economia circular nas empresas, uma vez que contribui para a redução de impactos ambientais e para a criação de valor em todas as fases do ciclo de vida do produto. Além disso, possibilita a responsabilização dos agentes econômicos por toda a cadeia, reforçando a necessidade de cooperação entre fabricantes, consumidores, recicladores e o poder público. A interdependência entre esses atores destaca a necessidade de uma abordagem transdisciplinar e cooperativa, como propõe Morin (2000), para enfrentar a complexidade dos desafios ambientais contemporâneos.

Sob essa ótica sistêmica, a integração entre economia circular e logística verde não deve ser vista como um conjunto de práticas pontuais, mas como um redesenho estrutural das formas de produzir, distribuir e consumir. Santos et al. (2023) ressaltam que a transição para cadeias produtivas mais sustentáveis requer a ruptura com o pensamento linear fragmentado, sendo necessário adotar um novo modelo mental baseado na circularidade, na responsabilidade compartilhada e na regeneração dos ecossistemas. Ao conectar essas práticas com o pensamento complexo, percebe-se que uma gestão ambiental eficaz deve considerar os múltiplos níveis de interação entre natureza, sociedade e economia, promovendo uma visão integrada da sustentabilidade.

A ampliação do escopo de atuação das empresas por meio da logística reversa e da responsabilidade pós-consumo reflete não apenas uma necessidade técnica para a circularidade dos materiais, mas também um imperativo ético fundamental. Trata-se de reconhecer e assumir a responsabilidade pelas consequências socioambientais dos produtos ao longo de todo o seu ciclo de vida, desde a extração de recursos até o descarte final, promovendo uma cultura de cuidado e de justiça intergeracional.

Autores como Morin (2000) e Capra (2004) argumentam que o pensamento complexo é essencial para lidar com os desafios da sustentabilidade. A fragmentação do saber compromete a capacidade de resposta diante de problemas interconectados, como as mudanças climáticas, a desigualdade social e a perda de biodiversidade. Uma abordagem sistêmica articula ciência, ética e política pública, abrindo caminho para soluções mais integradas e justas.

4. INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS E MODELOS COLABORATIVOS NA GESTÃO AMBIENTAL SISTÊMICA

A integração de tecnologias emergentes, como inteligência artificial (IA) e aprendizado de máquina (ML), tem desempenhado um papel significativo na promoção da economia circular e na gestão ambiental. Um estudo de All Noman et al. (2022) destaca como essas tecnologias auxiliam na otimização de processos de reciclagem, logística reversa e gestão de resíduos, contribuindo para a eficiência e sustentabilidade das cadeias produtivas. Essas ferramentas tecnológicas permitem uma análise mais precisa dos fluxos

Revista Gepesvida

de materiais e facilitam a tomada de decisões estratégicas alinhadas aos princípios da economia circular.

Além das inovações tecnológicas, modelos colaborativos como a simbiose industrial têm se mostrado eficazes na promoção de práticas sustentáveis. Raimbault et al. (2020) desenvolveram um modelo baseado em agentes para simular e otimizar sistemas ecoindustriais interconectados, evidenciando que a colaboração entre diferentes atores industriais pode maximizar o valor econômico e minimizar os impactos ambientais. Essa abordagem sistêmica reforça a importância de redes colaborativas na implementação de estratégias de sustentabilidade.

Esses modelos colaborativos, como a simbiose industrial, transcendem a mera otimização de recursos, pois também fomentam o desenvolvimento de capital social, a confiança mútua e a aprendizagem coletiva entre os diferentes atores. Tais processos são fundamentais para a construção de 'comunidades de prática' orientadas à sustentabilidade e para o fortalecimento da resiliência dos sistemas socioecológicos frente aos desafios complexos, em linha com a compreensão de que os sistemas vivos prosperam por meio de redes de cooperação (Capra, 2004).

Contudo, para que tais inovações tecnológicas e modelos colaborativos floresçam e gerem os benefícios socioambientais esperados, é crucial reconhecer os desafios inerentes à sua implementação, especialmente em contextos de acentuada desigualdade social e de racionalidade econômica predominantemente linear. A superação dessas barreiras não depende apenas de avanços técnicos, mas também de um forte investimento em capital social, na construção de confiança entre os atores e no desenvolvimento de arranjos institucionais que incentivem a cooperação e a internalização das externalidades. É aqui que a perspectiva sistêmica e a ética da complexidade de Morin (2000) se mostram particularmente relevantes, orientando para a necessidade de abordagens participativas e adaptativas, capazes de lidar com a incerteza e de promover soluções contextualmente apropriadas e socialmente justas.

A adoção de mecanismos de mercado, como o sistema de *cap-and-trade*, também tem sido explorada como uma estratégia para incentivar práticas sustentáveis nas cadeias de suprimentos. Mirzaee et al. (2022) propuseram um modelo de otimização robusta para seleção de fornecedores verdes e alocação de pedidos em cadeias de suprimentos fechadas, considerando as restrições de emissões impostas pelo mesmo sistema.

Os resultados indicam que tais mecanismos podem efetivamente alinhar objetivos econômicos e ambientais, promovendo uma gestão ambiental mais integrada e eficiente. Essas inovações tecnológicas e modelos colaborativos evidenciam a necessidade de uma abordagem sistêmica na gestão ambiental contemporânea. Ao integrar tecnologias avançadas, colaboração interorganizacional e mecanismos de mercado, as organizações podem desenvolver estratégias mais eficazes para enfrentar os desafios ambientais atuais e futuros.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A gestão ambiental contemporânea exige um salto qualitativo rumo à complexidade, à ética e à inovação. Este artigo argumenta que é preciso superar o tecnicismo e o reducionismo que ainda predominam em muitas organizações. Ao integrar práticas de economia circular, servitização, logística verde e certificações com uma abordagem sistêmica, torna-se possível construir caminhos reais para a sustentabilidade.

Revista Gepesvida

Essa visão ultrapassa a mera conformidade normativa, promovendo uma integração efetiva entre as dimensões ambiental, econômica e social. Neste caso, a sustentabilidade só pode ser alcançada por meio de abordagens sistêmicas, que conectem economia circular, logística verde e servitização, reconhecendo a interdependência entre os diversos atores e processos envolvidos. Essa visão integrada possibilita a construção de cadeias produtivas resilientes, inovadoras e alinhadas com os desafios ecológicos globais.

Além disso, a incorporação de tecnologias emergentes, como inteligência artificial e modelos colaborativos, surge como um importante vetor para otimizar recursos, promover a simbiose industrial e fortalecer mecanismos de mercado orientados à sustentabilidade. A convergência entre inovação tecnológica e colaboração interorganizacional reforça o caráter dinâmico e multifacetado da gestão ambiental, exigindo das organizações um compromisso contínuo com a ética, a transparência e a inovação. Tal postura é fundamental para assegurar a viabilidade econômica e a justiça ambiental nas próximas décadas.

Por fim, é imprescindível reconhecer que a transição para modelos sustentáveis não é apenas técnica, mas profundamente cultural e ética. A superação do tecnicismo e do reducionismo exige um esforço coletivo para reformular paradigmas organizacionais e sociais, em consonância com o pensamento complexo proposto por Morin e Capra. Somente assim será possível estabelecer uma gestão ambiental verdadeiramente transformadora, capaz de garantir o equilíbrio dos sistemas vivos e o bem-estar das futuras gerações.

Por fim, é imprescindível reconhecer que a transição para modelos sustentáveis não é apenas técnica, mas profundamente cultural e ética. A superação do tecnicismo e do reducionismo exige um esforço coletivo para reformular paradigmas organizacionais e sociais, em consonância com o pensamento complexo proposto por Morin e Capra. Somente assim será possível estabelecer uma gestão ambiental verdadeiramente transformadora, capaz de garantir o equilíbrio dos sistemas vivos e o bem-estar das futuras gerações.

REFERÊNCIAS

AHI, P.; SEARCY, C. A comparative literature analysis of definitions for green and sustainable supply chain management. *Journal of Cleaner Production*, v. 52, p. 329–341, 2013.

ALL NOMAN, M. et al. Application of artificial intelligence and machine learning for circular economy and waste management: A review. **arXiv preprint arXiv:2205.01042**, 2022. Disponível em: <https://arxiv.org/pdf/2205.01042>. Acesso em: 22 maio 2025.

BARBIERI, J. C. *Gestão Ambiental Empresarial: conceitos, modelos e instrumentos*. São Paulo: Saraiva, 2011.

BOSONA, T. Urban Freight Last Mile Logistics—Challenges and Opportunities to Improve Sustainability: A Literature Review. *Sustainability*, v. 12, n. 21, 2020.

Revista Gepesvida

CAPRA, F. *A teia da vida: uma nova compreensão científica dos sistemas vivos*. São Paulo: Cultrix, 2004.

DONI, F. et al. Circular business models and servitization: insights for sustainable transitions. *Sustainability*, 2023.

HERAS-SAIZARBITORIA, I. et al. Environmental management certification and environmental performance: Greening or greenwashing? *Business Strategy and the Environment*, v. 29, n. 6, p. 2829–2841, 2020.

KIRCHHERR, J. et al. Towards a theory of circular economy: Recent developments. *Journal of Cleaner Production*, v. 340, 2023.

MALEK, J.; DESAI, T. A systematic literature review to map literature focus of sustainable manufacturing. *Journal of Cleaner Production*, v. 256, 2020.

MIRZAEI, M. et al. Robust optimization for green supplier selection and order allocation in closed-loop supply chains under cap-and-trade regulations. **arXiv preprint arXiv:2208.02926**, 2022. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2208.02926>. Acesso em: 22 maio 2025.

MORIN, E. *A cabeça bem-feita: repensar a reforma, reformar o pensamento*. 9. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000.

NOWICKI, P. et al. Credibility of certified environmental management systems

RAIMBAULT, M. et al. Agent-based modeling for industrial symbiosis networks: Simulation and optimization of eco-industrial systems. **arXiv preprint arXiv:2003.14133**, 2020. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2003.14133>. Acesso em: 22 maio 2025.

OLIVEIRA, A. N. C.; MELO, J. C.; TEIXEIRA, C. R. B.; MOYA, M. T. M. **Logística verde: um novo mecanismo de sustentabilidade ambiental no sistema operacional das empresas**. *Revista Fatec Sertãozinho*, v. 1, n. 3, p. 65–77, 2021. Disponível em: <https://publicacoes.fatecsertaozinho.edu.br/sitefa/article/view/78>. Acesso em: 16 maio 2025.

SILVA, E. C. da; SANTOS, L. B. A. dos; GARCIA, C. A. de M.; FARINAZZO, K. A. de C. **Logística reversa e marketing verde aplicado nas embalagens sustentáveis**. *Revista de Logística da FECAP*, v. 10, n. 1, p. 38–55, 2023. Disponível em: <https://editorarevistas.mackenzie.br/index.php/LOGS/article/view/15007>. Acesso em: 16 maio 2025.

SANTOS, J. da S.; BORTOLON, K. M.; CHIROLI, D. M. G.; OIKO, O. T. **Logística verde: conceituação e direcionamentos para aplicação**. *Revista de Gestão e Tecnologia*, v. 13, n. 2, p. 1–17, 2023. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/index.php/reget/article/view/15912>. Acesso em: 16 maio

Revista Gepesvida

2025.

MACHADO, A. B.; RICHTER, M. F.; FIGUERAS, L. V. de F.

Sustentabilidade e economia circular: implicações para retomada verde. *Revista*

Panorâmica, v. 3, n. 1, p. 91–107, 2023. Disponível em:

<https://periodicoscientificos.ufmt.br/revistapanoramica/index.php/revistapanoramica/article/view/1424>. Acesso em: 16 maio 2025.

SILVA, G. F. da; ANJOS, J. P. D. dos; SEDDIO, L. H. B.; ANCELI, D. B. D.

Logística reversa e reutilização de materiais abrasivos: estudo de caso sobre economia circular e sustentabilidade. *Revista Engetec*, v. 10, n. 1, p. 14–25, 2023.

Disponível em: https://revista.fateczl.edu.br/index.php/engetec_revista/article/view/301.

Acesso em: 16 maio 2025.

Enviado em 11-03-25

Aceito em 22-05-25