

Biodiversidade e atividade empresarial: avaliação de impactos e estratégias de compensação ambiental.

Biodiversity and business activity: impact assessment and environmental compensation strategies.

Biodiversidad y actividad empresarial: evaluación de impactos y estrategias de compensación ambiental.

Zacarias Samba dos Santos¹

RESUMO

A crescente pressão das atividades empresariais sobre a biodiversidade tem intensificado o debate sobre os seus impactos ecológicos e a eficácia das estratégias de mitigação e compensação ambiental. O presente artigo tem como objetivo analisar criticamente, com base na literatura, os impactos das atividades empresariais sobre a biodiversidade e a eficácia das estratégias de compensação ambiental utilizadas para mitigar esses impactos. Trata-se de uma revisão bibliográfica de natureza qualitativa, baseada na análise de literatura científica recente. Os resultados evidenciam que os impactos empresariais sobre a biodiversidade são amplos, cumulativos e frequentemente indiretos, destacando-se a alteração do uso do solo, a exploração de recursos naturais e os efeitos das cadeias globais de valor. Verifica-se ainda que as metodologias de avaliação apresentam limitações significativas em termos de padronização e mensuração da biodiversidade. As estratégias de compensação ambiental, embora relevantes, mostram eficácia limitada devido a desafios de equivalência ecológica, desfasamento temporal e fragilidades institucionais. Conclui-se que a gestão da biodiversidade requer uma abordagem integrada e preventiva, com maior incorporação da biodiversidade

¹ Doutor em Ciências Empresariais
Instituição: Instituto Politécnico de Saurimo. Universidade
Lueji Ankonde
zacassantos@gmail.com.
ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-0116-7115>

nos modelos de gestão empresarial e redução da dependência de mecanismos compensatórios.

Palavras-chave: biodiversidade; empresas; impactos ambientais; compensação ambiental; gestão ambiental.

ABSTRACT

The growing pressure of business activities on biodiversity has intensified the debate on their ecological impacts and the effectiveness of mitigation and environmental compensation strategies. This article aims to critically analyze, based on the literature, the impacts of business activities on biodiversity and the effectiveness of environmental compensation strategies used to mitigate these impacts. It is a qualitative literature review based on the analysis of recent scientific publications. The results show that business impacts on biodiversity are broad, cumulative, and often indirect, with particular emphasis on land-use change, natural resource exploitation, and global supply chain effects. It is also found that assessment methodologies present significant limitations in terms of standardization and biodiversity measurement. Environmental compensation strategies, although relevant, show limited effectiveness due to challenges related to ecological equivalence, temporal lag, and institutional weaknesses. It is concluded that biodiversity management requires an integrated and preventive approach, with greater incorporation of biodiversity into business management models and reduced reliance on compensatory mechanisms.

Keywords: biodiversity; business; environmental impacts; environmental compensation; environmental management.

RESUMEN

La creciente presión de las actividades empresariales sobre la biodiversidad ha intensificado el debate sobre sus impactos ecológicos y la eficacia de las estrategias de mitigación y compensación ambiental. El presente artículo tiene como objetivo analizar críticamente, con base en la literatura, los impactos de las actividades empresariales sobre la biodiversidad y la eficacia de las estrategias de compensación ambiental utilizadas para mitigar dichos impactos. Se trata de una revisión bibliográfica de naturaleza cualitativa, basada en el análisis de literatura científica reciente. Los resultados evidencian que los impactos empresariales sobre la biodiversidad son amplios, acumulativos y frecuentemente indirectos, destacándose la alteración del uso del suelo, la explotación de recursos naturales y los efectos de las cadenas globales de valor. Asimismo, se observa que las metodologías de evaluación presentan limitaciones significativas en términos de estandarización y medición de la biodiversidad. Las estrategias de compensación ambiental, aunque relevantes, muestran una eficacia limitada debido a desafíos de equivalencia ecológica, desfase temporal y debilidades institucionales. Se concluye que la gestión de la biodiversidad requiere un enfoque integrado y preventivo, con una mayor

incorporación de la biodiversidad en los modelos de gestión empresarial y una reducción de la dependencia de mecanismos compensatorios.

Palabras clave: biodiversidad; empresas; impactos ambientales; compensación ambiental; gestión ambiental.

1. INTRODUÇÃO

A intensificação das atividades empresariais nas últimas décadas tem sido identificada como um dos principais motores da degradação da biodiversidade em escala global, afetando diretamente a integridade dos ecossistemas e a provisão de serviços ambientais essenciais (IPBES, 2019). Este processo está intrinsecamente associado à expansão de setores como mineração, agricultura intensiva, energia e infraestruturas, cujas operações implicam alterações no uso do solo, fragmentação de habitats e perda de espécies.

Paralelamente, observa-se uma mudança paradigmática na forma como a biodiversidade é percebida no contexto económico. Tradicionalmente tratada como uma externalidade, a biodiversidade passou a ser reconhecida como um ativo crítico para a sustentabilidade dos sistemas produtivos e para a estabilidade dos mercados (Dasgupta, 2021). Nesse sentido, a incorporação do capital natural nas análises económicas e na gestão empresarial tem vindo a ganhar relevância, impulsionada por iniciativas internacionais que procuram integrar riscos ambientais nos processos de tomada de decisão.

Neste contexto, instrumentos como as recomendações do TNFD (2023) e os relatórios da OECD (2023) têm reforçado a necessidade de as empresas identificarem, avaliarem e divulgarem os seus impactos e dependências em relação à biodiversidade. No entanto, apesar desses avanços institucionais, a literatura recente evidencia limitações significativas na capacidade das organizações para medir e reportar tais impactos de forma consistente, comparável e cientificamente robusta.

Uma das principais dificuldades reside na ausência de metodologias padronizadas para a avaliação de impactos sobre a biodiversidade, especialmente quando se consideram efeitos indiretos, cumulativos e de longo prazo. Estudos recentes apontam que, mesmo em contextos onde existem mecanismos de reporte ambiental, a qualidade da informação divulgada pelas

empresas permanece heterogénea e, em muitos casos, insuficiente para suportar decisões estratégicas eficazes (Bassen et al., 2024). Essa lacuna compromete não apenas a transparência corporativa, mas também a eficácia das políticas públicas e dos instrumentos de regulação ambiental.

Face à persistência dos impactos negativos, as estratégias de compensação ambiental têm sido amplamente promovidas como instrumentos capazes de equilibrar os efeitos das atividades económicas, com base em princípios como “no net loss” ou “net gain” de biodiversidade. No entanto, a evidência científica mais recente questiona a eficácia desses mecanismos. Revisões atualizadas indicam que os offsets de biodiversidade frequentemente falham em alcançar resultados ecológicos equivalentes aos impactos gerados, devido a limitações associadas à mensuração, à equivalência ecológica e à implementação a longo prazo (Maron et al., 2025; Souza et al., 2023).

Adicionalmente, a literatura contemporânea destaca que a perda de biodiversidade já não deve ser interpretada apenas como um problema ambiental, mas também como um risco económico sistémico. Estudos recentes demonstram que a degradação dos ecossistemas pode afetar cadeias de valor, aumentar custos operacionais e influenciar decisões de investimento, consolidando a biodiversidade como um fator relevante no contexto das finanças sustentáveis e da gestão de riscos corporativos (Yueyang, 2025).

Diante deste cenário, emerge uma problemática central: em que medida as empresas conseguem avaliar de forma rigorosa os seus impactos sobre a biodiversidade e até que ponto as estratégias de compensação ambiental adotadas são efetivamente capazes de mitigar esses impactos?

Objetivo Geral:

Analisar criticamente, com base na literatura, os impactos das atividades empresariais sobre a biodiversidade e a eficácia das estratégias de compensação ambiental utilizadas para mitigar esses impactos.

Objetivos Específicos:

- Identificar os principais impactos das atividades empresariais sobre a biodiversidade;

- Examinar as metodologias e ferramentas utilizadas na avaliação desses impactos;
- Analisar as abordagens de compensação ambiental, com ênfase nos mecanismos de biodiversity offsets;
- Avaliar a eficácia ecológica e económica dessas estratégias à luz de evidências recentes;
- Identificar limitações, desafios e tendências na integração da biodiversidade na gestão empresarial.

2. METODOLOGIA

2.1. Tipo de pesquisa e abordagem metodológica .

O presente estudo caracteriza-se como uma revisão bibliográfica de natureza qualitativa e exploratória, orientada para a análise crítica da literatura científica e institucional sobre a relação entre biodiversidade e atividade empresarial, com ênfase na avaliação de impactos e nas estratégias de compensação ambiental.

A opção por uma revisão bibliográfica justifica-se pela necessidade de sistematizar e integrar o conhecimento existente sobre o tema, identificar lacunas teóricas e empíricas, bem como analisar tendências recentes no âmbito da gestão empresarial da biodiversidade. Este tipo de abordagem é amplamente utilizado em estudos que visam consolidar o estado da arte e apoiar a formulação de agendas de investigação futura.

2.2. Técnicas de análise dos dados.

A análise dos dados foi realizada através de análise de conteúdo qualitativa, permitindo:

- Identificar categorias temáticas recorrentes;
- Comparar abordagens metodológicas utilizadas na literatura;
- Avaliar convergências e divergências entre os estudos;
- Sintetizar evidências relativas à eficácia das estratégias de compensação ambiental.

As categorias analíticas principais incluíram:

- impactos empresariais sobre a biodiversidade;
- metodologias de avaliação ambiental;
- mecanismos de compensação (offsets);
- integração da biodiversidade na gestão empresarial.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1. Impactos das atividades empresariais sobre a biodiversidade.

A biodiversidade tem sido progressivamente afetada pela intensificação das atividades empresariais, particularmente em setores como a agricultura, mineração, energia e desenvolvimento de infraestruturas. Estes setores constituem importantes motores de crescimento económico, mas simultaneamente estão associados a pressões significativas sobre os ecossistemas naturais, contribuindo para a degradação ambiental em múltiplas escalas. Segundo a IPBES (2019), os principais fatores diretos da perda de biodiversidade incluem a alteração do uso do solo e do mar, a exploração excessiva de recursos naturais, as alterações climáticas, a poluição e a introdução de espécies invasoras, muitos dos quais estão diretamente ligados às atividades produtivas humanas.

Entre esses fatores, a alteração do uso do solo destaca-se como um dos mais relevantes, sendo impulsionada sobretudo pela expansão agrícola e urbana. Estudos empíricos demonstram que diferentes formas de uso do solo têm impactos diferenciados sobre a biodiversidade, afetando a abundância, a riqueza e a composição funcional das espécies. Nesse sentido, Newbold et al. (2020) evidenciam que a conversão de ecossistemas naturais em áreas agrícolas ou urbanizadas resulta numa redução significativa da integridade ecológica, com efeitos particularmente severos em regiões tropicais, onde a biodiversidade é mais elevada e vulnerável.

No contexto das atividades extrativas, a mineração tem sido identificada como um dos setores com impactos mais intensos e localizados sobre a biodiversidade. A abertura de minas, a construção de infraestruturas

associadas e a expansão das áreas de exploração conduzem frequentemente à desflorestação, fragmentação de habitats e perda de espécies. Evidência empírica apresentada por Sonter et al. (2017), demonstra que a atividade mineira pode desencadear processos extensivos de desflorestação indireta, ampliando os seus impactos para além das áreas diretamente exploradas.

Para além dos impactos diretos, as atividades empresariais também exercem pressões significativas sobre a biodiversidade através de efeitos indiretos, nomeadamente ao longo das cadeias globais de valor. A produção e o consumo de bens estão frequentemente associados à conversão de ecossistemas naturais em regiões distantes dos mercados finais, tornando os impactos menos visíveis, mas não menos relevantes. Nesse contexto, Lambin et al. (2018), destacam o papel das cadeias de abastecimento na indução de processos de desflorestação, evidenciando que as decisões empresariais podem ter consequências ambientais globais, mesmo quando as operações diretas apresentam impactos limitados. O quadro 1 a seguir sintetiza estes impactos.

Quadro 1.

Principais impactos das atividades empresariais sobre a biodiversidade e suas consequências.

Tipo de Impacto	Mecanismo de Ocorrência	Consequências sobre a Biodiversidade	Implicações para as Empresas
Alteração do uso do solo.	Conversão de florestas em áreas agrícolas, urbanas ou industriais.	Perda de habitats naturais; redução da diversidade de espécies; simplificação dos ecossistemas.	Risco regulatório; perda de licença social para operar; aumento de custos de mitigação.
Fragmentação de habitats.	Construção de infraestruturas	Isolamento de populações; redução da	Necessidade de corredores ecológicos;

	(estradas, minas, barragens).	conectividade ecológica; diminuição da resiliência dos ecossistemas.	aumento de exigências ambientais.
Exploração excessiva de recursos naturais.	Extração intensiva (mineração, pesca, madeira).	Declínio populacional de espécies; colapso de ecossistemas; perda de serviços ecossistêmicos.	Instabilidade no fornecimento de recursos; aumento de custos operacionais.
Poluição ambiental.	Emissão de resíduos sólidos, líquidos e gasosos.	Contaminação de solos e águas; mortalidade de espécies; alterações fisiológicas e reprodutivas.	Custos de remediação; penalizações legais; danos reputacionais.
Alterações climáticas (indireto).	Emissões de gases de efeito estufa associadas à atividade empresarial.	Alteração de habitats; migração de espécies; aumento do risco de extinção.	Pressão para descarbonização; integração de critérios ESG.
Desflorestação indireta (cadeias de valor).	Produção de matérias-primas em regiões distantes (ex.: soja, óleo de palma).	Perda de biodiversidade em hotspots ecológicos; degradação de ecossistemas tropicais.	Riscos na cadeia de abastecimento; pressão de investidores e consumidores.

Introdução de espécies invasoras.	Transporte global de bens e materiais.	Competição com espécies nativas; desequilíbrios ecológicos; perda de biodiversidade local.	Custos de controlo ambiental; risco regulatório crescente.
Degradação dos serviços ecossistémicos.	Impactos cumulativos das atividades económicas.	Redução de serviços como polinização, regulação climática e qualidade da água.	Impacto direto na produtividade; aumento de dependência de soluções artificiais.

Fonte: Elaboração própria com base em Sonter et al. (2017) e Lambin et al. (2018), IPBES (2019), Dasgupta (2021), OECD (2023).

Do ponto de vista conceptual, a crescente pressão sobre a biodiversidade pode ser interpretada à luz da sua histórica subvalorização nos sistemas económicos. Conforme argumenta Dasgupta (2021), a natureza tem sido tratada como um ativo ilimitado, o que conduziu à sua exploração insustentável. Essa perspetiva tem vindo a ser progressivamente revista, reconhecendo-se que a perda de biodiversidade compromete não apenas os ecossistemas, mas também a sustentabilidade das próprias atividades económicas.

Adicionalmente, análises recentes enfatizam que os impactos das atividades empresariais sobre a biodiversidade não se limitam à dimensão ecológica, assumindo também implicações económicas e financeiras relevantes. De acordo com a OECD (2023), a degradação da biodiversidade pode afetar cadeias de valor, aumentar riscos operacionais e comprometer a estabilidade dos mercados, reforçando a necessidade de integrar a biodiversidade na gestão empresarial.

Em síntese, a literatura evidencia que as atividades empresariais constituem um dos principais vetores de pressão sobre a biodiversidade, atuando através de múltiplos mecanismos e em diferentes escalas. Esses impactos são

simultaneamente diretos e indiretos, locais e globais, ecológicos e económicos, o que evidencia a complexidade do problema e a necessidade de abordagens integradas para a sua avaliação e mitigação.

3.2. Metodologias de avaliação de impactos sobre a biodiversidade.

A avaliação dos impactos das atividades empresariais sobre a biodiversidade constitui um desafio central na gestão ambiental contemporânea, em virtude da complexidade intrínseca dos sistemas ecológicos e da natureza multidimensional da biodiversidade. Diferentemente de outros indicadores ambientais mais facilmente quantificáveis, como as emissões de carbono, a biodiversidade envolve múltiplos níveis de organização biológica genético, específico e ecossistémico o que dificulta a sua mensuração e integração em sistemas de gestão empresarial (Dasgupta, 2021).

Neste contexto, diversas metodologias têm sido desenvolvidas com o objetivo de identificar, avaliar e monitorizar os impactos das atividades económicas sobre a biodiversidade, variando em termos de escala, aplicabilidade e robustez analítica. Entre as principais abordagens destacam-se a Avaliação de Impacto Ambiental (AIA), a Avaliação do Ciclo de Vida (LCA), a Contabilidade do Capital Natural e os sistemas de indicadores de biodiversidade, frequentemente recomendadas por organismos internacionais como a OECD (2023).

3.2.1. Avaliação de Impacto Ambiental (AIA).

A Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) constitui um dos instrumentos mais consolidados para a identificação e mitigação de impactos ambientais associados a projetos empresariais, sendo amplamente utilizada em processos de licenciamento ambiental. O seu objetivo central é antecipar e avaliar os efeitos potenciais das atividades económicas antes da sua implementação, permitindo a adoção de medidas preventivas (OECD, 2023).

No que concerne à biodiversidade, a AIA integra componentes como inventários de fauna e flora, identificação de habitats críticos e análise de sensibilidade ecológica. Contudo, a literatura evidencia limitações importantes desta abordagem, nomeadamente a sua tendência para avaliações estáticas, a

dificuldade em incorporar impactos cumulativos e a limitação na análise de efeitos indiretos ao longo das cadeias de valor (IPBES, 2019).

3.2.2. Avaliação do Ciclo de Vida (*Life Cycle Assessment – LCA*).

A Avaliação do Ciclo de Vida (LCA) constitui uma abordagem sistémica que permite analisar os impactos ambientais associados a produtos ou processos ao longo de todo o seu ciclo de vida. Esta metodologia é particularmente relevante no contexto empresarial, uma vez que permite identificar impactos indiretos associados às cadeias de abastecimento, frequentemente negligenciados em abordagens tradicionais (OECD, 2023).

No entanto, a aplicação do LCA à biodiversidade apresenta desafios significativos, sobretudo no que se refere à tradução de impactos ecológicos complexos em indicadores quantitativos comparáveis. A ausência de métricas universalmente aceites e a limitação das bases de dados disponíveis constituem obstáculos relevantes à sua operacionalização (Partha Dasgupta, 2021).

3.2.3. Contabilidade do Capital Natural (*Natural Capital Accounting*).

A Contabilidade do Capital Natural emerge como uma abordagem inovadora que procura integrar a biodiversidade e os serviços ecossistémicos nos sistemas económicos e empresariais, reconhecendo-os como ativos fundamentais para a criação de valor (Dasgupta, 2021).

No contexto empresarial, esta abordagem tem sido impulsionada por iniciativas como as recomendações do TNFD (2023), que incentivam as organizações a identificar, medir e divulgar os seus impactos e dependências em relação ao capital natural. Apesar do seu potencial, a contabilidade do capital natural enfrenta desafios significativos, nomeadamente a subjetividade associada à valoração económica da biodiversidade e a ausência de metodologias padronizadas (OECD, 2023).

3.2.4. Sistemas de indicadores de biodiversidade.

Os sistemas de indicadores de biodiversidade constituem uma ferramenta fundamental para a monitorização e avaliação do estado dos ecossistemas ao longo do tempo. Estes indicadores permitem traduzir a complexidade ecológica

em métricas operacionais, facilitando a sua integração em processos de gestão e reporte empresarial (IPBES, 2019).

Contudo, a literatura destaca que muitos indicadores capturam apenas dimensões específicas da biodiversidade, podendo não refletir adequadamente a sua complexidade. A ausência de padronização e a dificuldade de comparabilidade entre estudos e organizações constituem limitações adicionais (OECD, 2023).

3.2.5. Síntese crítica das metodologias.

A análise comparativa das metodologias evidencia que nenhuma abordagem, isoladamente, que cada uma delas apresenta certas desvantagens (quadro 2), que anula sua capacidade de capturar a totalidade dos impactos das atividades empresariais sobre a biodiversidade. A AIA apresenta forte aplicabilidade regulatória, o LCA oferece uma perspectiva sistémica, a contabilidade do capital natural introduz a dimensão económica e os indicadores permitem a operacionalização da monitorização.

Quadro 2.

Principais desvantagens das metodologias de avaliação de impactos sobre a biodiversidade.

Metodologia	Principais Desvantagens	Implicações Analíticas
Avaliação de Impacto Ambiental (AIA)	-Abordagem predominantemente estática. -Dificuldade em considerar impactos cumulativos. - Foco limitado a escalas locais. - Dependência da qualidade dos estudos de base.	Subestima impactos indiretos e de longo prazo, comprometendo a avaliação sistémica da biodiversidade.
Avaliação do Ciclo de Vida (LCA)	-Dificuldade de quantificar impactos sobre biodiversidade	Redução da precisão na avaliação da biodiversidade e

	<ul style="list-style-type: none"> -Falta de indicadores padronizados. - Limitação de bases de dados ecológicas -Elevada complexidade metodológica. 	<p>dificuldade de comparabilidade entre estudos.</p>
Contabilidade do Capital Natural	<ul style="list-style-type: none"> -Subjetividade na valoração económica da biodiversidade. -Ausência de metodologias uniformes. -Risco de simplificação excessiva dos ecossistemas. -Dependência de pressupostos económicos. 	<p>Possível distorção do valor real da biodiversidade e fragilidade na tomada de decisão.</p>
Indicadores de biodiversidade	<ul style="list-style-type: none"> - Capturam apenas dimensões parciais da biodiversidade. -Falta de padronização internacional. -Dificuldade de comparação entre contextos. -Sensibilidade a variações metodológicas. 	<p>Limitação na representação da complexidade ecológica e risco de interpretações incompletas.</p>

Fonte: Elaboração própria com base em IPBES (2019), Dasgupta (2021), OECD (2023) e TNFD (2023).

Nesse sentido, a literatura aponta para a necessidade de abordagens integradas, que combinem diferentes metodologias de forma complementar, permitindo uma avaliação mais robusta, multidimensional e alinhada com as exigências contemporâneas da sustentabilidade empresarial (OECD, 2023).

3.3. Estratégias de compensação ambiental.

As estratégias de compensação ambiental emergem como instrumentos centrais na gestão dos impactos residuais das atividades empresariais sobre a biodiversidade, particularmente quando não é possível evitar ou mitigar completamente os danos ambientais. Estas estratégias inserem-se no âmbito da denominada *hierarquia de mitigação*, que estabelece uma sequência lógica de atuação: evitar, minimizar, restaurar e, em última instância, compensar os impactos (OECD, 2023).

A compensação ambiental tem como objetivo equilibrar as perdas de biodiversidade decorrentes de atividades económicas através da implementação de medidas que gerem ganhos ecológicos equivalentes ou superiores. No entanto, a sua aplicação levanta questões conceptuais e operacionais relevantes, sobretudo no que diz respeito à equivalência ecológica e à eficácia a longo prazo.

3.3.1 Fundamentos e princípios da compensação ambiental.

A compensação ambiental baseia-se no princípio de que os impactos negativos sobre a biodiversidade podem ser contrabalançados por ações de conservação, restauração ou criação de habitats em outras áreas. Este princípio está frequentemente associado aos conceitos de *no net loss* (sem perda líquida) e *net gain* (ganho líquido de biodiversidade), que procuram assegurar que o saldo final das intervenções seja, respetivamente, neutro ou positivo (OECD, 2023).

No plano operacional, estes conceitos distinguem-se pelo nível de ambição ecológica e pelas exigências metodológicas associadas, podendo ser caracterizados da seguinte forma (TNFD, 2023) e (OECD, 2023):

- **No Net Loss (Sem Perda Líquida de Biodiversidade):**

Corresponde a uma abordagem em que os impactos negativos são integralmente compensados, de modo a garantir que não exista perda líquida de biodiversidade no balanço final.

- Pressupõe equivalência ecológica entre perdas e ganhos;
- Baseia-se na aplicação rigorosa da hierarquia de mitigação;

- o Apresenta limitações associadas à mensuração e à substituição de ecossistemas complexos.

- **Net Gain (Ganho Líquido de Biodiversidade):**

Representa uma abordagem mais exigente, na qual as medidas compensatórias devem gerar um aumento líquido da biodiversidade relativamente à condição inicial.

- o Implica ganhos ecológicos superiores aos impactos gerados;
- o Requer monitorização de longo prazo e métricas robustas;
- o Enfrenta desafios práticos relacionados com incertezas ecológicas e atrasos na recuperação dos ecossistemas.

Contudo, a literatura científica questiona a viabilidade prática desses princípios, destacando que a biodiversidade possui características únicas e contextuais que dificultam a substituição ou replicação de ecossistemas. A irreversibilidade de determinados impactos e a complexidade das interações ecológicas constituem obstáculos significativos à aplicação destes modelos.

3.3.2. Biodiversity offsets: conceito e aplicação.

Os *biodiversity offsets* representam a forma mais estruturada de compensação ambiental, sendo definidos como medidas destinadas a compensar impactos residuais significativos sobre a biodiversidade, após a aplicação de medidas de mitigação. Estas medidas podem incluir a restauração de habitats degradados, a proteção de áreas equivalentes ou a criação de novas áreas de conservação.

Na prática, os offsets são frequentemente utilizados em setores com elevado impacto ambiental, como mineração e infraestrutura, permitindo a continuidade de projetos mediante a implementação de ações compensatórias. No entanto, estudos recentes evidenciam que a eficácia destes mecanismos é limitada, sobretudo devido à dificuldade de garantir equivalência ecológica entre áreas impactadas e áreas compensadas (Souza et al., 2023).

3.3.3. Limitações ecológicas da compensação ambiental.

A literatura destaca diversas limitações associadas à compensação ambiental, particularmente no domínio ecológico. Uma das principais refere-se ao

chamado *time lag*, ou seja, o intervalo temporal entre a ocorrência do impacto e a efetiva recuperação dos ecossistemas compensatórios. Durante esse período, verifica-se uma perda líquida de biodiversidade, o que compromete o princípio de neutralidade ecológica.

Adicionalmente, muitos ecossistemas apresentam características únicas que não podem ser replicadas artificialmente, tornando inviável a compensação integral dos impactos. A complexidade das interações ecológicas e a dependência de condições específicas reforçam essa limitação, evidenciando que nem todos os impactos são compensáveis.

3.3.4. Limitações económicas e institucionais.

Para além das limitações ecológicas, a compensação ambiental enfrenta desafios económicos e institucionais relevantes. A implementação de offsets implica custos significativos, associados à aquisição de terrenos, monitorização e gestão de longo prazo, o que pode comprometer a viabilidade económica de determinados projetos.

Do ponto de vista institucional, a eficácia destes mecanismos depende da existência de sistemas robustos de governança, incluindo regulamentação clara, mecanismos de fiscalização e transparência nos processos de implementação. Em muitos contextos, especialmente em países em desenvolvimento, estas condições não estão plenamente asseguradas, o que aumenta o risco de ineficácia das medidas compensatórias (OECD, 2023).

3.3.5. Perspetiva crítica e tendências recentes.

A análise da literatura contemporânea evidencia uma crescente crítica às estratégias de compensação ambiental, particularmente no que se refere à sua capacidade de assegurar resultados ecológicos equivalentes aos impactos gerados. Estudos recentes indicam que, na maioria dos casos, os offsets não conseguem alcançar plenamente os objetivos de *no net loss*, devido a limitações metodológicas, ecológicas e institucionais.

Neste contexto, observa-se uma tendência para reforçar a prioridade das etapas iniciais da hierarquia de mitigação evitar e minimizar impactos em detrimento da dependência excessiva de mecanismos compensatórios. Paralelamente, iniciativas como as recomendações do TNFD (2023), apontam

para a necessidade de integrar a biodiversidade na gestão estratégica das empresas, reduzindo a geração de impactos em vez de depender exclusivamente da sua compensação.

3.4 Avaliação da eficácia das estratégias de compensação ambiental.

A avaliação da eficácia das estratégias de compensação ambiental constitui um dos aspectos mais debatidos na literatura contemporânea, particularmente no que se refere à capacidade destes mecanismos em assegurar resultados ecológicos equivalentes aos impactos gerados pelas atividades empresariais. Apesar da sua ampla adoção em políticas ambientais e práticas corporativas, evidências científicas indicam que a eficácia dos instrumentos de compensação, nomeadamente os *biodiversity offsets*, é frequentemente limitada e contextualmente dependente.

Um dos principais desafios reside na dificuldade de alcançar equivalência ecológica entre as áreas impactadas e as áreas utilizadas para compensação. A biodiversidade caracteriza-se por uma elevada complexidade estrutural e funcional, sendo influenciada por fatores específicos como condições edafoclimáticas, interações ecológicas e processos evolutivos. Nesse sentido, a substituição de ecossistemas afetados por outros considerados equivalentes revela-se, na prática, altamente problemática, comprometendo o princípio de no net loss (OECD, 2023).

Outro fator crítico refere-se ao desfasamento temporal (*time lag*) entre a ocorrência do impacto e a efetiva recuperação dos ecossistemas compensatórios. Enquanto os impactos negativos são frequentemente imediatos, os processos de restauração ecológica podem levar décadas ou mesmo séculos para atingir níveis comparáveis de funcionalidade e biodiversidade. Durante esse período, verifica-se uma perda líquida de biodiversidade, o que contraria os objetivos das estratégias de compensação.

Adicionalmente, a literatura evidencia que muitos ecossistemas possuem características únicas e irreprodutíveis, o que limita significativamente a possibilidade de compensação integral. Ecossistemas maduros, por exemplo, apresentam níveis de complexidade ecológica que dificilmente podem ser recriados artificialmente, mesmo com intervenções de longo prazo. Esta

limitação reforça a ideia de que determinados impactos são, na prática, não compensáveis, exigindo maior ênfase nas fases iniciais da hierarquia de mitigação.

Do ponto de vista metodológico: a eficácia das estratégias de compensação é também condicionada pela ausência de métricas padronizadas para a avaliação de resultados. A diversidade de indicadores utilizados e a falta de consenso sobre critérios de equivalência dificultam a comparação entre projetos e a validação dos resultados obtidos. Esta lacuna metodológica compromete a credibilidade dos mecanismos de compensação e limita a sua integração em processos de tomada de decisão empresarial.

No plano económico: a implementação de medidas compensatórias implica custos significativos, associados não apenas à restauração ou proteção de habitats, mas também à monitorização e gestão de longo prazo. Em muitos casos, estes custos são subestimados na fase de planeamento, resultando em intervenções insuficientes ou incompletas. Além disso, a incerteza quanto aos resultados ecológicos pode reduzir a eficiência económica dessas estratégias, colocando em causa a sua viabilidade em determinados contextos.

Do ponto de vista institucional: a eficácia das estratégias de compensação depende fortemente da qualidade dos sistemas de governança ambiental. A existência de enquadramentos regulatórios robustos, mecanismos de fiscalização eficazes e transparência nos processos de implementação constitui um fator determinante para o sucesso das intervenções. Em contextos onde estas condições não estão plenamente asseguradas, verifica-se um risco elevado de incumprimento ou de implementação inadequada das medidas compensatórias (OECD, 2023).

O quadro 3 a seguir sintetiza estas limitações em equivalência como implicação de cada uma delas para uma melhor compreensão:

Quadro 3.

Limitações críticas das estratégias de compensação ambiental.

Dimensão	Limitação principal	Implicação
Equivalência ecológica	Dificuldade de replicar ecossistemas complexos.	Compromete-o no <i>net loss</i> .
Temporalidade	Desfasamento entre impacto e recuperação (<i>time lag</i>).	Perda líquida no curto prazo.
Mensuração	Ausência de métricas padronizadas.	Resultados pouco comparáveis.
Viabilidade económica	Custos elevados e subestimados.	Intervenções insuficientes.
Governança	Fragilidade institucional e fiscalização limitada.	Risco de incumprimento.

Fonte: Elaboração própria com base em Dasgupta (2021) e TNFD (2023).

Face a estas limitações, a literatura recente tem vindo a enfatizar a necessidade de reorientar a abordagem à compensação ambiental, privilegiando estratégias que priorizem a evitação e minimização dos impactos em detrimento da sua compensação posterior. Esta mudança de paradigma é reforçada por iniciativas como as recomendações do TNFD (2023), que incentivam as empresas a integrar a biodiversidade na sua estratégia, reduzindo a geração de impactos em vez de depender exclusivamente de mecanismos compensatórios.

Em síntese, embora as estratégias de compensação ambiental desempenhem um papel relevante na gestão dos impactos empresariais sobre a biodiversidade, a evidência científica sugere que a sua eficácia é limitada por constrangimentos ecológicos, metodológicos, económicos e institucionais. Estes resultados reforçam a necessidade de abordagens mais integradas e preventivas, capazes de assegurar uma gestão mais sustentável da biodiversidade no contexto das atividades económicas.

3.5. Integração da biodiversidade na gestão empresarial.

A crescente evidência dos impactos das atividades económicas sobre a biodiversidade, bem como as limitações das estratégias tradicionais de compensação ambiental, tem impulsionado uma mudança de paradigma na forma como as empresas integram a dimensão ecológica nos seus modelos de gestão. Progressivamente, a biodiversidade deixa de ser tratada como uma externalidade ambiental e passa a ser reconhecida como um fator estratégico, com implicações diretas na criação de valor, na gestão de riscos e na sustentabilidade a longo prazo (OECD, 2023).

Neste contexto, a integração da biodiversidade na gestão empresarial tem sido fortemente influenciada pelo desenvolvimento de abordagens associadas aos critérios ESG (*Environmental, Social and Governance*), que incentivam as organizações a incorporar dimensões ambientais nos seus processos de decisão. A biodiversidade, enquanto componente essencial do capital natural, assume um papel crescente na avaliação do desempenho ambiental das empresas, particularmente em setores com elevada dependência de recursos naturais.

Um dos avanços mais relevantes nesta área é o desenvolvimento de *frameworks* específicos para a identificação, avaliação e divulgação de riscos e impactos relacionados com a natureza. Destaca-se, neste domínio, a iniciativa da TNFD, que propõe um conjunto de recomendações destinadas a apoiar as empresas na integração da biodiversidade nos seus sistemas de reporte e gestão de risco (TNFD, 2023). Estas recomendações baseiam-se na identificação de dependências e impactos sobre o capital natural, promovendo uma abordagem mais estruturada e transparente.

Paralelamente, a integração da biodiversidade na gestão empresarial está associada à crescente internalização dos riscos ambientais. A degradação dos ecossistemas pode comprometer cadeias de abastecimento, afetar a disponibilidade de recursos e aumentar a exposição a riscos regulatórios e reputacionais. Nesse sentido, a biodiversidade passa a ser considerada não apenas como uma questão ambiental, mas também como um fator de risco financeiro e operacional (OECD, 2023).

No plano operacional, esta integração traduz-se na adoção de práticas como:

- incorporação de critérios de biodiversidade na avaliação de projetos;
- implementação de políticas de conservação e restauração;
- monitorização de impactos ao longo da cadeia de valor;
- definição de metas alinhadas com objetivos globais de sustentabilidade.

Contudo, a literatura evidencia que a integração efetiva da biodiversidade na gestão empresarial ainda enfrenta desafios significativos. Entre estes destacam-se a ausência de métricas padronizadas, a dificuldade de quantificação dos impactos e dependências, e a limitação de capacidades técnicas em muitas organizações. Adicionalmente, a integração tende a ser mais avançada em grandes empresas e em economias desenvolvidas, revelando assimetrias importantes a nível global.

Outro aspecto relevante refere-se à necessidade de superar abordagens reativas, baseadas na compensação de impactos, em favor de estratégias preventivas e proativas. Nesse sentido, a integração da biodiversidade na gestão empresarial deve privilegiar a redução da geração de impactos desde a fase de planeamento, em consonância com a hierarquia de mitigação. Esta transição é fundamental para assegurar a eficácia das políticas ambientais e evitar a dependência excessiva de mecanismos compensatórios, cuja eficácia, como demonstrado anteriormente, é limitada.

Em síntese, a literatura aponta para uma evolução progressiva da gestão empresarial da biodiversidade, caracterizada pela transição de uma abordagem centrada no cumprimento regulatório para uma perspetiva estratégica integrada. Este movimento reflete não apenas pressões regulatórias e sociais, mas também o reconhecimento crescente de que a conservação da biodiversidade é um elemento essencial para a sustentabilidade económica e para a resiliência dos sistemas produtivos.

4. DISCUSSÃO

A análise integrada da literatura evidencia que a relação entre biodiversidade e atividade empresarial é marcada por uma tensão estrutural entre desenvolvimento económico e conservação ecológica. Os resultados da

revisão demonstram que os impactos das atividades empresariais sobre a biodiversidade são simultaneamente diretos e indiretos, locais e globais, cumulativos e frequentemente irreversíveis, o que reforça a complexidade do problema e a insuficiência de abordagens simplificadas de gestão ambiental.

Um primeiro ponto crítico emergente da literatura é a predominância de impactos associados à transformação do uso do solo, à exploração intensiva de recursos e às cadeias globais de valor. Estes resultados confirmam que a pressão sobre a biodiversidade não se limita às operações diretas das empresas, mas estende-se ao longo de sistemas produtivos globalizados, o que dificulta a atribuição de responsabilidade ambiental e a implementação de estratégias de mitigação eficazes (IPBES, 2019).

Em termos metodológicos, verifica-se que nenhuma das ferramentas analisadas (AIA, LCA, contabilidade do capital natural e indicadores de biodiversidade) é suficiente, por si só, para capturar a complexidade dos impactos sobre a biodiversidade. A Avaliação de Impacto Ambiental tende a ser limitada pela sua abordagem local e estática, enquanto o LCA enfrenta dificuldades na tradução da biodiversidade em métricas quantitativas comparáveis. Por sua vez, a contabilidade do capital natural introduz avanços importantes na integração económica, mas permanece dependente de valorações subjetivas, enquanto os sistemas de indicadores simplificam excessivamente a complexidade ecológica.

Esta fragmentação metodológica sugere a necessidade de abordagens integradas e híbridas, capazes de combinar diferentes ferramentas analíticas para produzir uma avaliação mais robusta e multidimensional. Esta constatação está alinhada com recomendações recentes de organismos internacionais, que defendem a integração da biodiversidade nos sistemas de reporte empresarial e de gestão de risco (OECD, 2023).

No que se refere às estratégias de compensação ambiental, a evidência analisada indica que, embora estes mecanismos desempenhem um papel relevante na gestão de impactos residuais, a sua eficácia ecológica é amplamente contestada. Problemas como a dificuldade de equivalência ecológica, o desfasamento temporal (time lag) e a irreversibilidade de certos impactos comprometem a concretização efetiva dos princípios de no net loss e

net gain. Assim, a compensação ambiental não deve ser interpretada como solução equivalente à prevenção de impactos, mas sim como último recurso dentro da hierarquia de mitigação.

Adicionalmente, observa-se que a eficácia das estratégias de compensação depende fortemente de fatores institucionais e de governança. A existência de enquadramentos regulatórios robustos, sistemas de monitorização eficazes e transparência nos processos de implementação constitui condição essencial para o seu sucesso. Contudo, a literatura evidencia que tais condições não são universalmente garantidas, especialmente em contextos de menor capacidade institucional.

Um resultado relevante da revisão é a identificação de uma mudança progressiva no paradigma de gestão da biodiversidade empresarial. A literatura recente sugere uma transição de abordagens reativas, centradas na compensação de impactos, para abordagens proativas, orientadas para a prevenção e integração estratégica da biodiversidade nos modelos de negócio. Iniciativas como as recomendações do TNFD (2023), ilustram esta tendência, ao promoverem a incorporação sistemática da natureza nos processos de decisão empresarial.

Por fim, a análise global evidencia que a integração efetiva da biodiversidade na gestão empresarial ainda se encontra em fase de consolidação. Apesar dos avanços normativos e metodológicos, persistem lacunas significativas ao nível da padronização de métricas, da capacidade de monitorização e da implementação consistente em diferentes contextos económicos. Estas limitações indicam que a gestão da biodiversidade permanece um campo em evolução, exigindo maior articulação entre ciência, política e prática empresarial.

Em síntese, a discussão dos resultados confirma que a biodiversidade deve ser entendida como um elemento estrutural da sustentabilidade empresarial, cuja gestão eficaz requer uma abordagem sistémica, interdisciplinar e orientada para a prevenção de impactos, em detrimento de soluções exclusivamente compensatórias.

5. CONCLUSÕES

A análise desenvolvida ao longo deste artigo permitiu evidenciar que a biodiversidade constitui um componente estrutural dos sistemas naturais, profundamente afetado pelas dinâmicas das atividades empresariais contemporâneas. Os resultados da revisão demonstram que os impactos são múltiplos, interdependentes e frequentemente irreversíveis, o que reforça a necessidade de abordagens mais rigorosas e integradas na sua gestão.

Em termos analíticos, conclui-se que as metodologias atualmente utilizadas para avaliação dos impactos sobre a biodiversidade apresentam limitações relevantes, particularmente no que se refere à mensuração da complexidade ecológica e à padronização de indicadores.

No que respeita às estratégias de compensação ambiental, a evidência analisada indica que, embora estas desempenhem um papel relevante na gestão de impactos residuais, a sua eficácia ecológica é condicionada por limitações estruturais, como a dificuldade de equivalência ecológica, o desfasamento temporal entre impacto e recuperação e fragilidades institucionais.

Adicionalmente, verifica-se uma tendência crescente na literatura para a integração da biodiversidade na gestão estratégica das empresas, impulsionada por frameworks internacionais e pela crescente valorização do capital natural nos sistemas económicos. Esta evolução sugere uma transição de abordagens reativas para abordagens proativas, orientadas para a prevenção de impactos e para a incorporação da biodiversidade nos processos de tomada de decisão.

Em síntese, conclui-se que a gestão eficaz da biodiversidade no contexto empresarial exige uma abordagem sistémica, interdisciplinar e orientada para a sustentabilidade de longo prazo, reforçando a necessidade de alinhamento entre ciência, políticas públicas e práticas empresariais.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Bassen, A., Buchholz, D., Lopatta, K., & Rudolf, A. R. (2025). Assessing biodiversity-related disclosure: Drivers, outcomes, and financial impacts. *Journal of Industrial Ecology*, 29, 311–329. <https://doi.org/10.1111/jiec.13596>
- Dasgupta, P. (2021). *The economics of biodiversity: The Dasgupta review*. HM Treasury. Disponível em: <https://www.gov.uk/government/publications/final-report-the-economics-of-biodiversity-the-dasgupta-review>
- IPBES (Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services). (2019). *Global assessment report on biodiversity and ecosystem services*. Disponível em: <https://ipbes.net/global-assessment>
- Lambin, E.F.; Gibbs, H.K.; Heilmayr, R. *et al.* (2018). The role of supply-chain initiatives in reducing deforestation. *Nature Clim Change* 8(1), 109–116. <https://doi.org/10.1038/s41558-017-0061-1>
- Maron, M; von Hase, A; Quétier, F. *et al.* (2025). Biodiversity offsets, their effectiveness and their role in a nature positive future. *Nat. Rev. Biodivers.* 1, 183–196. Consultado em <https://doi.org/10.1038/s44358-025-00023-2>
- Newbold T; Bentley L.F; Hill S.L.L; et al. (2020). Global effects of land use on biodiversity differ among functional groups. *Funct Ecol.* 34(3), 684–693. <https://doi.org/10.1111/1365-2435.13500>
- OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development). (2023). *A nature-positive economy: biodiversity, ecosystem services and water*. OECD. Consultado em: <https://issuu.com/oecd.publishing/docs/oecd-work-on-greengrowth-brochure-2023/s/18961073>
- Sonter, L. J; Herrera, D; Barrett, D. J; Galford, G. L; Moran, C. J & Soares-Filho, B. S. (2017). Mining Drives Extensive Deforestation in the Brazilian Amazon. *Nature Communications*, 8. <https://doi.org/10.1038/s41467-017-00557-w>

Souza, B.A; Rosa, J.C.S; Campos, P.B.R; Sánchez, L.E.(2023). Evaluating the potential of biodiversity offsets to achieve net gain. *Conserv Biol*, 37(4), e14094. [doi: 10.1111/cobi.14094](https://doi.org/10.1111/cobi.14094).

TNFD (Taskforce on Nature-related Financial Disclosures). (2023). *Recommendations of the Taskforce on Nature-related Financial Disclosures*. Disponível em: https://tnfd.global/wp-content/uploads/2023/08/Recommendations_of_the_Taskforce_on_Naturerelated_Financial_Disclosures_September_2023.pdf

Yueyang, W. (2025). The silent cost of biodiversity loss: Unveiling its impact on institutional ownership. *International Review of Financial Analysis*, vol.103, 104075. Consultado em: <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2025.104075>