



UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO - UFOP
ESCOLA DE MINAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



NICOLE EMÍLIA DE CARVALHO TORETTI

**DESENVOLVIMENTO E VALIDAÇÃO DE FERRAMENTA DE
DIMENSIONAMENTO DE IMPACTOS SOBRE A BIODIVERSIDADE EM
PROJETOS INDUSTRIAIS**

OURO PRETO - MG
2025

NICOLE EMÍLIA DE CARVALHO TORETTI

**DESENVOLVIMENTO E VALIDAÇÃO DE FERRAMENTA DE
DIMENSIONAMENTO DE IMPACTOS SOBRE A BIODIVERSIDADE EM
PROJETOS INDUSTRIAIS**

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheira de Produção.

Professor orientador: Prof^a Dra. Bruna de Fátima Pedrosa Guedes Flausino

Professor coorientador: Prof^a Dra. Bruna de Carvalho Faria Lima Lopes

**OURO PRETO – MG
2025**



FOLHA DE APROVAÇÃO

Nicole Carvalho Toretti

Desenvolvimento e validação de ferramenta de dimensionamento de impactos sobre a biodiversidade em projetos industriais

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro de Produção

Aprovada em 14 de agosto de 2025.

Membros da banca

[DSc.] - Bruna de Fátima Pedrosa Guedes Flausino - Orientador(a) (Universidade Federal de Ouro Preto)

[DSc.] - Magno Silvério Campos - (Universidade Federal de Ouro Preto)

[DSc.] - Yã Grossi Andrade - (Universidade Federal de Ouro Preto)

Bruna de Fátima Pedrosa Guedes Flausino, orientadora do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 14/08/2025.



Documento assinado eletronicamente por **Magno Silverio Campos, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 14/08/2025, às 20:15, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Bruna de Fatima Pedrosa Guedes Flausino, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 14/08/2025, às 20:15, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Yã Grossi Andrade, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 14/08/2025, às 20:21, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0960577** e o código CRC **A81C2313**.

AGRADECIMENTO

Agradeço à Universidade Federal de Ouro Preto, especialmente à Escola de Minas e ao Departamento de Engenharia de Produção, por todo o aprendizado adquirido ao longo da minha formação. Aos meus professores, por compartilharem seus conhecimentos e por contribuírem para a profissional que estou me tornando. À Fundação Gorceix, pelo suporte e ensino de qualidade.

Dedico este trabalho a todos que, de alguma forma, fizeram parte dessa jornada. O caminho nem sempre foi linear, mas foram os desafios que me trouxeram até aqui.

À minha família, base dos meus maiores valores. Em especial, ao meu avô Vivi, por me guiar de onde estiver. Aos meus amigos, pelo suporte ao longo desses anos, e por tornarem essa caminhada mais leve. Às minhas orientadoras, pela dedicação, atenção e disponibilidade em cada etapa deste processo.

A concretização deste trabalho só foi possível graças a vocês!

*Caminho se conhece andando
Então vez em quando é bom se perder - Chico César*

RESUMO

Este estudo teve como objetivo desenvolver e aplicar a ferramenta BioDBR para estimar, de forma objetiva, as perdas e ganhos de biodiversidade decorrentes da implantação de projetos industriais. A proposta surgiu diante das limitações dos critérios tradicionalmente utilizados nos processos de licenciamento ambiental no Brasil, que muitas vezes não consideram atributos ecológicos mensuráveis para avaliar a equivalência entre os impactos causados e as medidas compensatórias propostas. A ferramenta foi construída com base em uma metodologia britânica e utiliza parâmetros como distinção, condição ecológica, localização estratégica e importância dos biomas, que são convertidos em pontuações numéricas, de acordo com critérios estabelecidos, possibilitando o cálculo das Unidades de Biodiversidade (UB) nos cenários de linha de base, pós-desenvolvimento e áreas destinadas à compensação ambiental. Como estudo de caso, foi analisado o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) do Projeto Mina Patrimônio, localizado no município de Ouro Preto/MG. A aplicação prática da ferramenta gerou dados comparáveis entre os diferentes cenários e apontou uma perda líquida de biodiversidade de 20,94 UB, mesmo com as medidas compensatórias propostas no EIA. Esse resultado sugere que, apesar da extensão territorial das áreas de compensação, as medidas de criação ou melhoria de habitats não foram suficientes para restabelecer as perdas causadas pela implantação do projeto. A análise reforça a importância de metodologias mais técnicas, transparentes e alinhadas com os princípios da equivalência ecológica. A ferramenta BioDBR mostrou-se útil como apoio à tomada de decisão, permitindo avaliações mais fundamentadas e adaptadas à realidade dos ecossistemas afetados.

Palavras-chave: Biodiversidade; bioma; compensação; ferramenta BioDBR, sustentabilidade.

ABSTRACT

This study aimed to develop and apply the BioDBR tool to objectively estimate biodiversity losses and gains resulting from the implementation of industrial projects. The proposal emerged from the limitations of traditional criteria used in Brazilian environmental licensing processes, which often fail to incorporate measurable ecological attributes to assess equivalence between impacts and proposed compensatory measures. Based on a British methodology, the tool employs parameters such as distinctiveness, ecological condition, strategic location, and biome importance, converting them into numerical scores according to established criteria. These scores enable the calculation of Biodiversity Units (UB) for baseline, post-development, and compensation scenarios. As a case study, the Mina Patrimônio Project, located in Ouro Preto/MG, was analyzed using data extracted from the Environmental Impact Assessment (EIA), a mandatory licensing document. The application of BioDBR generated comparable data across scenarios and revealed a net biodiversity loss of 20.94 UB, even with the compensatory measures proposed in the EIA. This suggests that, despite the territorial extent of compensation areas, habitat creation or improvement measures were insufficient to offset project-induced losses. The study also highlighted challenges related to the quality of environmental study data, which are often generic and subjective, directly affecting result accuracy. The findings reinforce the need for more technical, transparent methodologies aligned with ecological equivalence principles. BioDBR proved to be a useful decision-support tool, enabling more robust and context-adapted assessments of affected ecosystems.

Keywords: Biodiversity; biome; compensation; BioDBR tool; sustainability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxograma da Fórmula de Cálculo de Compensação.....	21
Figura 2 – Menu da Métrica de Biodiversidade Britânica.....	31
Figura 3 – Painel da Ferramenta de Cálculo.....	34
Figura 4 – Menu da Ferramenta BioDBR	37
Figura 5 – Etapas Principais da Metodologia.....	38
Figura 6 – Processos da Ferramenta BioDBR.....	46
Figura 7 – Mineração no Brasil entre 1985 e 2023	47
Figura 8 – ADA Projeto Mina Patrimônio	48
Figura 9 – Mapa do Uso e Ocupação do Solo	49
Figura 10 – Unidades de Conservação em relação a Mina Patrimônio.....	51
Figura 11 – Ferramenta BioDBR da Linha de Base na ADA	52
Figura 12 – Ferramenta BioDBR no Pós-Desenvolvimento na ADA.....	53
Figura 13 – Áreas de Compensação Florestal do Projeto Mina Patrimônio	53
Figura 14 – Ferramenta BioDBR na Linha de Base em Áreas Externas.....	54
Figura 15 – Ferramenta BioDBR no Pós-Desenvolvimento em Áreas Externa.....	55
Figura 16 – Ferramenta de Cálculo Global de UB	56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Nível de Degradação dos Biomas.....	25
--	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Resumo comparativo entre metodologias.....	35
Quadro 2 – Critérios de classificação do atributo de Distinção	40
Quadro 3 – Critérios de classificação do atributo de Condição	42
Quadro 4 – Critérios de classificação do atributo de Localização Estratégica.....	43
Quadro 5 – Critérios de classificação do atributo de Importância Ecológica do Bioma	44
Quadro 6 – Classificações de Uso e Ocupação do Solo da ADA.....	50

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AIA – Avaliação de Impacto Ambiental

APP – Área de Proteção Permanente

CDB – Convenção sobre Diversidade Biológica

EIA – Estudo de Impacto Ambiental

ICMBio – Instituto Chico Mendes de Biodiversidade

LP – Licença Prévia

MMA – Ministério do Meio Ambiente

PNMA – Política Nacional do Meio Ambiente

RIMA – Relatório de Impacto Ambiental

SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza

UB – Unidades de Biodiversidade

UC – Unidade de Conservação

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
1.1	Formulação do Problema	13
1.2	Justificativa	13
1.3	Objetivos.....	13
1.3.1	Objetivo Geral	13
1.3.2	Objetivos Específicos	14
1.4	Estrutura do Trabalho	14
2	REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1	Legislação Brasileira	16
2.1.1	Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA)	17
2.1.2	Avaliação de Impacto Ambiental (AIA).....	18
2.1.3	Áreas de Proteção Permanente (APP) e Unidades de Conservação (UC)..	19
2.1.4	Compensação Ambiental	20
2.2	Conceitos Fundamentais sobre Biodiversidade	22
2.3	Impactos das Atividades Antrópicas na Biodiversidade Brasileira	23
2.4	Biomass	24
2.4.1	Amazônia	26
2.4.2	Cerrado	26
2.4.3	Mata Atlântica	26
2.4.4	Caatinga	27
2.4.5	Pampa	27
2.4.6	Pantanal.....	27
2.5	Formas de Mensurar Perdas de Biodiversidade.....	28
2.5.1	Mensuração no Contexto Brasileiro	28
2.5.2	Mensuração no Contexto Australiano	29
2.5.3	Métrica de Biodiversidade do Reino Unido	30
3	METODOLOGIA.....	36
3.1	Atributos Principais	39
3.1.1	Distinção	40
3.1.2	Condição	41
3.1.3	Localização Estratégica	42
3.1.4	Importância Ecológica do Bioma	43
3.2	Dados de Entrada	44

4	ESTUDO DE CASO - RESULTADOS E DISCUSSÕES	47
4.1	Caracterização do Empreendimento	48
4.2	Aplicação da Ferramenta BioDBR	50
4.2.1	Cenário de Linha de Base na Área do Projeto	50
4.2.2	Cenário Pós-Desenvolvimento na Área do Projeto	52
4.2.3	Cenário de Linha de Base em Áreas Externas ao Projeto	53
4.2.4	Cenário Pós-Desenvolvimento em Áreas Externas ao Projeto.....	54
4.2.5	Cálculo de Variações Líquidas de Unidades de Biodiversidade	55
4.3	Situação da Licença Ambiental e Implicações para a Compensação	57
5	CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	58
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61
	APÊNDICES	64
	APÊNDICE A - Níveis de Distinção por Classes de Habitats	64
	APÊNDICE B - Lista de Verificação do Atributo de Condição por Classe de Habitat	66

1 INTRODUÇÃO

A Conservação da Biodiversidade tornou-se um dos maiores desafios da agenda ambiental contemporânea. Em um cenário de expansão das fronteiras econômicas e intensificação da exploração de recursos naturais, a perda de habitats e o declínio da diversidade biológica vêm acelerando globalmente. No Brasil, país que abriga uma das maiores riquezas naturais do planeta, esse desafio assume proporções ainda mais críticas. Atividades de alto impacto, como a mineração, têm exercido pressões crescentes sobre os ecossistemas, exigindo do poder público e da sociedade mecanismos mais eficazes de avaliação e mitigação dos impactos ambientais.

Dentre os instrumentos utilizados na tentativa de equilibrar o desenvolvimento econômico e a conservação do meio ambiente, o licenciamento ambiental ocupa papel central. No entanto, frequentemente se observa uma lacuna metodológica na forma como os impactos sobre a biodiversidade são mensurados e compensados nesses processos. As avaliações previstas na legislação vigente, apesar de utilizarem índices técnicos, ainda seguem uma lógica financeira baseada no valor do empreendimento, sem considerar diretamente atributos ecológicos mensuráveis dos habitats afetados, o que dificulta a análise da efetividade das compensações e a garantia da equivalência ecológica.

Nesse contexto, o presente trabalho propõe o desenvolvimento e aplicação de uma ferramenta metodológica chamada BioDBR, voltada à quantificação das perdas e ganhos de biodiversidade gerados por empreendimentos de alto impacto, a partir de parâmetros ecológicos. A métrica foi baseada em uma metodologia britânica e permite avaliar diferentes cenários, integrando atributos qualitativos aos habitats envolvidos, permitindo estimar o saldo líquido de biodiversidade gerado com a implantação do empreendimento.

Para ilustrar sua funcionalidade, a ferramenta foi aplicada em um estudo de caso real: o Projeto Mina Patrimônio, localizado no estado de Minas Gerais. A escolha pelo setor de mineração se deve justamente por representar uma das atividades mais desafiadoras em termos de compatibilização entre desenvolvimento e conservação, dada sua intensa demanda por supressão vegetal, alteração do relevo, uso de água e produção de resíduos.

A introdução da métrica visa contribuir com os processos de avaliação ambiental, propondo uma ferramenta que permite estimar perdas e ganhos de biodiversidade de forma mais clara, comparável e ecologicamente fundamentada. O trabalho busca, assim, promover uma

discussão mais qualificada sobre a forma de avaliar e compensar os impactos sobre a biodiversidade, fortalecendo a adoção de critérios mais justos, transparentes e compatíveis com os desafios ambientais atuais.

1.1 Formulação do Problema

Apesar da existência de mecanismos legais para a compensação ambiental, os métodos tradicionalmente utilizados para avaliar os impactos da perda de biodiversidade carecem de precisão ecológica e transparência. Os índices adotados muitas vezes utilizam critérios indiretos e genéricos, sem considerar adequadamente as características específicas dos habitats afetados. Isso pode comprometer a efetividade das ações compensatórias, resultando em medidas que, embora legalmente aceitas, não garantem o princípio da equivalência ecológica nem o ganho líquido de biodiversidade. A ausência de métricas mais objetivas e baseadas em atributos ecológicos mensuráveis constitui, portanto, uma lacuna crítica nos processos de licenciamento.

1.2 Justificativa

A crescente pressão sobre os ecossistemas naturais impõe a necessidade de aprimorar as ferramentas de gestão ambiental, tornando os processos de licenciamento mais alinhados com os objetivos da conservação da biodiversidade. A aplicação de métricas baseadas em atributos ecológicos diretos, como nível de distinção, condição ecológica e localização estratégica, permite quantificar de forma mais realista os impactos ambientais e as possíveis compensações. A ferramenta BioDBR representa um avanço nesse sentido, pois substitui estimativas subjetivas por parâmetros mensuráveis ajustados ao contexto ecológico brasileiro. Dessa forma, o presente trabalho busca preencher uma lacuna metodológica existente na mensuração da perda de biodiversidade, oferecendo uma alternativa mais transparente, técnica e alinhada com os princípios da equivalência ecológica.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo Geral

Este trabalho tem como objetivo apresentar e aplicar a métrica BioDBR como ferramenta de apoio à avaliação e compensação de impactos sobre a biodiversidade em projetos industriais.

1.3.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos são:

- Quantificar as perdas e os ganhos de biodiversidade com base em parâmetros ecológicos diretos;
- Comparar os resultados gerados com os critérios previstos na legislação brasileira;
- Evidenciar como a ferramenta pode subsidiar decisões mais eficazes, justas e coerentes com os princípios de equivalência ecológica e sustentabilidade.
- Analisar as limitações da ferramenta e seu potencial de contribuição para aprimorar o licenciamento ambiental no Brasil;
- Demonstrar a aplicabilidade da métrica BioDBR por meio de um estudo de caso real;
- Avaliar os impactos da atividade mineradora sobre os habitats locais, comparando cenários de linha de base, pós-desenvolvimento e compensação.

1.4 Estrutura do Trabalho

O presente trabalho foi estruturado nos seguintes capítulos:

- Referencial Teórico: apresenta os principais conceitos relacionados à biodiversidade, compensação ambiental e ferramentas de mensuração de impactos, com foco na legislação brasileira vigente.
- Metodologia: descreve os fundamentos e a lógica da ferramenta BioDBR, detalhando seus parâmetros, critérios e procedimentos aplicados para a quantificação dos impactos.
- Estudo de Caso: traz a aplicação prática da métrica ao Projeto Mina Patrimônio, com a apresentação dos diferentes cenários e dos resultados obtidos em cada etapa.
- Conclusão: sintetiza os principais achados do trabalho, avalia a eficácia da metodologia aplicada e discute suas contribuições para o aprimoramento do licenciamento ambiental e da conservação da biodiversidade no Brasil.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A crescente expansão de empreendimentos industriais, como usinas, barragens e minas, impõe pressões significativas sobre os ecossistemas naturais, evidenciando a necessidade de avaliar, mitigar ou compensar os impactos sobre a biodiversidade. Essa, elemento central do equilíbrio ecológico, é composta por uma variedade de espécies, ecossistemas e processos ecológicos essenciais para a manutenção da vida no planeta (SOCBD, 2020). No Brasil, país reconhecido por sua enorme diversidade, essa riqueza natural está cada vez mais ameaçada, especialmente em razão da fragmentação de biomas, da ocupação desordenada do solo e da implantação de grandes projetos com elevado potencial de degradação ambiental (ICMBio, 2018).

Apesar de o marco legal brasileiro, especialmente a Política Nacional de Meio Ambiente (Lei nº 6.938/1981), reconhecer a importância da conservação, observa-se uma lacuna significativa nos mecanismos técnicos de mensuração e compensação direta das perdas de biodiversidade. Estudos e pareceres de órgãos como o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio, 2020) e o Tribunal de Contas da União, por meio do Acórdão nº2650/2009 (TCU, 2009) têm apontado que, embora o licenciamento ambiental preveja a compensação de impactos, o processo carece de critérios técnicos padronizados, objetivos e cientificamente fundamentados para estimar o saldo líquido de biodiversidade perdido ou ganho.

Essa lacuna se torna ainda mais evidente quando comparado a sistemas internacionais que já adotam métricas robustas para atribuir valor ecológico mensurável às áreas afetadas por empreendimentos, como ocorre no Reino Unido e na Austrália. Nessas experiências, o uso de métricas com atributos ecológicos permite mensurar, de forma objetiva, o impacto ambiental e nortear a escolha e o dimensionamento de medidas compensatórias, contribuindo para processos mais transparentes, tecnicamente embasados e auditáveis (Dudley & Stolton, 2022). Esses países têm promovido avanços substanciais na governança ambiental ao incorporar a lógica do “*no net loss*” (sem perda líquida de biodiversidade) e ao utilizar modelos matemáticos para garantir a equivalência ecológica entre perdas e compensações.

Nesse contexto, torna-se cada vez mais evidente a necessidade de aprimorar os instrumentos de avaliação ambiental no Brasil, incorporando metodologias que estejam alinhados às melhores práticas internacionais, mas que também respeitem as especificidades ecológicas dos biomas nacionais. A ausência de métricas como essas em processos decisórios

nacionais limita a efetividade das compensações e favorece o risco de degradação contínua de ecossistemas já fragilizados, especialmente em um cenário de flexibilização das exigências legais por meio de propostas como o PL 2159/2021.

2.1 Legislação Brasileira

A legislação ambiental brasileira estabelece um conjunto de instrumentos para assegurar a proteção e a preservação do meio ambiente, especialmente diante de empreendimentos que possam causar impactos significativos (BRASIL, 1981).

A Lei nº 6.938/1981 que institui a Política Nacional do Meio Ambiente, estabelece princípios fundamentais para a preservação e recuperação dos recursos naturais, como a exigência de estudos prévios de impacto ambiental (EIA/RIMA) e a Avaliação de Impacto Ambiental (AIA), obrigatória no licenciamento de atividades potencialmente poluidoras.

Além disso, o Brasil conta com mecanismos importantes de conservação, como as Áreas de Proteção Permanentes (APPs) e as Unidades de Conservação (UCs), organizadas pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), instituído pela Lei nº 9.985/2000 (BRASIL, 2000). Entre os mecanismos previstos nessa lei, destaca-se a compensação ambiental, prevista no Art. 36, que determina que empreendimentos com significativo impacto ambiental devem destinar recursos à implantação e manutenção de UCs de Proteção Integral. A metodologia para o cálculo da compensação foi regulamentada pelo Decreto nº 6.848/2009 (BRASIL, 2009), que estabelece critérios técnicos e objetivos para estimar o valor financeiro a ser investido, buscando garantir maior transparência e efetividade na aplicação dos recursos.

Além da metodologia de cálculo prevista no decreto de 2009, a destinação dos recursos da compensação ambiental está disciplinada pelo artigo 33 do Decreto nº 4.340/2002 (BRASIL, 2002), que estabelece as finalidades prioritárias para a aplicação desses valores. Conforme o dispositivo, os recursos devem ser empregados, preferencialmente, na criação, regularização fundiária, elaboração e revisão de planos de manejo, aquisição de bens e serviços necessários à implantação e manutenção de Unidades de Conservação de Proteção Integral. Essa diretriz assegura que a compensação ambiental cumpra efetivamente seu papel ecológico, contribuindo para o fortalecimento do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza.

Visando aprimorar a execução desses recursos, a Lei nº 13.668, de 3 de julho de 2018, introduziu um novo modelo de gestão. Ela alterou o art. 33 do Decreto nº 4.340/2002 para

autorizar a administração dos valores da compensação ambiental por instituições financeiras oficiais federais, sem necessidade de processo licitatório. Essa inovação permitiu a criação de fundos privados com controle público, visando acelerar e tornar mais eficiente a execução dos recursos destinados às UCs. Com isso, tornou-se possível superar processos burocráticos que antes comprometiam a efetividade das medidas compensatórias, garantindo mais agilidade, transparência e resultados concretos na conservação da biodiversidade (BRASIL, 2018).

2.1.1 Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA)

O Estudo de Impacto Ambiental é um instrumento técnico e jurídico previsto como condição para a concessão do licenciamento ambiental de atividades potencialmente causadoras de degradação do meio ambiente, conforme estabelecido pela Resolução CONAMA, nº 01/1986. O EIA deve ser elaborado por uma equipe multidisciplinar, com profissionais legalmente habilitados, e tem como objetivo identificar, prever e avaliar os impactos ambientais de um projeto, bem como propor medidas mitigadoras, compensatórias e programas de monitoramento ambiental.

De acordo com o artigo 6º da Resolução CONAMA, o EIA deve conter obrigatoriamente:

- Diagnóstico ambiental da área de influência do empreendimento;
- Descrição detalhada da atividade proposta e de suas alternativas locacionais e tecnológicas;
- Identificação e avaliação dos impactos ambientais positivos e negativos;
- Proposição de medidas mitigadoras e compensatórias;
- Programa de acompanhamento e monitoramento dos impactos;
- Análise de viabilidade ambiental do projeto.

Além de ser um requisito técnico, o EIA é também um instrumento de planejamento e tomada de decisão, fornecendo subsídios ao órgão ambiental licenciador e à sociedade para avaliar os riscos e benefícios da instalação de um empreendimento.

O Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), por sua vez, é o documento público que resume, de forma objetiva, ilustrada e em linguagem acessível, as conclusões do EIA (Sánchez, 2013). Seu papel é fundamental no processo de transparência e participação pública, garantindo

que a sociedade tenha acesso às informações essenciais sobre os impactos do projeto. O RIMA deve permitir que qualquer cidadão compreenda:

- A natureza e justificativa do projeto;
- Os impactos esperados e sua magnitude;
- As alternativas consideradas;
- As medidas previstas para mitigar ou compensar os danos ambientais.

A elaboração do RIMA está diretamente relacionada ao princípio da publicidade e participação social, expressa na Constituição Federal de 1988 (BRASIL, 1988), e operacionalizado por meio de audiências públicas organizadas pelos órgãos ambientais.

É importante destacar que a legislação exige que o EIA/RIMA seja elaborado antes da concessão da Licença Prévia (LP), primeira etapa do licenciamento ambiental, segundo a Resolução CONAMA. A LP avalia a viabilidade ambiental do empreendimento com base nas conclusões do EIA/RIMA, sendo uma etapa crítica para o controle preventivo dos impactos.

2.1.2 Avaliação de Impacto Ambiental (AIA)

A Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) é um instrumento preventivo fundamental da política ambiental brasileira, cuja função é assegurar que os impactos ambientais decorrentes de projetos, obras ou atividades potencialmente poluidoras sejam considerados antes da tomada de decisões por parte do poder público. Trata-se de um processo sistemático de identificação, previsão, análise e interpretação dos impactos ambientais que um empreendimento pode causar ao meio ambiente e à sociedade (CONAMA, 1986).

No Brasil, a AIA é parte integrante do processo de licenciamento ambiental, especialmente nas fases iniciais, prevista na Lei nº 6.938/1981, que institui a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), e na Resolução CONAMA nº 01/1986, que estabelece os critérios e diretrizes gerais para o uso do EIA e RIMA como instrumentos da AIA. A Resolução define que a AIA é obrigatória para empreendimentos que possam causar significativa degradação ambiental, como rodovias, portos, barragens, mineradoras, indústrias químicas e outros grandes projetos.

A AIA possui como principais objetivos:

- Antecipar e prevenir os efeitos negativos sobre o meio ambiente;
- Incorporar a variável ambiental no processo de planejamento e decisão;

- Promover o desenvolvimento sustentável, conciliando crescimento econômico e proteção ambiental;
- Ampliar a participação pública na discussão de projetos com potencial de gerar impactos significativos.

Diferentemente do Estudo de Impacto Ambiental, que é um documento técnico, a AIA é o processo como um todo, que inclui a elaboração do EIA, a análise técnica pelos órgãos ambientais, a realização de audiências públicas, a avaliação de alternativas locacionais e tecnológicas e a emissão das licenças ambientais (CONAMA, 1986).

2.1.3 Áreas de Proteção Permanente (APP) e Unidades de Conservação (UC)

As Áreas de Proteção Permanente (APP) e as Unidades de Conservação (UC) são instrumentos fundamentais da política ambiental brasileira, com o objetivo de proteger recursos naturais essenciais, preservar a biodiversidade e garantir o equilíbrio ecológico (BRASIL, 2012).

As APPs são espaços territoriais protegidos por lei, cobertos ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, proteger o solo contra erosões, conservar a biodiversidade, garantir a estabilidade geológica e assegurar o bem-estar das populações humanas, como previsto no Código Florestal Brasileiro – Lei nº 12.651/2012 (BRASIL, 2012). Estão localizadas, em geral, em áreas ambientalmente sensíveis, como margens de cursos d'água, encostas com declividade acentuada, topos de morros, restingas, nascentes, veredas e áreas de altitude elevada.

Já as UCs são áreas protegidas instituídas pelo poder público com objetivos específicos de conservação da natureza, com base na Lei nº 9.985/2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC). As Unidades de Conservação dividem-se em duas categorias principais: Unidades de Proteção Integral, que visam preservar a natureza permitindo apenas o uso indireto dos recursos naturais, como parques e estações ecológicas; e Unidades de Uso Sustentável, como reservas extrativistas e áreas de proteção ambiental (APA), que buscam compatibilizar a conservação com o uso racional dos recursos pelas populações locais (ICMBIO, 2024).

2.1.4 Compensação Ambiental

A compensação ambiental é um instrumento previsto na legislação brasileira com o objetivo de reparar, ainda que parcialmente, os impactos negativos causados por empreendimentos com significativo impacto ambiental, mesmo após a adoção de medidas mitigadoras (BRASIL, 2000). Trata-se de uma exigência que integra o licenciamento ambiental, estando inserida no escopo da Política Nacional do Meio Ambiente - Lei nº 6.938/1981, e regulamentada de forma mais específica no âmbito do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), instituído pela Lei nº 9.985/2000.

De acordo com o Artigo 36 da mesma lei, o empreendedor responsável por atividades que demandem EIA/RIMA e que causem impactos ambientais significativos deve destinar recursos financeiros para apoiar a criação e a manutenção de Unidades de Conservação (UCs) de Proteção Integral, preferencialmente aquelas próximas à área de influência do empreendimento. Essa medida busca fortalecer a rede de conservação ambiental, promovendo a preservação da biodiversidade e dos ecossistemas.

A metodologia para o cálculo do valor da compensação ambiental foi regulamentada pelo Decreto nº 4.340/2002 e posteriormente atualizada pelo Decreto nº 6.848/2009, estabelecendo critérios técnicos e objetivos. O valor da compensação ambiental (CA) é calculado segundo a Equação 1, com base em dois elementos principais: o Valor de Referência (VR) e o Grau de Impacto (GI). A Figura 1 apresenta um fluxograma sintetizando os componentes utilizados para o cálculo (BRASIL, 2009).

$$CA = VR \times GI \quad \text{Equação 1}$$

Sendo:

- **Valor de Referência (VR)**

O custo total de implantação do empreendimento, excluindo:

- Investimentos em planos, projetos e programas de mitigação exigidos no licenciamento;
- Encargos e custos financeiros (financiamento, seguros, garantias).

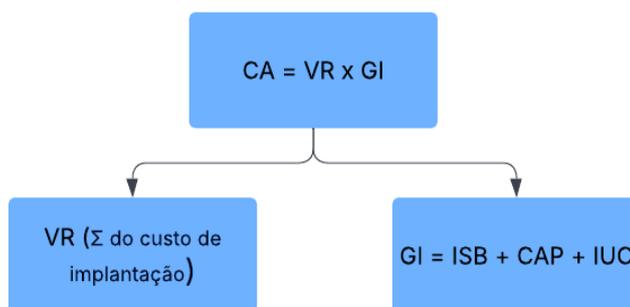
- **Grau de Impacto (GI)**

É determinado a partir do somatório de três componentes:

- **ISB: Impacto sobre a Biodiversidade:** considera, por exemplo, o tipo de vegetação, o grau de conservação do habitat afetado, e a intensidade do impacto previsto;
- **CAP: Comprometimento de Áreas Prioritárias para Conservação:** leva em conta se o empreendimento afeta áreas reconhecidas pelo Ministério do Meio Ambiente como prioritárias para conservação da biodiversidade;
- **IUC: Influência sobre Unidades de Conservação:** avalia se o projeto interfere em UCs já instituídas ou em suas zonas de amortecimento.

Cada componente recebe notas ou coeficientes padronizados, definidos em tabelas específicas com atributos qualitativos, detalhadas no Decreto de 2009, que são utilizados para o cálculo final do GI, cujo valor pode variar até o limite máximo de 0,5%.

Figura 1 – Fluxograma da Fórmula de Cálculo de Compensação



Fonte: Elaboração própria, baseado no Decreto nº 6.848/2009 (2025)

A definição do GI e a validação do VR são responsabilidades do órgão ambiental licenciador, como o IBAMA, nos casos de competência federal, ou do órgão estadual equivalente, nos demais casos. Durante o processo de licenciamento ambiental, o empreendedor deve apresentar os dados técnicos e financeiros solicitados no EIA/RIMA, os quais subsidiam esse cálculo (BRASIL, 2009).

Essa abordagem visa trazer maior padronização, transparência e embasamento técnico ao processo de definição do valor da compensação ambiental. No entanto, a acurácia e efetividade do cálculo dependem da qualidade dos dados apresentados no EIA/RIMA e da capacidade técnica do órgão licenciador para realizar uma avaliação criteriosa, especialmente em contextos de alta complexidade ecológica (ABRAMPA et al., 2020).

A etapa seguinte ao cálculo diz respeito à destinação dos recursos arrecadados, aspecto igualmente regulamentado pela legislação brasileira. Antes da promulgação da Lei Federal nº 13.668/2018, os valores oriundos da compensação ambiental eram repassados diretamente aos órgãos gestores das Unidades de Conservação (UCs) por meio do orçamento público, o que gerava entraves operacionais como baixa execução orçamentária, morosidade em licitações e dificuldades para aplicação prática dos recursos em ações essenciais, como a regularização fundiária, a elaboração de planos de manejo e a aquisição de bens e serviços (ABRAMPA et al., 2020).

Com a adoção da referida lei, foi promovida uma mudança significativa no modelo de gestão dos recursos, permitindo que os valores da compensação ambiental sejam depositados em instituições financeiras oficiais federais e administrados por fundos privados específicos, sem necessidade de licitação, desde que mantido o controle e a transparência pelo poder público (BRASIL, 2018). Essa inovação permitiu maior agilidade na contratação de serviços, execução de projetos e aquisição de materiais, viabilizando a aplicação efetiva dos recursos em Unidades de Conservação sob a supervisão de órgãos como o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBIO) (ABRAMPA et al., 2020).

Em alguns casos específicos, como o do bioma Mata Atlântica, instituiu-se a Lei nº 11.428/2006, que exige que a compensação ambiental seja feita por meio da destinação de áreas externas equivalentes para preservação ou recuperação. A norma visa proteger a vegetação nativa e assegurar o uso sustentável do bioma (BRASIL, 2006).

2.2 Conceitos Fundamentais sobre Biodiversidade

No Brasil, a biodiversidade desempenha um papel estratégico não apenas pela sua riqueza biológica, abrigando cerca de 20% de todas as espécies do planeta, mas também pelos serviços ecossistêmicos essenciais que oferece. Dentre eles, destacam-se a regulação climática, o controle da erosão, a polinização de cultivos, a recarga de aquíferos e a preservação da qualidade da água (MMA, 2024). Tais funções são essenciais não apenas para o equilíbrio

ecológico, mas também para a segurança alimentar, hídrica e climática da população brasileira e global.

Além disso, os biomas brasileiros representam reservatórios genéticos valiosos, com potencial para o desenvolvimento de tecnologias, medicamentos e soluções sustentáveis para diversos setores produtivos, como aponta o Ministério do Meio Ambiente e Mudanças do Clima. A conservação da biodiversidade nacional, portanto, transcende o valor ecológico e assume uma dimensão estratégica, econômica e social, integrando-se aos compromissos internacionais assumidos pelo país, como a Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB).

Essa Convenção foi criada durante a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, conhecida como Cúpula da Terra ou ECO-92, realizada no Rio de Janeiro de 3 a 14 de junho de 1992 (UNITED NATIONS, 1992). Participaram do evento representantes de 179 países, além de milhares de organizações não governamentais, agências internacionais e membros da sociedade civil (CDB, 2011). A CDB tem como objetivos principais a conservação da diversidade biológica, o uso sustentável de seus componentes e a repartição justa e equitativa dos benefícios derivados da utilização dos recursos genéticos. (MMA, 2020).

Diante dos crescentes desafios ambientais globais, a proteção da biodiversidade tornou-se uma prioridade estratégica não apenas para a sustentabilidade ambiental, mas também para a sustentabilidade econômica e social das nações. A manutenção dos ecossistemas saudáveis é indispensável para enfrentar os efeitos das mudanças climáticas, prevenir desastres naturais, garantir o abastecimento de água e alimentos e promover o bem-estar humano (IPBES, 2019). Nesse contexto, torna-se fundamental integrar a biodiversidade aos planejamentos de políticas públicas, ao ordenamento territorial e aos modelos de produção, reconhecendo que sua perda representa um risco sistêmico para o desenvolvimento. O Brasil, por sua megadiversidade e responsabilidade ambiental, ocupa uma posição central nos esforços globais para a conservação e o uso sustentável da vida no planeta (MMA, 2024).

2.3 Impactos das Atividades Antrópicas na Biodiversidade Brasileira

A biodiversidade brasileira vem enfrentando ameaças crescentes, como o desmatamento, a degradação de habitats, a fragmentação de ecossistemas, a poluição e os impactos das mudanças climáticas. A Mata Atlântica, por exemplo, já perdeu grande parte de sua cobertura original, o que serve de alerta para a necessidade de proteção mais efetiva de

outros biomas igualmente vulneráveis, como o Cerrado, a Caatinga, os Pampas, o Pantanal e a Amazônia (MMA, 2024).

De acordo com o Painel Intergovernamental sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (IPBES), aproximadamente um milhão de espécies de animais e plantas estão atualmente ameaçadas de extinção, número sem precedentes na história humana. A atual crise da biodiversidade já é comparada por cientistas aos grandes eventos de extinção em massa ocorridos na história da Terra, com a diferença de que agora a principal causa é antrópica, ou seja, resultante das atividades humanas (IPBES, 2019).

Um dos principais agentes dessa transformação é o desmatamento, muitas vezes impulsionado pela expansão agropecuária, mineração, exploração madeireira e urbanização desordenada. A supressão da vegetação nativa compromete a integridade dos ecossistemas, afeta ciclos hidrológicos e reduz a conectividade entre habitats, o que coloca em risco espécies endêmicas e sensíveis. Além disso, a fragmentação ecológica causada por estradas, barragens e grandes empreendimentos compromete o fluxo gênico entre populações silvestres, aumentando sua vulnerabilidade à extinção (IPBES, 2019).

Outro fator preocupante é a poluição, especialmente em regiões de intensa atividade industrial, mineração e de grande utilização de agrotóxicos. Substâncias químicas lançadas no solo e na água impactam diretamente a fauna e a flora locais, alterando as cadeias alimentares e a qualidade ambiental dos ecossistemas. A poluição atmosférica, por sua vez, contribui para o aquecimento global, agravando o estresse sobre espécies já ameaçadas (MMA, 2024).

Diante desse cenário, torna-se evidente que a degradação da biodiversidade brasileira não é apenas uma questão ambiental, mas também econômica, social e de segurança nacional. A adoção de estratégias integradas de conservação é indispensável para garantir a sobrevivência das espécies, visando reverter a curva de perda e garantir a resiliência ecológica e o bem-estar das gerações futuras (IPBES, 2019; MMA, 2024).

2.4 Biomas

Os Biomas Brasileiros representam conjuntos ecológicos de grande complexidade, caracterizados por condições climáticas, geológicas, hidrológicas e biológicas próprias, que resultam em uma rica diversidade de espécies e paisagens. Esses ecossistemas desempenham um papel crucial na regulação climática, no ciclo da água, na conservação do solo e na manutenção da biodiversidade, prestando serviços ecossistêmicos essenciais tanto em escala

nacional quanto global (MMA, 2020b). No entanto, apesar de sua importância ecológica e socioeconômica, os biomas vêm enfrentando pressões cada vez mais intensas, resultantes de práticas insustentáveis, como o desmatamento, a expansão agropecuária, a mineração e a urbanização desordenada. Tais ameaças comprometem não apenas os habitats naturais, mas também a estabilidade ambiental e o bem-estar das populações humanas que deles dependem direta ou indiretamente (IPBES, 2019).

O desmatamento, em particular, destaca-se como a principal ameaça à integridade dos biomas brasileiros. Em 2022, o país perdeu aproximadamente 2,05 milhões de hectares de vegetação nativa, representando um aumento de 22,3% em relação ao ano anterior (MAPBIOMAS, 2023).

Para ilustrar a magnitude dessa degradação, a Tabela 1 apresenta um panorama das áreas aproximadas de cada bioma brasileiro, bem como seus respectivos níveis de degradação da vegetação nativa, segundo dados do MapBiomas — Plataforma de Avaliação de Degradação da Vegetação Nativa — no ano de 2024. Em seguida, serão abordadas particularidades de cada bioma separadamente.

Tabela 1 – Nível de Degradação dos Biomas

Bioma	Área Aproximada (km²)	Degradação da Vegetação Nativa (%)
Amazônia	4.212.742	5,4% a 9,8%
Cerrado	2.036.448	19,2% a 45,3%
Mata Atlântica	1.110.000	36% a 73%
Caatinga	844.453	18% a 54%
Pampa	176.496	19% a 55%
Pantanal	150.988	6,8% a 19%

Fonte: Elaboração própria, com base em dados do MapBiomas (2024)

Esses dados evidenciam que todos os biomas brasileiros apresentam algum grau de degradação em sua vegetação nativa, com destaque para a Mata Atlântica e o Cerrado, que possuem os maiores percentuais e áreas degradadas, respectivamente. A degradação compromete a integridade ecológica dos biomas, afetando a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos

essenciais para o equilíbrio ambiental e o bem-estar humano, reforçando a urgência na implementação de estratégias eficazes de conservação e compensação ambiental (MAPBIOMAS, 2024).

2.4.1 Amazônia

A Amazônia é o maior bioma brasileiro e um dos mais extensos do planeta, destacando-se por sua vasta floresta tropical úmida e uma impressionante diversidade de espécies. Esse ecossistema é fundamental para o equilíbrio climático global, atuando como um grande reservatório de carbono e regulador do ciclo da água. Além disso, fornece recursos naturais e abriga comunidades que dependem de seus serviços ambientais. No entanto, enfrenta graves ameaças, como o desmatamento acelerado, as queimadas e a exploração ilegal de recursos, que comprometem sua preservação (MMA, 2021).

2.4.2 Cerrado

O Cerrado, frequentemente chamado de savana brasileira, ocupa uma vasta área do território nacional e se destaca por sua vegetação diversificada, que inclui desde campos abertos a formações florestais. Esse bioma é essencial para a formação de importantes bacias hidrográficas, como as dos rios São Francisco e Tocantins, sendo essencial para o equilíbrio hidrológico de boa parte do Brasil. Apesar de sua relevância ecológica, o Cerrado vem sofrendo devido à intensa conversão de seus habitats em áreas de atividades agropecuárias, que colocam em risco sua biodiversidade única (MMA, 2022a).

2.4.3 Mata Atlântica

A Mata Atlântica é um dos biomas mais ricos em biodiversidade do planeta, destacando-se pelo elevado número de espécies endêmicas e pela oferta de serviços ecossistêmicos fundamentais, como a regulação climática, a proteção de mananciais e o controle da erosão. No entanto, pressões antrópicas, como a expansão urbana, a agropecuária, o desmatamento e a poluição, têm provocado intensa fragmentação dos habitats, gerando perda significativa de biodiversidade e comprometendo funções ecológicas essenciais. A desconexão entre os remanescentes florestais enfraquece os ecossistemas, dificultando o deslocamento das espécies, a troca genética e a regeneração natural, o que agrava ainda mais os impactos sobre a estabilidade ambiental (SOS MATA ATLÂNTICA, 2025).

2.4.4 Caatinga

A Caatinga é um bioma exclusivamente brasileiro, caracterizado pelo clima semiárido, formada por espécies que se adaptaram às condições de seca e que não existem em nenhum outro lugar do mundo. Além de sua riqueza natural, esse bioma é fundamental para garantir serviços ecossistêmicos indispensáveis, como a proteção do solo, o equilíbrio dos ciclos hídricos e a regulação climática em regiões de clima extremo. Apesar de sua importância, a Caatinga enfrenta ameaças como o desmatamento, a degradação do solo e a desertificação, provocados principalmente pela exploração excessiva dos recursos e práticas agrícolas sem manejo sustentável (MMA, 2022b).

2.4.5 Pampa

Localizado no extremo sul do Brasil, o Pampa é caracterizado por suas vastas áreas de campos abertos e vegetação rasteira. Esse bioma abriga uma biodiversidade única, com espécies de fauna e flora altamente adaptadas aos ecossistemas de campo. Além de sua riqueza natural, desempenha um papel fundamental na manutenção dos serviços ecossistêmicos, como a conservação do solo e dos recursos hídricos. Contudo, a conversão dos campos nativos para a agricultura intensiva, especialmente para monoculturas, tem causado a degradação dos habitats, a perda de biodiversidade e a fragmentação da paisagem, tornando urgente a adoção de práticas de conservação e manejo sustentável para proteger esse bioma (MMA, 2022c).

2.4.6 Pantanal

O Pantanal é considerado a maior planície alagável do mundo, marcado por ciclos naturais de cheias e secas que sustentam uma paisagem dinâmica e uma biodiversidade extremamente rica. Esse bioma é essencial para a manutenção dos recursos hídricos e o equilíbrio ecológico da região. Sua rede de áreas úmidas funciona como uma espécie de esponja natural, regulando o fluxo das águas, favorecendo a recarga dos aquíferos e controlando enchentes. Apesar de sua importância ambiental, o Pantanal sofre crescentes ameaças, como queimadas, desmatamento e os impactos das mudanças climáticas, que comprometem seus ecossistemas e reforçam a urgência de ações voltadas para sua proteção e manejo responsável (MMA, 2022d).

2.5 Formas de Mensurar Perdas de Biodiversidade

A mensuração das perdas de biodiversidade decorrentes de empreendimentos com significativo impacto ambiental é um componente fundamental para garantir que as medidas de compensação sejam justas, proporcionais e efetivas. A quantificação dos impactos sobre os ecossistemas permite não apenas estabelecer metas claras de recuperação, mas também orientar decisões com base em evidências ecológicas, fortalecendo a transparência e a credibilidade do processo de licenciamento ambiental. Essa abordagem contribui para uma gestão ambiental mais estratégica e eficaz na restauração da biodiversidade e na integridade dos ecossistemas afetados (IPBES, 2019).

Nesse cenário, segundo a Plataforma Intergovernamental sobre Biodiversidade, diversas nações vêm desenvolvendo metodologias padronizadas voltadas à mensuração ecológica de perdas e ganhos de biodiversidade. Casos como o da Austrália e do Reino Unido demonstram avanços significativos nesse campo, com metodologias consolidadas que oferecem instrumentos técnicos para embasar políticas públicas e garantir que a compensação ambiental gere benefícios reais, monitoráveis e de longo prazo (DUDLEY; STOLTON, 2022).

2.5.1 Mensuração no Contexto Brasileiro

A legislação ambiental brasileira estabelece mecanismos para compensar os impactos significativos causados por empreendimentos, visando a proteção e preservação do meio ambiente. Um dos principais instrumentos é a compensação ambiental, regulamentada pelo Decreto nº 6.848/2009. A metodologia de cálculo busca padronizar a forma como o valor a ser destinado pelos empreendedores é estimado, com base em critérios objetivos definidos a partir de informações fornecidas no EIA/RIMA. Para isso, o decreto considera dois elementos centrais: o Valor de Referência (VR), que representa os custos de implantação do empreendimento (desconsiderando investimentos em mitigação e encargos financeiros), e o Grau de Impacto (GI), calculado a partir da influência do projeto sobre a biodiversidade, sobre áreas prioritárias para conservação e sobre unidades de conservação e suas zonas de amortecimento (Cálculo detalhado discutido no tópico 2.1.4).

Esse modelo gera como produto um valor monetário a ser obrigatoriamente aplicado na criação, manutenção ou estruturação de Unidades de Conservação de Proteção Integral, como definido pela Lei nº 9.985/2000 e seu regulamento. Embora represente um avanço no sentido de incorporar critérios técnicos à definição da compensação, a metodologia ainda opera com

uma lógica essencialmente financeira e indireta, convertendo o impacto ambiental em valor econômico com base no custo do empreendimento, e não necessariamente a partir de indicadores diretos de perda ecológica (SÁNCHEZ, 2013; ABRAMPA, 2020).

Essa limitação vem sendo amplamente discutida por especialistas da área ambiental, que destacam a ausência de métricas ecológicas padronizadas como um dos principais obstáculos à efetividade da compensação ambiental no Brasil. A compensação atualmente praticada carece de mecanismos que permitam quantificar objetivamente as perdas em biodiversidade, seja em termos de espécies afetadas, degradação de habitats ou prejuízos aos serviços ecossistêmicos. Essa lacuna compromete a equivalência entre o impacto ambiental causado e as ações compensatórias implementadas, limitando o potencial restaurativo da medida (FONSECA, 2015).

2.5.2 Mensuração no Contexto Australiano

A Austrália possui uma metodologia consolidada para mensurar perdas e ganhos de biodiversidade, com foco na compensação ambiental baseada em evidências ecológicas. A principal ferramenta utilizada é o *Environmental Offsets Policy*, particularmente através da *Biodiversity Assessment Method* (BAM), adotada no estado de New South Wales, e políticas semelhantes em outros estados, como Victoria e Queensland (DEPARTMENT OF PLANNING, 2020).

Essa abordagem se baseia no princípio de que qualquer impacto residual significativo à biodiversidade deve ser compensado por ganhos equivalentes ou superiores em outras áreas, promovendo o conceito de “*no net loss*” (nenhuma perda líquida de biodiversidade). O cálculo é feito por meio de unidades de biodiversidade padronizadas, chamadas “*biodiversity credits*”, que levam em conta:

- Tipo de vegetação nativa afetada;
- Condição ecológica da área (estrutura, composição de espécies, função ecológica);
- Raridade e importância de espécies e habitats ameaçados;
- Integridade da paisagem e conectividade ecológica.

A ferramenta utiliza uma fórmula matemática que compara o estado atual de uma área impactada com a condição de referência (área ideal sem impactos), e estima a perda potencial de valor ecológico. Em contrapartida, exige que a área compensatória proporcione um ganho mensurável em biodiversidade, superior à perda estimada.

O sistema australiano também incorpora critérios temporais (como risco de degradação futura ou tempo para recuperação do habitat), o que influencia o número de créditos exigidos. O resultado é uma métrica clara, que orienta decisões de licenciamento, restauração e investimentos compensatórios.

2.5.3 Métrica de Biodiversidade do Reino Unido

A métrica de Biodiversidade britânica foi desenvolvida pelo Departamento de Meio Ambiente, Alimentação e Assuntos Rurais do Reino Unido (DEFRA) em colaboração com o *Natural England*, órgão técnico responsável por implementar políticas ambientais no país. Atualmente representa uma das metodologias mais robustas e consolidadas para mensurar perdas e ganhos ecológicos decorrentes de atividades antrópicas. Sua criação está inserida no contexto da política de *Biodiversity Net Gain* (Ganho Líquido de Biodiversidade), um compromisso legal previsto no *Environment Act 2021*, que determina que qualquer novo empreendimento deve deixar a natureza em estado melhor do que foi encontrado (DEFRA, 2021).

A primeira versão da métrica surgiu como resposta à necessidade de padronizar a avaliação dos impactos sobre a biodiversidade no processo de licenciamento ambiental, com base em critérios ecológicos objetivos. Desde então, passou por diversas atualizações técnicas e metodológicas, resultando na atual versão, desenvolvida pelo *Natural England* com apoio de pesquisadores, profissionais de campo e gestores públicos. O processo de criação da métrica incluiu testes-piloto com usuários de diferentes níveis técnicos, como consultores ambientais, agentes licenciadores e organizações de conservação. A métrica foi ajustada ao longo do tempo com base em feedbacks reais de aplicação em campo, o que garantiu sua validação científica e operacional. As adaptações resultaram em uma ferramenta técnica robusta, mas com uso simplificado, permitindo que fosse incorporada tanto por grandes empreendimentos quanto por pequenas intervenções urbanas.

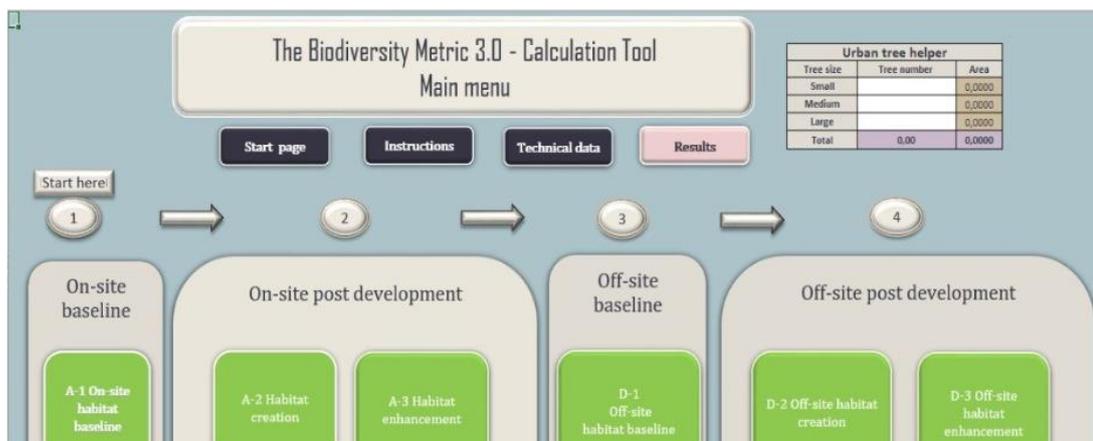
Além das planilhas automatizadas de cálculo, a métrica britânica é acompanhada de dois documentos fundamentais: o Guia do Usuário e o Suplemento Técnico. Esses documentos foram elaborados pelo *Natural England* e o DEFRA, e têm como objetivo garantir que o uso da ferramenta seja técnico, padronizado e acessível, orientando a tomada de decisão e assegurando a confiabilidade dos resultados.

O Guia do Usuário oferece instruções práticas sobre como preencher cada aba da planilha, além de orientações sobre conceitos centrais, como o que se entende por habitat, quando e como aplicar compensações *off-site*, e como interpretar os resultados gerados.

Já o Suplemento Técnico é mais detalhado e apresenta os fundamentos científicos e metodológicos da métrica. Ele descreve como os habitats devem ser classificados, avaliados e pontuados com base em critérios ecológicos definidos e testados. Um dos pontos mais relevantes desse documento é a explicação de atributos padronizados que recebem pontuações numéricas, os quais são cruciais para calcular o número de unidades de biodiversidade.

A Figura 2 apresenta o menu da ferramenta, que consiste em uma planilha desenvolvida em Excel com automações e fórmulas que facilitam o cálculo de unidades de biodiversidade. O processo é dividido em quatro etapas principais, envolvendo a inserção de dados sobre os habitats afetados, tanto no local do empreendimento (*on-site*) quanto fora dele (*off-site*).

Figura 2 – Menu da Métrica de Biodiversidade Britânica



Fonte: DEFRA (2021)

A primeira etapa é chamada de linha de base no local (*on-site baseline*). Nesse momento, são inseridas as informações sobre os habitats que existem na área do empreendimento antes da intervenção. Isso inclui o tipo de habitat (como floresta, zona úmida ou campo aberto), sua área total em hectares, a condição ecológica atual (avaliada com base em critérios técnicos, como estrutura da vegetação, presença de espécies-chave, ausência de espécies invasoras) e o valor estratégico daquela localização no contexto da conservação regional.

Na segunda etapa, denominada pós-desenvolvimento no local (*on-site post development*), o foco passa a ser nas intervenções que serão feitas dentro da área do

empreendimento. Isso inclui dois caminhos principais: a criação de novos habitats no local, ou seja, a introdução planejada de áreas vegetadas com finalidade ecológica; e a melhoria ou restauração de habitats já existentes, como por exemplo a recuperação de um fragmento degradado por meio do plantio de espécies nativas ou do controle de invasoras.

A terceira etapa trata da linha de base fora do local (*off-site baseline*), onde são levantadas informações sobre áreas externas ao empreendimento que serão utilizadas como parte da compensação ambiental. Essas áreas podem já conter habitats com valor ecológico, e os dados inseridos aqui seguem a mesma lógica da linha de base do local, com informações sobre tipo de habitat, área, condição e importância estratégica. O objetivo principal dessa etapa é verificar se a área escolhida para compensação é ambientalmente adequada e medir o quanto ela pode ganhar em valor ecológico, garantindo que a compensação atenda ao princípio da equivalência ecológica.

Por fim, a quarta etapa corresponde ao pós-desenvolvimento fora do local (*off-site post development*). Nessa fase, o empreendedor apresenta as ações de compensação que pretende realizar em outras regiões — fora da área de impacto direto — para compensar eventuais déficits de biodiversidade. Assim como nas intervenções locais, essas ações podem envolver tanto a criação de novos habitats como a melhoria ecológica de habitats já existentes, desde que essas áreas estejam tecnicamente aptas a contribuir para os objetivos de conservação e cumpram os critérios de equivalência ecológica.

Um dos aspectos centrais que torna a métrica tão eficaz e objetiva é o uso de valores numéricos padronizados para avaliar os diferentes atributos ecológicos de cada habitat analisado. Esses valores estão incorporados na ferramenta de cálculo, sendo atribuídos de forma automática à medida que o usuário seleciona os parâmetros correspondentes ao habitat. A partir dessas seleções, a planilha realiza os cálculos automáticos, conforme a Equação 2, que consiste no produto dos fatores de cada atributo, de acordo com as pontuações recebidas. Esse processo garante uniformidade na aplicação da métrica, reduzindo subjetividades e assegurando que os resultados reflitam critérios técnicos consistentes.

$$\textit{Unidades de Biodiversidade} = \textit{Área} \times \textit{Condição} \times \textit{Distinção} \times \textit{Localização Estratégica}$$

Equação 2

A base do funcionamento da ferramenta e os critérios estabelecidos para cada pontuação está contido em tabelas técnicas padronizadas disponibilizadas no Suplemento Técnico da métrica. Essas tabelas foram desenvolvidas com base em ampla revisão científica e testes de campo, e classificam os habitats segundo três atributos principais:

- **Condição:**

A condição do habitat é avaliada com base em listas de verificação específicas. O usuário avalia critérios como diversidade estrutural, ausência de espécies invasoras, presença de espécies indicadoras, e classifica a condição como boa, média ou ruim, e a ferramenta atribui uma pontuação para cada uma, de acordo com critérios estabelecidos previamente (por exemplo, 1,0 para boa, 0,7 para moderada, 0,4 para ruim).

- **Distinção:**

Cada tipo de habitat recebe uma pontuação conforme sua raridade, importância ecológica e vulnerabilidade. Habitats de alta distinção (como florestas nativas ou zonas úmidas raras) recebem pontuações mais elevadas, de 6 pontos, enquanto habitats de média ou baixa distinção recebem valores menores, de 4 e 2 pontos, respectivamente. A classificação dos níveis de distinção de cada habitat é estipulada previamente, de acordo com análises técnicas de órgãos ambientais e das políticas vigentes.

- **Localização Estratégica:**

Esse atributo considera a relevância da localização geográfica do habitat no contexto das estratégias de conservação vigentes. Quanto maior sua importância ecológica para a biodiversidade regional, maior será o fator de multiplicação aplicado ao cálculo. A pontuação varia de 1,0 a 1,15, sendo que habitats situados em áreas de alta prioridade para conservação — como Unidades de Conservação, corredores ecológicos ou Áreas Prioritárias — recebem os valores mais altos, refletindo sua contribuição ampliada para a conectividade ecológica, a proteção de espécies e a manutenção dos processos naturais.

A Figura 3 apresenta o painel da ferramenta de cálculo, onde o usuário insere as informações sobre os habitats, incluindo tipo, área, condição ecológica, nível de distinção e localização estratégica. As células brancas indicam os campos destinados à inserção manual dos dados, enquanto as células em marrom representam as de preenchimento automático, onde as pontuações e coeficientes de cada atributo são automaticamente aplicados.

Figura 3 – Painel da Ferramenta de Cálculo

Habitats and areas				Distinctiveness	Suggested action to address habitat losses	Ecological baseline
Ref	Broad habitat	Habitat type	Area (hectares)			
1	Urban	Allotments	200	Low	Within area formally identified in local strategy	1380,00
2	Grassland	Floodplain Wetland Mosaic (CFGM)	120	High		1655,00

Fonte: DEFRA (2021)

O resultado é um valor padronizado de Unidades de Biodiversidade, que pode ser comparado entre diferentes cenários, antes e depois do empreendimento e entre locais distintos, permitindo uma comparação direta entre perdas e ganhos. Essas ponderações garantem que a compensação não seja apenas quantitativa, mas também ecologicamente significativa.

A estrutura da métrica facilita não apenas o cálculo, mas também a auditoria e validação técnica do processo. Além disso, fortalece a confiança dos órgãos ambientais e da sociedade civil, pois cada decisão e cada número gerado pode ser rastreado até critérios objetivos e públicos. A metodologia é transparente e baseada em evidências científicas. O produto final é um relatório com o saldo líquido de biodiversidade, que orienta a exigência ou aprovação de medidas compensatórias no processo de licenciamento. Para ilustrar de forma mais clara os avanços propostos pela abordagem adotada neste estudo, o Quadro 1 apresenta um resumo comparativo entre os principais elementos do modelo brasileiro vigente e as diretrizes de metodologias internacionais consolidadas, como a utilizada no Reino Unido. Esse quadro permite visualizar, de maneira sintética, os principais pontos entre os dois sistemas, evidenciando as lacunas do cenário atual e o potencial de aprimoramento por meio da adoção de métricas mais técnicas, transparentes e auditáveis.

Quadro 1 – Resumo comparativo entre metodologias

Aspecto	Modelo Brasileiro Vigente	Metodologia Britânica (DEFRA)
Mensuração de perdas de biodiversidade	Ausência de metodologia padronizada; compensação realizada por base financeira.	Ferramenta quantitativa que atribui valores ecológicos a habitats afetados.
Crítérios de avaliação	Subjetivos; baseados em laudos técnicos amplos.	Crítérios objetivos como tipo de habitat, condição, distinção e importância estratégica.
Instrumento de cálculo	Não há ferramenta padronizada.	Ferramentas DEFRA Metric, consolidada e validada por especialistas da área ambiental.
Resultado	Compensação subjetiva, sem garantia de equivalência ecológica em relação às perdas.	Compensação mensurável e comparável, com foco em ganho líquido de biodiversidade.
Transparência	Baixa; decisões muitas vezes pouco acessíveis e não comparáveis.	Alta; com métricas auditáveis e verificáveis.

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

3 METODOLOGIA

Diante da necessidade de aprimorar os processos de mensuração e compensação ambiental no Brasil, este estudo propôs o desenvolvimento da Métrica de Biodiversidade Brasileira – BioDBR, a partir da adaptação da ferramenta britânica DEFRA Biodiversity Metric. A criação da ferramenta foi precedida por uma ampla pesquisa documental e técnica, com o objetivo de identificar as principais lacunas nos métodos atualmente utilizados em processos de licenciamento ambiental no país. Essa investigação envolveu tanto a análise da legislação nacional quanto a revisão de referências metodológicas consolidadas em outros países.

A escolha pela ferramenta britânica como base se deu por sua reconhecida robustez técnica, aplicabilidade prática e por já estar em uso em processos de licenciamento ambiental no Reino Unido. Sua estrutura metodológica objetiva, baseada na atribuição de valores quantitativos a atributos ecológicos, proporciona maior transparência e comparabilidade nos processos decisórios. Além disso, destaca-se como um modelo alinhado às melhores práticas internacionais, o que representa um avanço para o contexto brasileiro, onde ainda predominam métodos com elevado grau de subjetividade e pouca padronização. Assim, adaptar uma metodologia já testada e validada em escala internacional permitiu acelerar a construção de uma ferramenta mais sólida, respeitando as especificidades ambientais, legais e territoriais do Brasil.

A adaptação da ferramenta para o contexto nacional levou em consideração as particularidades ecológicas dos biomas brasileiros e as exigências da legislação ambiental vigente, como a Política Nacional de Meio Ambiente (Lei nº 6.938/1981) e os requisitos estabelecidos pelos Estudos de Impacto Ambiental (EIA) e Relatórios de Impacto Ambiental (RIMA), regulamentados pela Resolução CONAMA nº 01/1986. Também foram observadas as diretrizes associadas à compensação ambiental, previstas no Decreto nº 6.848/2009.

O funcionamento da métrica se baseia na quantificação dos impactos sobre a biodiversidade, convertendo atributos qualitativos dos habitats em valores numéricos. Esses dados são processados automaticamente em uma planilha desenvolvida em Excel, que calcula as Unidades de Biodiversidade (UB) — indicador que expressa o valor ecológico dos habitats avaliados. A lógica de cálculo segue uma estrutura semelhante à ferramenta britânica, utilizando a combinação dos atributos de Distinção, Condição e Localização Estratégica, com o acréscimo de uma variável que representa a Importância Ecológica do Bioma, visto que o impacto

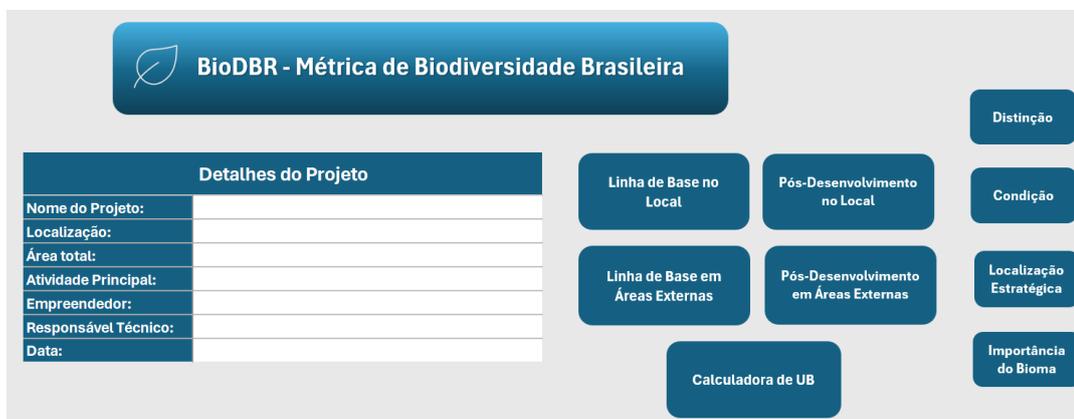
ambiental em um mesmo tipo de habitat pode ser mais ou menos significativo a depender do bioma onde está inserido. A Equação 3 apresenta a fórmula para o cálculo da UB, sendo “n” o número total de habitats contidos na região do projeto. O resultado permite comparar o cenário de linha de base com o cenário pós-desenvolvimento. Essa comparação evidencia, de forma objetiva, se houve ganho, manutenção ou perda de biodiversidade em decorrência da implantação do empreendimento.

$$UB = \left(\sum_{i=1}^n (\text{Área}_i \times \text{Condição}_i \times \text{Distinção}_i \times \text{Localização Estratégica}_i) \right) \times \text{Importância do Bioma}$$

Equação 3

Esses atributos, essenciais para refletir a qualidade e a relevância ecológica dos habitats, serão detalhados no tópico 3.1, onde também serão apresentados os parâmetros e critérios utilizados realizar as classificações dentro do contexto brasileiro. A Figura 4 ilustra o menu da ferramenta, indicando as etapas onde serão inseridos os dados do projeto, assim como o detalhamento dos principais atributos.

Figura 4 – Menu da Ferramenta BioDBR



Fonte: Elaboração própria (2025)

Os dados de entrada necessários para o preenchimento da ferramenta são fornecidos diretamente pelo empreendedor, a partir das informações técnicas presentes no EIA e no RIMA. Esses documentos detalham o diagnóstico ambiental da área de influência do projeto, bem como a caracterização dos habitats impactados. Essa etapa de levantamento é fundamental para garantir que os cálculos reflitam as condições reais dos ambientes analisados.

A metodologia é dividida em quatro etapas, seguindo a estrutura da métrica do Reino Unido. Inicialmente, é definido o cenário da linha de base, que representa o estado dos habitats na área do empreendimento antes da intervenção. Em seguida, avalia-se o cenário pós-desenvolvimento no mesmo local, considerando as perdas e eventuais ações de criação ou melhoria de habitats. A partir da variação líquida entre esses dois cenários, é então realizada a análise da linha de base em áreas externas destinadas à compensação, e em seguida é feita a projeção do cenário pós-desenvolvimento, contemplando ações como restauração ecológica ou criação de novos habitats. Ressalta-se que, para que essas áreas externas sejam contabilizadas como compensação, é necessário demonstrar ganho ecológico efetivo, ou seja, apenas os acréscimos obtidos por meio de intervenções são considerados válidos. A Figura 5 apresenta uma síntese desse processo, demonstrando a sequência de preenchimento da ferramenta.

Figura 5 – Etapas Principais da Metodologia



Fonte: Elaboração própria (2025)

O valor final calculado, expresso em Unidades de Biodiversidade (UB), representa uma medida consolidada da importância ecológica dos habitats avaliados. Com base nessa quantificação, é possível interpretar se, após a implementação do empreendimento, o saldo ambiental será de ganho, manutenção ou perda de biodiversidade. Essa variação líquida é obtida pela diferença entre o total de UB do cenário pós-desenvolvimento (considerando ações dentro e fora da área do projeto) e o valor da linha de base inicial. Essa análise comparativa orienta a necessidade de compensações ambientais adicionais, garantindo maior proporcionalidade e efetividade às ações compensatórias.

O objetivo central da BioDBR é fornecer um instrumento técnico capaz de mensurar, de forma padronizada, o valor ecológico dos habitats analisados. A ferramenta serve como suporte para a definição de medidas de compensação ambiental mais eficientes, alinhadas ao princípio da equivalência ecológica, superando os limites da abordagem exclusivamente financeira atualmente utilizada no Brasil.

3.1 Atributos Principais

A etapa central da ferramenta BioDBR consiste na avaliação de quatro atributos qualitativos dos habitats — Distinção, Condição, Localização Estratégica e Importância do Bioma — que traduzem tanto as características ecológicas quanto a relevância dos ambientes no contexto da conservação. Esses atributos são fundamentais para assegurar que a compensação ambiental seja proporcional aos impactos gerados, alinhada ao princípio da equivalência ecológica, como previsto no Código Florestal Brasileiro.

A definição dos critérios e das pontuações atribuídas foi realizada a partir da análise do Suplemento Técnico da métrica britânica, que estabelece os parâmetros de classificação, as pontuações e os critérios técnicos para avaliação dos habitats. Esse documento foi elaborado com base em extensa revisão científica, validações de campo e contribuições de especialistas da Natural England e da DEFRA, visando garantir precisão na avaliação dos habitats.

A adaptação para o contexto brasileiro exigiu a análise crítica desses conceitos, considerando as particularidades dos biomas nacionais, ecologicamente distintos dos habitats europeus. Assim, os critérios foram alinhados à legislação ambiental vigente e às diretrizes técnicas do país, garantindo consistência ecológica e aderência normativa. As principais referências utilizadas foram:

- Lei nº 9.985/2000 (SNUC) e seu Decreto nº 4.340/2002, que definem categorias, funções e objetivos das Unidades de Conservação;
- Decreto nº 6.848/2009, que estabelece critérios para cálculo da compensação ambiental, incluindo parâmetros sobre impacto à biodiversidade e áreas prioritárias;
- Plano Nacional de Áreas Prioritárias para Conservação(MMA, 2018a), que identifica regiões críticas para a biodiversidade brasileira;
- Listas Oficiais de Espécies Ameaçadas(MMA, 2023), fundamentais na definição de habitats de alta distinção;

- Mapas de Cobertura Vegetal e Uso da Terra (INPE, 2025), essenciais para avaliar a condição ecológica dos habitats;
- Planos de Manejo de Unidades de Conservação, Mapas de Conectividade Ecológica e Corredores Ecológicos, que embasaram os critérios de Importância Estratégica.

O desenvolvimento final dos parâmetros seguiu uma abordagem baseada em revisões científicas e diretrizes técnicas de órgãos como ICMBio e MMA, além de estudos sobre conservação, conectividade e restauração ecológica nos biomas brasileiros.

Os atributos Distinção, Condição e Localização Estratégica foram organizados em três níveis de classificação — Alta, Média e Baixa — os quais expressam, respectivamente, maior, intermediária ou menor relevância ecológica no contexto do habitat avaliado. Já o atributo Importância Ecológica do Bioma foi estruturado segundo uma lógica distinta, fundamentada na representatividade, criticidade e grau de ameaça de cada bioma brasileiro, que será detalhada no tópico 3.1.4.

3.1.1 Distinção

A Distinção representa o grau de raridade, endemismo e relevância ecológica do ambiente avaliado, sendo fundamental para identificar áreas prioritárias para conservação. Na ferramenta BioDBR, esse atributo está vinculado diretamente ao tipo de habitat selecionado pelo usuário, em que cada categoria foi previamente analisada e classificada durante o desenvolvimento da metodologia, com base em referências técnicas, como mapas de cobertura e uso da terra do MapBiomas, considerando critérios como status de ameaça, presença de espécies-chave e importância biogeográfica, conforme detalhado no Apêndice A. O Quadro 2 apresenta, de forma objetiva, as classificações adotadas. Assim, ao selecionar o tipo de habitat na planilha, a pontuação correspondente ao nível de distinção é atribuída automaticamente.

Quadro 2 – Critérios de classificação do atributo de Distinção

Classificação	Descrição	Pontuação
Alta	Habitat raro, de alta relevância ecológica, legalmente protegido ou associado a espécies ameaçadas. Inclui formações florestais, zonas úmidas, campos nativos e ecossistemas reconhecidos como prioritários para conservação segundo o MMA ou ICMBio.	6

Média	Habitat de relevância ecológica regional, bem representado no bioma, mas não classificado como raro. Pode incluir vegetação secundária em regeneração ou áreas parcialmente alteradas, mas com função ecológica relevante.	4
Baixa	Habitat comum, altamente modificado, com baixa representatividade ecológica ou reduzida contribuição para a conservação da biodiversidade. Inclui áreas antropizadas, pastagens exóticas e formações sem vegetação nativa expressiva.	2

Fonte: Elaboração própria (2025)

3.1.2 Condição

A Condição Ecológica representa o estado de conservação e a integridade ambiental do habitat, refletindo sua capacidade de manter a estrutura da vegetação, a diversidade de espécies nativas e os processos ecológicos essenciais para o desenvolvimento e a reprodução da fauna e flora locais. A classificação desse atributo — Boa, Média ou Ruim — é de responsabilidade do usuário, com base em informações técnicas contidas nos estudos ambientais do empreendimento. Para orientar essa avaliação, foi elaborada uma lista de verificação, apresentada no Apêndice B, que sistematiza os principais parâmetros a serem considerados. Esse instrumento visa apoiar a interpretação das informações técnicas e garantir maior objetividade, coerência e embasamento na definição do nível de conservação dos habitats analisados.

Cada pergunta deve ser respondida conforme os dados disponíveis sobre os habitats no EIA/RIMA do empreendimento. Ao final do checklist, o número de respostas afirmativas deve ser contabilizado para classificar a condição ecológica do habitat. Habitats com 8 ou mais respostas "sim" são enquadrados como Boa condição, entre 5 e 7 respostas é considerado como Média, e 4 ou menos respostas como Ruim.

O Quadro 3 apresenta as descrições de cada categoria e as respectivas pontuações aplicadas automaticamente pela ferramenta, de acordo com a classificação estipulada pelo usuário, baseado nas respostas da lista de verificação.

Quadro 3 – Critérios de classificação do atributo de Condição

Classificação	Descrição	Pontuação
Boa	Habitat bem conservado, com alta integridade ecológica, baixa incidência de espécies invasoras, diversidade estrutural elevada e funcionamento ecológico próximo ao natural.	1,0
Média	Habitat em condição intermediária, apresentando sinais de degradação, mas ainda mantendo processos ecológicos ativos, regeneração natural e diversidade moderada.	0,7
Ruim	Habitat altamente degradado, com perda significativa de cobertura nativa, presença dominante de espécies invasoras, baixa diversidade e funcionamento ecológico comprometido.	0,4

Fonte: Elaboração própria (2025)

3.1.3 Localização Estratégica

Este atributo considera o contexto espacial e funcional do habitat dentro da paisagem, avaliando sua proximidade com áreas protegidas, corredores ecológicos e zonas prioritárias para a conservação. Trata-se de um critério que reflete o quanto a localização do habitat contribui para metas de conservação e políticas públicas ambientais. A lógica é reconhecer que um mesmo tipo de habitat pode ter maior ou menor relevância ecológica dependendo de sua posição geográfica e da sua relação com regiões consideradas prioritárias para a conservação.

A construção das categorias considerou documentos oficiais e bases de dados brasileiras, como:

- Plano Nacional de Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade (MMA, 2018a)
- Mapeamentos de conectividade e corredores ecológicos (MMA e ICMBio);
- Zonas de amortecimento e Planos de Manejo de Unidades de Conservação;

Na BioDBR, o usuário deverá selecionar, para cada habitat avaliado, a situação de Localização Estratégica da área, escolhendo uma das categorias pré-definidas na ferramenta, com base nas informações espaciais contidas no EIA e RIMA do empreendimento, que, conforme exigido pela legislação ambiental, incluem mapas temáticos e análises geográficas que indicam a localização dos habitats em relação a Unidades de Conservação, Áreas

Prioritárias para Conservação, Corredores Ecológicos e demais regiões de relevância ambiental. A partir dessa seleção, a pontuação correspondente será automaticamente atribuída a cada habitat. O Quadro 4 apresenta as descrições para as diferentes classificações.

Quadro 4 – Critérios de classificação do atributo de Localização Estratégica

Classificação	Descrição	Pontuação
Alta	Habitat localizado dentro de Unidades de Conservação, Áreas Prioritárias para Conservação ou Corredores Ecológicos oficialmente reconhecidos.	1,5
Média	Habitat localizado em zonas de amortecimento ou próximo a áreas protegidas (até 500m) ou regiões ambientalmente relevantes, com conexão parcial a redes de conservação.	1,2
Baixa	Habitat isolado, distante de Unidades de Conservação, corredores ou áreas prioritárias, com baixa relevância no contexto de conectividade ecológica regional.	1,0

Fonte: Elaboração própria (2025)

3.1.4 Importância Ecológica do Bioma

Este atributo foi introduzido para refletir a relevância ambiental dos diferentes biomas brasileiros no contexto da conservação da biodiversidade. Sua inclusão busca reconhecer que os impactos em regiões mais ameaçadas ou mais representativas exigem uma compensação diferenciada, considerando o papel que esses ecossistemas desempenham na manutenção dos serviços ecossistêmicos, no equilíbrio climático e na conservação de espécies endêmicas e ameaçadas.

As diferentes pontuações foram definidas com o objetivo de incorporar ao cálculo uma variável que reflita a relevância ecológica e a vulnerabilidade de cada bioma, como descrito no Quadro 5. Considerando que os impactos ambientais podem causar efeitos mais severos em ecossistemas já fragilizados, este atributo foi criado para reconhecer as particularidades ambientais e o estado de conservação dos biomas brasileiros, como detalhado no tópico 2.4. Essas informações foram fundamentadas em dados oficiais, como o Plano Nacional de Áreas Prioritárias para Conservação (MMA, 2018b) e levantamentos do MapBiomas.

Quadro 5 – Critérios de classificação do atributo de Importância Ecológica do Bioma

Bioma	Descrição	Pontuação
Mata Atlântica	Bioma com alta biodiversidade e elevado grau de endemismo; mais de 70% da cobertura original já foi suprimida; apresenta alta fragmentação e vulnerabilidade ecológica.	1,5
Amazônia	Maior bioma do país e uma das maiores florestas tropicais do mundo; essencial para a regulação climática continental e global; abriga mais de 10% da biodiversidade mundial.	1,5
Cerrado	Savana mais biodiversa do planeta; possui nascentes de importantes bacias hidrográficas; sofre intensa pressão de desmatamento e conversão para uso agrícola.	1,3
Pantanal	Maior planície alagável continental do mundo; crucial para a conectividade hídrica e conservação de aves aquáticas; ameaçado por queimadas, hidrelétricas e atividades agropecuárias.	1,3
Caatinga	Bioma exclusivamente brasileiro, com alta taxa de endemismo; possui baixa resiliência ecológica e regeneração limitada; sensível à desertificação.	1,3
Pampa	Menor bioma do território nacional; apresenta menor diversidade biológica em relação aos demais, mas alto grau de antropização; possui potencial relevante de regeneração ecológica.	1,0

Fonte: Elaboração própria (2025)

3.2 Dados de Entrada

O preenchimento das informações na ferramenta BioDBR depende da inserção de dados técnicos, obtidos a partir dos documentos que compõem o processo de licenciamento ambiental no Brasil, especialmente o EIA e o RIMA. Estes documentos fornecem o diagnóstico detalhado da área de influência do empreendimento, sendo a principal fonte para caracterizar os habitats e seus atributos ecológicos.

Os dados de entrada são essenciais para garantir que os cálculos realizados pela ferramenta reflitam, de forma fiel e tecnicamente embasada, as condições ecológicas reais da área avaliada. As informações requeridas abrangem os seguintes elementos:

- **Levantamento dos habitats existentes:** identificação do bioma que está inserido, bem como os diferentes tipos de habitats presentes na área do empreendimento, conforme suas características ecológicas predominantes, tais como florestas, savanas, campos, áreas úmidas, entre outros.
- **Área de ocupação dos habitats:** levantamento da extensão (em hectares) ocupada por cada tipo de habitat presente na área.
- **Condição dos habitats:** É relacionada à condição ecológica dos habitats, como detalhado no tópico 3.1.2, sendo uma avaliação qualitativa do estado de conservação dos ambientes, considerando parâmetros como integridade estrutural, diversidade biológica, presença de processos ecológicos ativos e eventual ocorrência de degradações, espécies invasoras ou fragmentação.
- **Localização Estratégica:** análise da proximidade dos habitats avaliados em relação a Unidades de Conservação, Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade, Corredores Ecológicos ou Zonas de Amortecimento, como discutido no tópico 3.1.3, baseado em instrumentos oficiais do Ministério do Meio Ambiente (MMA), do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) e em mapas de cobertura e uso da terra.

Esses dados são indispensáveis para o adequado funcionamento da ferramenta, permitindo que as análises reflitam de forma consistente o cenário ecológico da área de estudo. Dessa forma, a mensuração das perdas e ganhos de biodiversidade, bem como o dimensionamento das ações compensatórias, são realizados com maior aderência às especificidades ambientais do território brasileiro. A Figura 6 apresenta uma síntese de todos os processos envolvidos na ferramenta.

Figura 6 – Processos da Ferramenta BioDBR

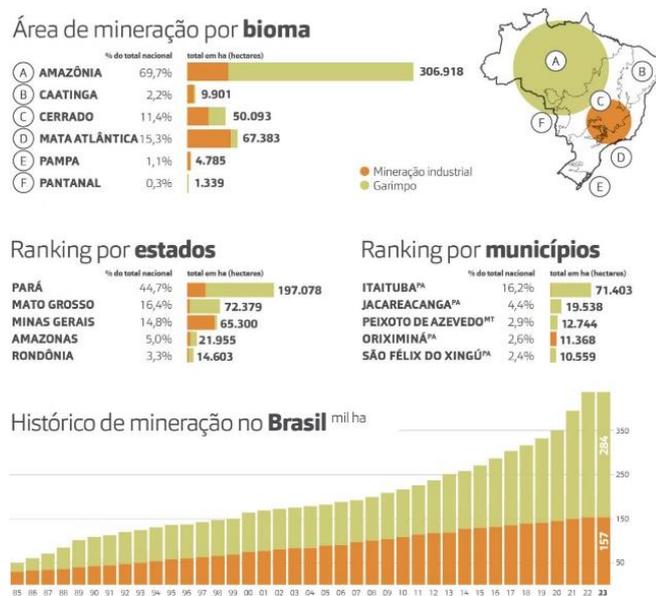
Característica	Descrição
 Funcionamento	Quantifica os impactos na biodiversidade convertendo atributos qualitativos dos habitats em valores numéricos.
 Processamento	Os dados são processados automaticamente em uma planilha do Excel.
 Lógica	Avalia os atributos dos habitats: Distinção, Condição e Importância Estratégica.
 Etapas	Quatro etapas principais que refletem a situação atual e as intervenções futuras.
 Fonte de Informação	Extraída, prioritariamente, dos documentos obrigatórios de licenciamento ambiental como EIA e RIMA.

Fonte: Elaboração própria (2025)

4 ESTUDO DE CASO - RESULTADOS E DISCUSSÕES

A mineração é uma das atividades econômicas que mais gera pressão sobre a biodiversidade no Brasil, devido à sua intensa demanda por supressão de vegetação, alteração do relevo, consumo de recursos hídricos e geração de resíduos. Segundo dados do MapBiomias (2023), entre 1985 e 2023, o Brasil acumulou cerca de 440 mil hectares de áreas mineradas, abrangendo desde mineração industrial até atividades de garimpo, como aponta a Figura 7. Esse crescimento representou mais que o dobro da área minerada desde 2010 e, em alguns contextos, como em terras indígenas e unidades de conservação, as áreas impactadas cresceram até oito vezes.

Figura 7 – Mineração no Brasil entre 1985 e 2023



Fonte: MapBiomias (2023)

Nesse contexto, a mensuração dos impactos na biodiversidade associadas à mineração torna-se um desafio essencial para garantir que os processos de licenciamento ambiental sejam conduzidos com base em critérios objetivos, transparentes e ecologicamente consistentes. A utilização de metodologias como a ferramenta BioDBR permite traduzir impactos ambientais em dados mensuráveis e comparáveis, possibilitando uma definição mais justa das áreas e ações necessárias para compensação.

Dessa forma, este estudo de caso tem como objetivo demonstrar a aplicabilidade da métrica proposta, evidenciando os resultados obtidos e as contribuições potenciais da

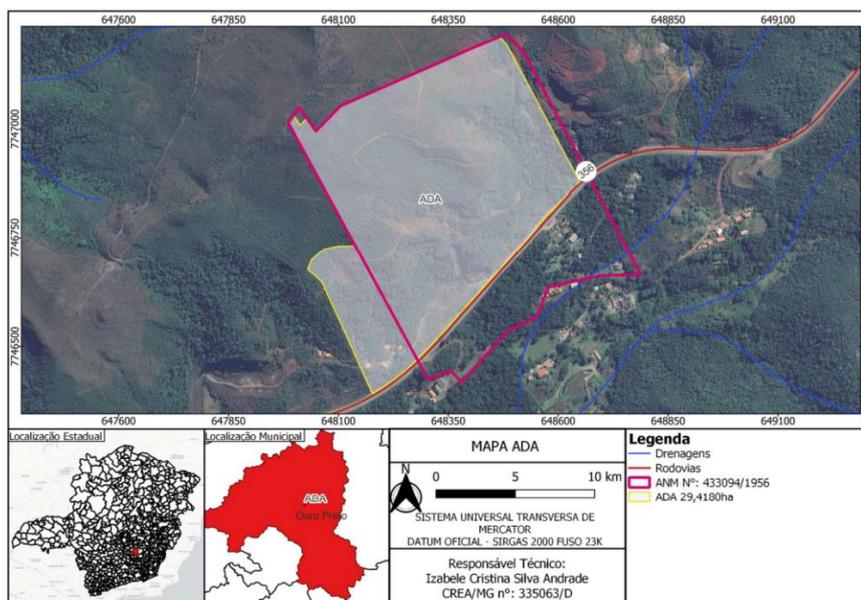
metodologia para o aprimoramento dos processos de licenciamento e da gestão ambiental no Brasil — especialmente em empreendimentos de alto impacto, como os de mineração. Para validar a utilização da métrica BioDBR em um contexto prático, foi selecionada uma mineração de ferro e manganês localizada no município de Ouro Preto – MG. A escolha desse empreendimento se deve principalmente pela região onde está inserido, e pela proximidade da área do projeto com a comunidade, evidenciando o enorme impacto socioambiental. Ressalta-se que os documentos que tratam da referida empresa são públicos, disponibilizados pelo Sistema Integrado de Informação Ambiental de Minas Gerais (SIAM).

Os dados utilizados neste capítulo foram extraídos do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) elaborado em março 2021 pela Consultoria e Empreendimentos de Recursos Minerais Ltda. CERN, referente ao Projeto Mina Patrimônio pertencente a PATRIMÔNIO MINERAÇÃO LTDA., no âmbito do Processo 4682/2021, protocolado em 21/08/2021. (CERN, 2024)

4.1 Caracterização do Empreendimento

O empreendimento está localizado no estado de Minas Gerais, no município de Ouro Preto, mais especificamente no distrito de Santo Amaro do Botafogo, e está inserido na bacia hidrográfica do Rio das Velhas, porção sul da cadeia do Espinhaço, região de alta relevância ambiental. A Figura 8 representa em amarelo a Área Diretamente Afetada (ADA) pelo projeto.

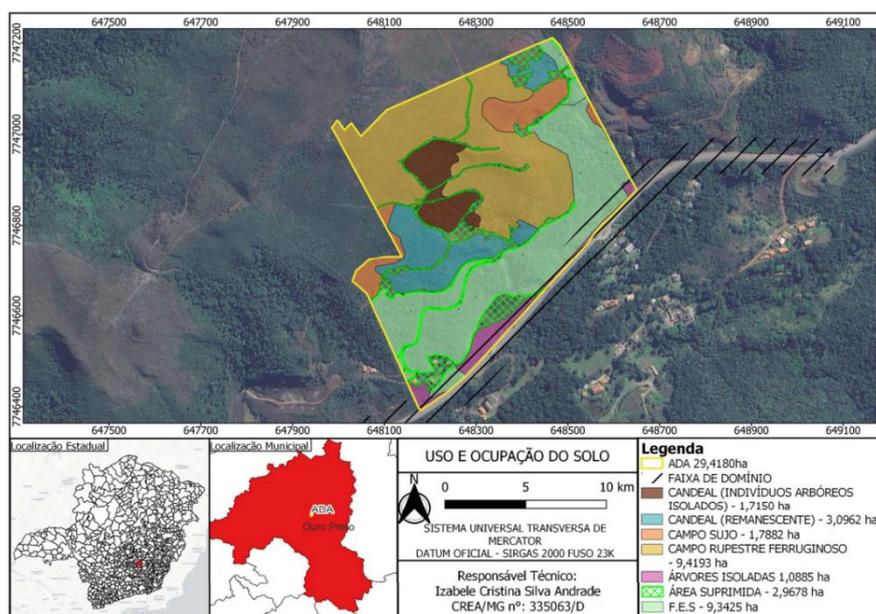
Figura 8 – ADA Projeto Mina Patrimônio



Fonte: GEOLINE ENGENHARIA (2023)

A região onde está localizada a Mina Patrimônio encontra-se dentro dos limites do Bioma Mata Atlântica, na região do Quadrilátero Ferrífero, conforme indicado pelo mapa da vegetação brasileira do IBGE. A Área Diretamente Afetada pelo empreendimento corresponde a 29,42 hectares, cuja ocupação do solo foi mapeada e classificada conforme apresentado na Figura 9. A região apresenta um mosaico de tipologias vegetais, incluindo formações de Floresta Estacional Semidecidual, Campo Rupestre Ferruginoso, Candeal e Campo Sujo. Também foram identificados trechos com vegetação antropizada.

Figura 9 – Mapa do Uso e Ocupação do Solo



Fonte: GEOLINE ENGENHARIA (2023)

Na região, foram registradas espécies vegetais e animais endêmicas e ameaçadas, com destaque para representantes da mastofauna, avifauna e herpetofauna regional. A área também possui importância ecológica por estar próxima a zonas prioritárias para conservação e por abrigar nascentes que contribuem para cursos d'água da bacia do Rio das Velhas.

A atividade principal do empreendimento consiste na lavra a céu aberto de minério de ferro e manganês, com beneficiamento a seco. O projeto prevê a movimentação de 1.500.000 toneladas por ano, incluindo a implantação de cava, unidade de tratamento de minerais (UTM), pilhas de estéril, pátios, vias internas e estruturas administrativas. O empreendimento é classificado como Classe III devido às características de operacionalização, porte e potencial poluidor.

Com base nos dados extraídos do EIA, foi possível quantificar as Unidades de Biodiversidade (UB) associadas ao cenário de linha de base, projetar o cenário pós-

desenvolvimento e calcular a variação líquida resultante das ações de impacto e compensação ambiental previstas.

4.2 Aplicação da Ferramenta BioDBR

4.2.1 Cenário de Linha de Base na Área do Projeto

A partir da análise dos dados de uso e ocupação do solo presentes no EIA, as tipologias identificadas na ADA do empreendimento foram reorganizadas de acordo com as classes padronizadas estabelecidas na metodologia BioDBR. Essa reclassificação teve como objetivo garantir a comparabilidade entre diferentes projetos e a aplicação consistente dos critérios de avaliação ecológica. O Quadro 6 apresenta as Classes de Uso Ocupação do Solo e suas categorias correspondentes.

Quadro 6 – Classificações de Uso e Ocupação do Solo da ADA

Classes de Uso e Ocupação do Solo	Classes de Habitat BioDBR	Área (ha)	%
Floresta Estacional Semidecidual	Formação Florestal (natural)	10,664	36,25
Candea – Remanescente	Formação de Savana	3,5788	12,17
Candea com indivíduos arbóreos isolados	Formação de Savana	2,3886	8,12
Campo Cerrado – Sujo – sem rendimento lenhoso	Formação de Campo	1,986	6,76
Campo Rupestre Ferruginoso	Formação de Campo	9,7121	33,00
Área Antropizada	Outras Áreas Não Vegetadas	1,0885	3,70
Total		29,4180	100

Fonte: Elaboração própria (2025)

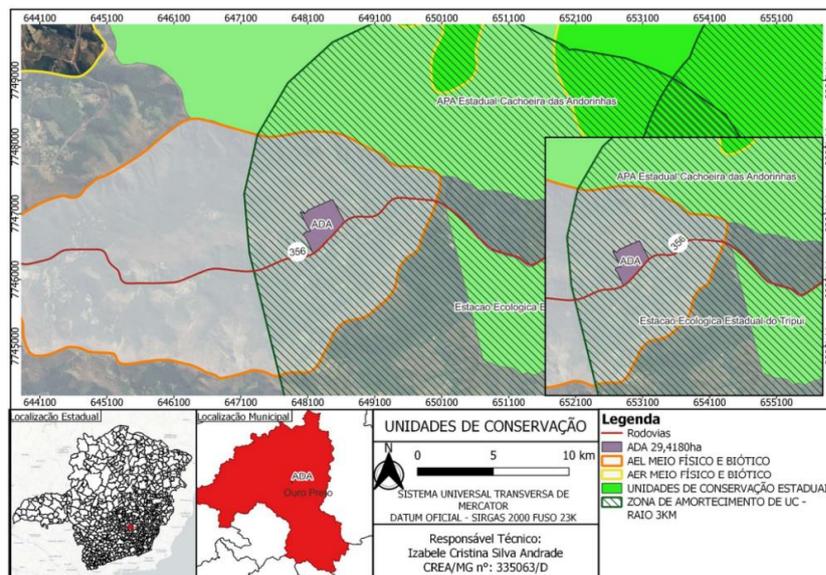
Conforme Quadro 6, as formações de “Candea” foram classificadas como “Formação de Savana”, por apresentarem dossel descontínuo e predominância de estrato herbáceo-arbustivo. Dessa forma, habitats com essa classificação tiveram suas áreas somadas, totalizando

5,97 ha. As áreas de “Campo Rupestre Ferruginoso” e “Campo Sujo” foram enquadradas como “Formação de Campo”, devido à vegetação aberta e baixa densidade arbórea. A área total desse habitat foi de 11,70 há. A “Floresta Estacional Semidecidual” foi classificada como “Formação Florestal (natural)”, dada sua estrutura bem definida e função ecológica. Já áreas sem vegetação natural, como infraestrutura e solo exposto, foram agrupadas como “Outras Áreas Não Vegetadas”. A partir da coleta e análise dessas informações, foi possível preencher os campos de habitat, área ocupada e distinção ecológica presentes na ADA.

Para avaliar a Condição Ecológica dos habitats presentes na ADA, foram aplicados checklists com base em atributos qualitativos, como a presença de espécies exóticas, sinais de degradação, grau de regeneração natural, diversidade de espécies e conectividade ecológica. Cada checklist foi preenchido individualmente com base nas informações descritas no EIA do empreendimento, permitindo uma análise criteriosa das condições locais. As respostas completas encontram-se no Apêndice B. A partir do total de respostas afirmativas obtidas para cada habitat, foi possível enquadrá-los em categorias de condição ecológica (boa, média ou ruim), conforme os critérios definidos na metodologia, detalhados no tópico 3.1.2.

Para avaliar o atributo de Localização Estratégica de cada habitat, foram analisados os mapas de Unidades de Conservação, Áreas Prioritárias e zonas de amortecimento, conforme detalhado na Figura 10. A análise teve como objetivo identificar a localização dos habitats da ADA em áreas de relevância ecológica.

Figura 10 – Unidades de Conservação em relação a Mina Patrimônio



Fonte: GEOLINE ENGENHARIA (2023)

Segundo informações sobre o meio biótico contidas no EIA do empreendimento, o projeto está localizado na Zona de Amortecimento da Estação Ecológica Estadual do Tripuí, região que desempenha um papel crucial na proteção dos limites das Unidades de Conservação. Dessa forma, todos os habitats receberam a classificação “Média” para o atributo de Localização Estratégica, segundo critérios discutidos no tópico 3.1.3.

Com base nas análises realizadas, todos os dados necessários sobre a Linha de Base na ADA foram devidamente inseridos. A partir da combinação das pontuações, foi obtido o valor de 250,29 UB no cenário analisado. A Figura 11 apresenta a visualização completa da ferramenta.

Figura 11 – Ferramenta BioDBR da Linha de Base na ADA

Habitats e Áreas			Distinção		Condição		Localização Estratégica			UB Linha de Base Local	TOTAL UB
Bioma	Tipo de Habitat	Área (hectares)	Distinção	Pontuação	Condição	Pontuação	Classificação	Localização Estratégica	Pontuação		
Mata Atlântica	Formação Florestal (natural)	10,66	Alto	6	Boa	1	Zona de Amortecimento, Corredor Ecológico ou Proximidade de Área Prioritária	Média	1,2	76,78	250,29
	Formação de Campo	11,70	Alto	6	Média	0,7	Zona de Amortecimento, Corredor Ecológico ou Proximidade de Área Prioritária	Média	1,2	58,96	
	Formação de Savana	5,97	Alto	6	Média	0,7	Zona de Amortecimento, Corredor Ecológico ou Proximidade de Área Prioritária	Média	1,2	30,08	
	Outras Áreas Não Vegetadas	1,09	Baixo	2	Ruim	0,4	Zona de Amortecimento, Corredor Ecológico ou Proximidade de Área Prioritária	Média	1,2	1,04	

Fonte: Elaboração própria (2025)

4.2.2 Cenário Pós-Desenvolvimento na Área do Projeto

Para estimar os impactos da implantação do projeto na biodiversidade local, foi elaborado o cenário de pós-desenvolvimento da Área Diretamente Afetada, com base nas informações disponibilizadas no EIA. Esse cenário considera a conversão dos habitats naturais atualmente existentes por estruturas operacionais do empreendimento, como pilhas de estéril, vias de acesso, instalações de beneficiamento, entre outras intervenções.

Como não há indicação de ações de criação ou recuperação de habitats dentro da ADA, após a supressão da vegetação presume-se que toda a área será convertida em “Outras Áreas Não Vegetadas”, classe que corresponde a regiões sem cobertura vegetal natural e sem funcionalidade ecológica. Dessa forma, todas as áreas anteriormente ocupadas por vegetação nativa serão reclassificadas com o menor valor do atributo de Distinção. Nesse cenário, baseado nos atributos qualitativos de Condição Ecológica, o habitat é classificado como “Ruim”, devido a perda significativa de cobertura nativa e funcionamento ecológico comprometido. Já o atributo de Localização Estratégica permanece como “Média”, referente a Zona de

Amortecimento anteriormente citada, por se tratar da mesma área de estudo do cenário da Linha de Base.

A partir das classificações dos atributos do habitat remanescente no cenário Pós-Desenvolvimento, as pontuações foram consolidadas na ferramenta, resultando em um valor de 42,36 UB, conforme apresentado na Figura 12.

Figura 12 – Ferramenta BioDBR no Pós-Desenvolvimento na ADA

Habitats e Áreas			Distinção		Condição		Localização Estratégica			UB Linha de Base Local	TOTAL UB
Bioma	Tipo de Habitat	Área (hectares)	Distinção	Pontuação	Condição	Pontuação	Classificação	Localização Estratégica	Pontuação		
Mata Atlântica	Outras Áreas Não Vegetadas	29,42	Baixo	2	Ruim	0,4	Zona de Amortecimento, Corredor Ecológico ou Proximidade de Área Prioritária	Média	1,2	28,24	42,36

Fonte: Elaboração própria (2025)

4.2.3 Cenário de Linha de Base em Áreas Externas ao Projeto

Com base nas informações apresentadas no EIA do Projeto Mina Patrimônio, é possível caracterizar a Linha de Base em regiões externas a ADA destinadas à compensação ambiental, como previsto na Lei da Mata Atlântica (BRASIL, 2006). Essas áreas estão localizadas no município de Januária/MG, dentro dos limites do Parque Nacional Cavernas do Peruaçu, e totalizam 56,66 ha, sendo 10,49 ha na Fazenda Santo Antônio e 46,17 ha na Fazenda Vargem Grande, conforme apresentado na Figura 13.

Figura 13 – Áreas de Compensação Florestal do Projeto Mina Patrimônio



Fonte: GEOLINE ENGENHARIA (2023)

Embora o Estudo não detalhe a distribuição interna das fitofisionomias nem apresente mapas de uso e cobertura do solo das fazendas, a natureza da compensação proposta, aliada ao contexto ecológico do bioma, permite enquadrar essas áreas, de forma conservadora, na classe “Formação Florestal (natural)”, considerando a predominância de vegetação nativa em estágio médio de regeneração e a função ecológica relevante. Com isso, as áreas externas recebem atribuição de Distinção como “Alta”, conforme os critérios propostos pela metodologia.

Em relação à Condição Ecológica, o EIA indica que as áreas são compostas por vegetação nativa em processo de regeneração natural. Dessa forma, baseado nos critérios de classificação, foi atribuída uma condição “Média” para a área em questão.

Por fim, a Localização Estratégica dessas áreas foi classificada como “Alta”, uma vez que ambas as fazendas estão inseridas no interior do Parque Nacional Cavernas do Peruaçu, Unidade de Conservação de proteção integral e reconhecida como área prioritária para conservação da biodiversidade. Na Figura 14 são mostrados os dados desse cenário, resultando em 535,44 UB.

Figura 14 – Ferramenta BioDBR na Linha de Base em Áreas Externas

Habitats e Áreas			Distinção		Condição		Localização Estratégica			UB Linha de Base Local	TOTAL UB
Bioma	Tipo de Habitat	Área (hectares)	Distinção	Pontuação	Condição	Pontuação	Classificação	Localização Estratégica	Pontuação		
Mata Atlântica	Formação Florestal (natural)	10,49	Alto	6	Média	0,7	Dentro de Unidade de Conservação ou Área Prioritária	Alta	1,5	66,09	535,44
	Formação Florestal (natural)	46,17	Alto	6	Média	0,7	Dentro de Unidade de Conservação ou Área Prioritária	Alta	1,5	290,87	

Fonte: Elaboração própria (2025)

4.2.4 Cenário Pós-Desenvolvimento em Áreas Externas ao Projeto

Para avaliar a efetividade da compensação proposta nas áreas externas ao Projeto Mina Patrimônio, foram analisados os Programas Ambientais descritos no EIA, com ênfase naqueles voltados à recomposição da vegetação, manejo da flora e fauna e reabilitação ecológica. Essas diretrizes fornecem os fundamentos para estimar o potencial de ganho efetivo de biodiversidade nessas áreas, objetivo central da metodologia.

Dentre os programas previstos, destacam-se:

- **Programa de Reabilitação de Áreas Degradadas (PRAD):** O programa define diretrizes gerais de reabilitação ecológica, incluindo controle de processos erosivos, contenção de sedimentos, condução da regeneração natural e, eventualmente, plantio de espécies nativas. Tais ações são compatíveis com um cenário de melhoria progressiva da condição ecológica.

- **Programa de Resgate e Reintrodução da Flora:** prevê o resgate de espécies vegetais antes da supressão e sua reintrodução em áreas previamente definidas. Embora o EIA não indique diretamente que essas espécies serão realocadas nas áreas de compensação, essa possibilidade não é descartada, podendo contribuir para enriquecimento florístico e aumento da diversidade local.

Com base na análise dos programas ambientais previstos no EIA, foi projetado o cenário pós-desenvolvimento nas áreas externas destinadas à compensação. Diante da ausência de metas claras, cronogramas definidos ou indicadores atrelados a cada área específica, optou-se por uma abordagem conservadora: atribuindo a Condição “Boa” à Fazenda Vargem Grande, que concentra a maior parte da área compensatória (46,17 ha), e mantendo a Condição “Média” para a Fazenda Santo Antônio (10,49 ha), onde não foram evidenciadas ações concretas suficientes para justificar uma mudança de categoria, tendo em vista que para que a área de compensação seja efetivamente considerada no balanço de biodiversidade, devem ocorrer melhorias mensuráveis na qualidade ecológica da área, como regeneração de vegetação, aumento da conectividade e enriquecimento do habitat.

Os demais atributos referentes a esse cenário, como Distinção e Localização Estratégica, permaneceram com as mesmas classificações da Linha de Base, por se tratar da mesma área de estudo, resultando em um valor final de 722,43 UB, conforme apresentado na Figura 15.

Figura 15 – Ferramenta BioDBR no Pós-Desenvolvimento em Áreas Externa

Habitats e Áreas			Distinção		Condição		Localização Estratégica			UB Linha de Base Local	TOTAL UB
Bioma	Tipo de Habitat	Área (hectares)	Distinção	Pontuação	Condição	Pontuação	Classificação	Localização Estratégica	Pontuação		
Mata Atlântica	Formação Florestal (natural)	10,49	Alto	6	Média	0,7	Dentro de Unidade de Conservação ou Área Prioritária	Alta	1,5	66,09	722,43
	Formação Florestal (natural)	46,17	Alto	6	Boa	1	Dentro de Unidade de Conservação ou Área Prioritária	Alta	1,5	415,53	

Fonte: Elaboração própria (2025)

4.2.5 Cálculo de Variações Líquidas de Unidades de Biodiversidade

A aplicação da ferramenta de cálculo de Unidades de Biodiversidade permitiu mensurar os impactos ecológicos do Projeto Mina Patrimônio e avaliar a suficiência das medidas de compensação propostas, como evidencia a Figura 16.

Figura 16 – Ferramenta de Cálculo Global de UB

Linha de Base no Local <small>(UB existentes antes da implantação do empreendimento, dentro da ADA)</small>	<i>Unidades de Biodiversidade</i>	250,29
Pós-Desenvolvimento no Local <small>(UB após a implantação do projeto, considerando ações de conservação no local)</small>	<i>Unidades de Biodiversidade</i>	42,36
Variação Líquida no Local	<i>≠ Unidades de Biodiversidade</i>	-207,93
	<i>% da ≠ de UB</i>	-83%
Linha de Base Fora do Local <small>(UB existentes em áreas externas onde será realizada compensação ambiental)</small>	<i>Unidades de Biodiversidade</i>	535,44
Pós-Desenvolvimento Fora do Local <small>(Estimativa de UB após criação ou melhoria de habitats em áreas externas)</small>	<i>Unidades de Biodiversidade</i>	722,43
Variação Líquida Fora do Local	<i>≠ Unidades de Biodiversidade</i>	186,99
	<i>% da ≠ de UB</i>	35%
Variação Global	<i>Unidades de Biodiversidade</i>	-20,94
	<i>Status</i>	Perda Líquida
Compensação atendida?	Não	

Fonte: Elaboração própria (2025)

A análise comparativa entre o cenário de linha de base dentro da Área Diretamente Afetada e o cenário pós-desenvolvimento, revela uma perda significativa de biodiversidade no local, com uma redução de aproximadamente 83% das Unidades de Biodiversidade, equivalente a 207,93 UB.

Apesar da destinação de áreas de compensação com dimensões de aproximadamente 56 ha, a variação líquida fora do local – resultante de intervenções para melhoria de habitat – foi de 186,99 UB, representando um ganho de 35% em relação à linha de base externa. Esse valor reflete apenas os acréscimos gerados pelas ações de recuperação, uma vez que, para fins de compensação, não se considera o que já existia previamente na área, mas sim o benefício ecológico efetivamente proporcionado pelas intervenções implementadas.

No Cálculo Global, mesmo considerando os ganhos obtidos nas áreas externas de compensação, a soma entre perdas locais e ganhos externos resultou em uma variação negativa de 20,94 UB. Isso caracteriza um cenário de perda líquida de biodiversidade, indicando que as intervenções compensatórias não foram suficientes para equilibrar os impactos causados no local do empreendimento.

Esse resultado demonstra que a área de compensação, ainda que relevante em extensão territorial e submetida a intervenções positivas, não foi ecologicamente equivalente às perdas ocasionadas pela supressão direta na ADA. Portanto, a compensação não foi plenamente atendida, sendo necessário reavaliar ou complementar as ações compensatórias para garantir um verdadeiro ganho líquido de biodiversidade e o atendimento aos princípios de equivalência ecológica.

4.3 Situação da Licença Ambiental e Implicações para a Compensação

O Projeto Mina Patrimônio teve a licença concedida no âmbito estadual pela Fundação Estadual do Meio Ambiente de Minas Gerais (FEAM), por meio da Licença Ambiental Concomitante (LAC-1). No entanto, está atualmente suspensa por decisão judicial, que determinou em 1º de abril de 2025 a interrupção imediata das operações da mineradora após constatar o soterramento de uma cavidade natural que não havia sido mencionada nos estudos ambientais, o que pode levar ao cancelamento definitivo da licença.

Essa instabilidade afeta diretamente o processo de compensação ambiental, cuja formalização, conforme previsto no Decreto nº 6.848/2009, depende da definição precisa dos impactos no Parecer Técnico da Licença e nos respectivos Termos de Compromisso. Em casos como este, em que a validade da licença está comprometida, os valores e condições da compensação ambiental podem ser revistos ou anulados, gerando incertezas sobre a execução das medidas compensatórias e seus efeitos ecológicos reais.

Dessa forma, o caso reforça a importância de uma avaliação ambiental mais precisa e coerente. A aplicação de ferramentas de quantificação de impactos, como demonstrado neste estudo, contribui para subsidiar decisões mais seguras, reduzindo riscos e fortalecendo a efetividade das medidas compensatórias no contexto da sustentabilidade.

5 CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo desenvolver e avaliar a aplicabilidade da Ferramenta BioDBR, proposta como instrumento de apoio à estimativa das perdas e ganhos de biodiversidade decorrentes da implantação de projetos industriais. A criação da ferramenta se pautou em uma ampla pesquisa, que envolveu o mapeamento e a análise crítica de metodologias consolidadas internacionalmente, especialmente na Europa, bem como a avaliação dos instrumentos atualmente utilizados no Brasil. Esse processo evidenciou lacunas significativas nos critérios adotados nos processos de licenciamento ambiental, especialmente no que se refere à mensuração objetiva da equivalência ecológica nas compensações. Diante disso, tornou-se evidente a necessidade de um modelo mais técnico e transparente, que fosse capaz de orientar decisões mais consistentes do ponto de vista ecológico.

A escolha da ferramenta britânica como base metodológica da BioDBR se deu por sua robustez e grau de maturidade, sendo validada por especialistas da área no Reino Unido como ferramenta de suporte à tomada de decisão ambiental. Trata-se de uma abordagem que traduz atributos ecológicos qualitativos em valores numéricos de biodiversidade, viabilizando comparações mais técnicas e fundamentadas. Ao adaptá-la à realidade brasileira, o presente trabalho promove um avanço metodológico relevante, alinhando-se às diretrizes do princípio da equivalência ecológica e contribuindo para uma maior efetividade dos instrumentos de compensação ambiental no país.

A BioDBR foi estruturada com base em quatro atributos principais: Distinção, Condição Ecológica, Localização Estratégica e Importância do Bioma. Esses parâmetros foram convertidos em pontuações numéricas com base em classificações qualitativas dos tipos de habitat, permitindo o cálculo das Unidades de Biodiversidade (UB) para diferentes cenários: linha de base, pós-desenvolvimento e áreas destinadas à compensação. Essa abordagem possibilita simular e comparar distintos contextos de uso da terra, avaliando o saldo líquido de biodiversidade com maior precisão.

A ferramenta foi aplicada a um estudo de caso real: o Projeto Mina Patrimônio, localizado no município de Ouro Preto/MG. A análise comparativa entre o cenário de linha de base e o pós-desenvolvimento na Área Diretamente Afetada (ADA) revelou uma perda significativa de biodiversidade, com uma redução de aproximadamente 83%, totalizando 207,93 UB. Embora tenham sido destinadas áreas compensatórias com cerca de 56 ha, os ganhos líquidos decorrentes de ações de recuperação ou criação de habitat somaram 186,99 UB. Esse valor

considera apenas os acréscimos efetivos, uma vez que, na ferramenta, para fins de compensação, não se contabiliza o que já existia previamente nas áreas. O cálculo global resultou em uma variação negativa de 20,94 UB, caracterizando um cenário de perda líquida de biodiversidade.

Esse resultado sugere que, embora exista uma área externa destinada à compensação, territorialmente expressiva, as medidas de criação ou recuperação de habitats não foram suficientes para restaurar os impactos causados pelo empreendimento. A análise reforça a importância de aprimorar a forma como compensações ambientais são planejadas, desenhadas e avaliadas. Em especial, destaca-se a urgência de contrabalançar propostas legislativas que buscam flexibilizar os processos de licenciamento, reduzindo exigências técnicas e ampliando riscos de aprovações sem respaldo ecológico robusto.

Diante das evidentes pressões ambientais e degradações antrópicas que o planeta vem enfrentando, torna-se cada vez mais necessário o desenvolvimento e o fortalecimento de medidas mais rigorosas de compensação ambiental. A recente aprovação de projetos de lei, como o PL 2159/21, que flexibilizam as exigências para o licenciamento ambiental no Brasil, representam um grave retrocesso para a sustentabilidade. Ao priorizar a celeridade e a simplificação em detrimento de análises técnicas qualificadas, essas propostas podem comprometer a conservação dos recursos naturais e abrir espaço para impactos irreversíveis à biodiversidade.

A experiência prática com a ferramenta também permitiu identificar possíveis limitações relacionadas ao nível de detalhamento dos dados fornecidos nos Estudos de Impacto Ambiental. A ausência de informações fundamentais, como planos mais concretos de medidas compensatórias, detalhamento da composição florística ou delimitações precisas de fitofisionomias, impactou diretamente a precisão das análises. Nesses casos, a aplicação da BioDBR demandou interpretações mais cautelosas e, por vezes, a adoção de cenários conservadores, que considerou a melhoria de parte dos habitats propostos para compensação. Em contrapartida, quando alimentada com dados consistentes, a ferramenta demonstrou grande capacidade de análise, oferecendo múltiplas possibilidades de simulação, inclusive com cenários otimistas, intermediários ou conservadores, de acordo com o grau de detalhamento das ações previstas.

Além disso, a BioDBR apresenta potencial de uso em uma ampla gama de contextos, podendo ser empregada não apenas na análise de compensações, mas também na avaliação

comparativa de alternativas locais, na priorização de áreas para recuperação ecológica, e na análise prévia de viabilidade ambiental. Seu uso não se limita a projetos de mineração, podendo ser estendido a empreendimentos de diversos setores, como infraestrutura, energia, agroindústria, entre outros.

Em síntese, a ferramenta não substitui os instrumentos legais atualmente vigentes, mas representa um importante avanço técnico ao proporcionar análises mais realistas, transparentes e coerentes com o princípio da equivalência ecológica. Ao quantificar de forma objetiva as perdas e ganhos de biodiversidade, a BioDBR contribui para decisões ambientais mais embasadas e justas. Espera-se que sua adoção e contínuo aprimoramento possam fortalecer o sistema de licenciamento ambiental brasileiro, promovendo uma atuação mais comprometida com a conservação da biodiversidade, elemento essencial para a sustentabilidade e para a manutenção dos serviços ecossistêmicos indispensáveis à vida humana.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAMPA *et al.* **A compensação ambiental do SNUC: manual de atuação do Ministério Público.** Brasília: ABRAMPA, 2014.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988.** Brasília, DF: Senado Federal, 1988.

BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981.** Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente.

BRASIL. **Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000.** Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza.

BRASIL. **Decreto nº 4.340, de 22 de agosto de 2002.** Regulamenta artigos da Lei nº 9.985, de 2000.

BRASIL. **Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006.** Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica.

BRASIL. **Decreto nº 6.848, de 14 de maio de 2009.** Dispõe sobre a compensação ambiental de que trata o §1º do art. 36 da Lei nº 9.985/2000.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012.** Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa (Novo Código Florestal).

BRASIL. **Lei nº 13.668, de 28 de maio de 2018.** Altera a Lei nº 5.197/1967 e a Lei nº 11.516/2007, para tratar sobre uso de recursos de compensação ambiental.

BRASIL. Tribunal de Contas da União. **Acórdão nº 2650/2009 – Plenário.** Relator: Ministro Benjamin Zymler. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF

BRASIL. **Projeto de Lei n.º 2.159, de 2021.** Dispõe sobre o licenciamento ambiental; regulamenta o inciso IV do § 1º do art. 225 da Constituição Federal. Câmara dos Deputados, 18 mai. 2021.

CDB – **Convention on Biological Diversity.** Secretariat of the Convention on Biological Diversity, 1992.

CERN – **Estudo de Impacto Ambiental – Projeto Mina Patrimônio.** Patrocínio (MG). Consultoria e Empreendimentos de Recursos Minerais Ltda. CERN, 2021.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 1, de 23 de janeiro de 1986.** Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para o uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental.

DEFRA – *Department for Environment, Food and Rural Affairs.* **Biodiversity metric: calculate the biodiversity net gain of a project or development.** Disponível em:

<https://www.gov.uk/guidance/biodiversity-metric-calculate-the-biodiversity-net-gain-of-a-project-or-development>. Acesso em: 25 maio 2025.

DEPARTMENT OF PLANNING, INDUSTRY & ENVIRONMENT. *Biodiversity Assessment Method*. Sydney: Government of New South Wales, 2020.

DUDLEY, N.; STOLTON, S. **Melhores práticas para atingir a meta 30x30**. Gland: WWF International, 2023.

FONSECA, Rafael Oliveira. Compensação ambiental: da contradição à valoração do meio ambiente no Brasil. *Sociedade & Natureza*, v. 27, n. 2, p. 209–221, ago. 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/1982-451320150210>

ICMBio – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção**. 1. ed. Brasília: ICMBio, 2018.

ICMBio – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Compensação ambiental**. Brasília: ICMBio, 2020.

ICMBio – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Unidades de Conservação Federais**. Brasília: ICMBio, 2024.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Mapas de cobertura vegetal e uso da terra** – PRODES. Disponível em: <https://terrabrasilis.dpi.inpe.br/app/map/deforestation?hl=pt-br>. Acesso em: 3 jun. 2025.

IPBES – *Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*. **Global assessment report on biodiversity and ecosystem services**. Bonn: IPBES, 2019. Disponível em: <https://zenodo.org/records/6417333>. Acesso em: 13 maio 2025.

MAPBIOMAS. **Desmatamento nos biomas do Brasil cresceu 22,3% em 2022**. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/2023/06/12/desmatamento-nos-biomas-do-brasil-cresceu-223-em-2022/>. Acesso em: 25 maio 2025.

MAPBIOMAS. **Plataforma que avalia a degradação dos biomas brasileiros**. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/2024/07/05/ate-25-da-vegetacao-nativa-do-brasil-pode-estar-degradada>. Acesso em: 26 maio 2025.

MAPBIOMAS. **Estatísticas de cobertura e transições por biomas**. Disponível em: <https://doi.org/10.58053/MapBiomias/7VJZWK>. Acesso em: 23 jun. 2025.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Convenção sobre Diversidade Biológica**. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade-e-biomas/convencao-sobre-diversidade-biologica>. Acesso em: 12 maio 2025.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Lista de espécies ameaçadas**. Disponível em: <https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/centros-de-pesquisa/tartarugas-marinhas-e-biodiversidade-marinha-do-leste/comunicacao/ultimas-noticias/icmbio-divulga-nova-lista-de-especies-da-fauna-ameacadas>. Acesso em: 3 jun. 2025.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Plano Nacional de Áreas Prioritárias para Conservação**. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade-e-biomas/biomas-e-ecossistemas/conservacao-1/areas-prioritarias>. Acesso em: 3 jun. 2025.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Áreas prioritárias para a conservação**. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade-e-biomas/biomas-e-ecossistemas/conservacao-1/areas-prioritarias>. Acesso em: 11 jun. 2025.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Biomas e ecossistemas**. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade-e-biomas/biomas-e-ecossistemas>. Acesso em: 14 maio 2025.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Biodiversidade**. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/biodiversidade/convenção-da-diversidade-biológica>. Acesso em: 7 maio 2025.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Amazônia**. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade-e-biomas/biomas-e-ecossistemas/biomas/amazonia>. Acesso em: 26 maio 2025.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Pantanal**. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade-e-biomas/biomas-e-ecossistemas/biomas/pantanal>. Acesso em: 26 maio 2025.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Cerrado**. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade-e-biomas/biomas-e-ecossistemas/biomas/cerrado>. Acesso em: 26 maio 2025.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Caatinga**. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade-e-biomas/biomas-e-ecossistemas/biomas/caatinga>. Acesso em: 26 maio 2025.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Pampa**. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade-e-biomas/biomas-e-ecossistemas/biomas/pampa>. Acesso em: 26 maio 2025.

SÁNCHEZ, Luis Enrique. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.

SOCBD – *Secretariat of the Convention on Biological Diversity*. **Global Biodiversity Outlook 5**. Montreal: Secretariat of the Convention on Biological Diversity, 2020.

SOS MATA ATLÂNTICA. **Atlas da Mata Atlântica**. Disponível em: <https://www.sosma.org.br/iniciativas/atlas-da-mata-atlantica>. Acesso em: 26 maio 2025.

UNITED NATIONS. **A Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento**: Rio-92. Rio de Janeiro: ONU, 1992.

APÊNDICES

APÊNDICE A - Níveis de Distinção por Classes de Habitats

Categoria	Classe	Classificação	Justificativa
Formações Florestais	Formação Florestal (natural)	Alto	Inclui florestas maduras da Amazônia, Mata Atlântica, Caatinga e Cerrado. São áreas de alta biodiversidade e fornecem serviços ecossistêmicos cruciais. Apesar de alguma proteção legal (ex: Mata Atlântica), continuam sob forte pressão e fragmentação.
	Floresta Alagável	Alto	Florestas de várzea e igapó na Amazônia são raras, abrigam espécies endêmicas adaptadas à inundação e têm cobertura limitada em UCs. Sofrem impactos de hidrelétricas e assoreamento.
	Formação de Savana	Alto	É característico do cerrado, segundo maior bioma brasileiro, com altíssima biodiversidade e menos de 10% sob proteção integral. Altamente ameaçado por agricultura e pasto.
	Manguezal	Alto	Ecossistema costeiro vital para peixes, crustáceos e aves. Serve como berçário marinho e tem altíssima importância ecológica. Ameaçado por urbanização e aquicultura. Alta prioridade em políticas nacionais e internacionais.
Formações Não Florestais	Restinga Arbórea	Alto	Vegetação litorânea altamente específica e fragmentada. Abriga espécies endêmicas e sofre com turismo e ocupação. Quase não há corredores contínuos.
	Restinga Herbácea	Alto	Vegetação litorânea sobre dunas fixas, com alta diversidade e espécies endêmicas. Ocorre em faixas estreitas, sob forte pressão urbana e baixa proteção. É ecologicamente frágil e prioritária para conservação.
	Formação Não Florestal em Área Úmida	Alto	Inclui veredas, campos úmidos e ambientes palustres. São importantes para recarga hídrica, espécies endêmicas e migração de aves. Vulneráveis à drenagem agrícola.

	Campo Alagado & Área Pantanosa	Alto	Engloba áreas como o Pantanal, veredas e banhados. Fornecem serviços hídricos e têm grande biodiversidade. Apesar de vasta, a área está cada vez mais impactada por mudanças no regime hídrico e queimadas.
	Formação de Campo	Alto	Abrange campos sulinos e rupestres. Pouco representados em UCs (<4% no bioma Pampa), com alta conversão para pecuária e agricultura. Muitas espécies endêmicas.
	Planície Salina / Apicum	Alto	Habitats hipersalinos muito raros, importantes para aves migratórias (como maçaricos). Altamente restritos a algumas regiões costeiras do NE e SE, sob intensa pressão urbana.
	Afloramento Rochoso	Médio	Ambientes naturais, mas com menor riqueza ecológica ampla. Podem conter espécies endêmicas, especialmente em campos rupestres, mas geralmente têm menor diversidade em comparação com florestas e áreas úmidas.
	Outra Formação Não Florestal	Médio	Categoria genérica. Pode incluir áreas naturais importantes, mas carece de especificidade. Por segurança metodológica, recebe pontuação intermediária até melhor definição.
Áreas Costeiras & Dunas	Praia, Duna e Areal	Alto	Faixas arenosas costeiras com alta fragilidade e endemismo. Drenagem, turismo e especulação imobiliária colocam esses ambientes em risco. Pouca proteção efetiva.
Atividades Agropecuárias	Pastagem	Baixo	Uso antrópico intensivo, frequentemente substitui habitats naturais. Mesmo quando nativa, sofre manejo e fragmentação, não sendo habitat prioritário.
	Agricultura (todas subclasses)	Baixo	Ambientes convertidos para produção agrícola com baixa biodiversidade. São paisagens simplificadas e impactadas por agrotóxicos, irrigação e degradação do solo.
	Silvicultura (Plantação Florestal)	Baixo	Florestas homogêneas (ex: eucalipto, pinus), com baixa diversidade biológica. Objetivo é econômico/produtivo, não ecológico. Frequentemente implantadas sobre habitats naturais.

	Mosaico Agropecuário	Baixo	Paisagens mistas, geralmente com matriz agrícola/pastagem e fragmentos naturais. Pontuação baixa por refletir contexto amplamente alterado, ainda que contenha trechos preservados.
Áreas Não Vegetadas	Infraestrutura Urbana	Baixo	Áreas impermeabilizadas, sem função ecológica relevante. Representam barreiras à conectividade e fontes de impacto.
	Mineração	Baixo	Territórios degradados por extração de recursos. Raramente recuperados ecologicamente. Alto impacto sobre habitats circundantes.
	Outras Áreas Não Vegetadas	Baixo	Categoria genérica para superfícies sem vegetação relevante (ex: solo exposto, depósitos). Impacto ambiental geralmente elevado.
Água	Rios, Lagos e Oceanos	Alto	Ambientes aquáticos naturais são essenciais para biodiversidade e conectividade ecológica. Muitos rios e zonas costeiras estão sob intensa pressão, mas sua função ecológica permanece crítica.
	Aquicultura	Baixo	Sistemas de produção artificial (ex: carcinicultura). Pode ocorrer em áreas sensíveis (como mangues), mas não tem relevância ecológica intrínseca.

APÊNDICE B - Lista de Verificação do Atributo de Condição por Classe de Habitat

Critério - Formação Florestal (natural)	Sim	Não
1 - Composição e Estrutura da Vegetação		
O habitat é predominantemente composto por vegetação nativa, segundo o diagnóstico do EIA/RIMA?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A estrutura da vegetação apresenta estratificação típica do bioma (ex.: dossel, sub-bosque, herbáceas)?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
O inventário florístico indica a presença de espécies características da fitofisionomia local?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Grau de Alteração e Presença de Espécies Exóticas		
Há baixa ou nenhuma ocorrência de espécies exóticas ou invasoras, conforme apontado no EIA/RIMA?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

O uso atual do solo é descrito como natural ou seminatural, com baixa pressão antrópica?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
O diagnóstico ambiental não identifica sinais de desmatamento recente ou mudanças significativas no uso do solo?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Indicadores de Biodiversidade		
O inventário de fauna e flora registra ocorrência de espécies ameaçadas, endêmicas ou de importância ecológica?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A diversidade de espécies registrada é considerada adequada para o tipo de habitat, segundo o diagnóstico?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4 - Conectividade Ecológica e Inserção na Paisagem		
O habitat apresenta conexão física com outros fragmentos naturais ou forma parte de um mosaico de vegetação?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Há proximidade ou sobreposição com Unidades de Conservação, Áreas Prioritárias para Conservação ou corredores ecológicos, conforme mapeamentos oficiais (MMA, ICMBio)?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Pressões Antrópicas e Impactos Recentes		
Não há indícios, segundo o diagnóstico, de impactos recentes como queimadas, pastagem intensiva, corte seletivo ou ocupação antrópica?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A área apresenta baixa densidade de estruturas antrópicas (ex.: estradas, edificações, redes elétricas)?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Critério - Formação de Campo	Sim	Não
1 - Composição e Estrutura da Vegetação		
O habitat é predominantemente composto por vegetação nativa, segundo o diagnóstico do EIA/RIMA?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
A estrutura da vegetação apresenta estratificação típica do bioma (ex.: dossel, sub-bosque, herbáceas)?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
O inventário florístico indica a presença de espécies características da fitofisionomia local?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Grau de Alteração e Presença de Espécies Exóticas		
Há baixa ou nenhuma ocorrência de espécies exóticas ou invasoras, conforme apontado no EIA/RIMA?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
O uso atual do solo é descrito como natural ou seminatural, com baixa pressão antrópica?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

O diagnóstico ambiental não identifica sinais de desmatamento recente ou mudanças significativas no uso do solo?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3. Indicadores de Biodiversidade		
O inventário de fauna e flora registra ocorrência de espécies ameaçadas, endêmicas ou de importância ecológica?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A diversidade de espécies registrada é considerada adequada para o tipo de habitat, segundo o diagnóstico?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4 - Conectividade Ecológica e Inserção na Paisagem		
O habitat apresenta conexão física com outros fragmentos naturais ou forma parte de um mosaico de vegetação?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Há proximidade ou sobreposição com Unidades de Conservação, Áreas Prioritárias para Conservação ou corredores ecológicos, conforme mapeamentos oficiais (MMA, ICMBio)?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5. Pressões Antrópicas e Impactos Recentes		
Não há indícios, segundo o diagnóstico, de impactos recentes como queimadas, pastagem intensiva, corte seletivo ou ocupação antrópica?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A área apresenta baixa densidade de estruturas antrópicas (ex.: estradas, edificações, redes elétricas)?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Critério - Formação de Savana		
	Sim	Não
1 - Composição e Estrutura da Vegetação		
O habitat é predominantemente composto por vegetação nativa, segundo o diagnóstico do EIA/RIMA?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
A estrutura da vegetação apresenta estratificação típica do bioma (ex.: dossel, sub-bosque, herbáceas)?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
O inventário florístico indica a presença de espécies características da fitofisionomia local?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2. Grau de Alteração e Presença de Espécies Exóticas		
Há baixa ou nenhuma ocorrência de espécies exóticas ou invasoras, conforme apontado no EIA/RIMA?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
O uso atual do solo é descrito como natural ou seminatural, com baixa pressão antrópica?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
O diagnóstico ambiental não identifica sinais de desmatamento recente ou mudanças significativas no uso do solo?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3. Indicadores de Biodiversidade		
O inventário de fauna e flora registra ocorrência de espécies ameaçadas, endêmicas ou de importância ecológica?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A diversidade de espécies registrada é considerada adequada para o tipo de habitat, segundo o diagnóstico?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4 - Conectividade Ecológica e Inserção na Paisagem		
O habitat apresenta conexão física com outros fragmentos naturais ou forma parte de um mosaico de vegetação?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Há proximidade ou sobreposição com Unidades de Conservação, Áreas Prioritárias para Conservação ou corredores ecológicos, conforme mapeamentos oficiais (MMA, ICMBio)?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5. Pressões Antrópicas e Impactos Recentes		
Não há indícios, segundo o diagnóstico, de impactos recentes como queimadas, pastagem intensiva, corte seletivo ou ocupação antrópica?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A área apresenta baixa densidade de estruturas antrópicas (ex.: estradas, edificações, redes elétricas)?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Critério - Outras Áreas Não Vegetadas	Sim	Não
1 - Composição e Estrutura da Vegetação		
O habitat é predominantemente composto por vegetação nativa, segundo o diagnóstico do EIA/RIMA?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
A estrutura da vegetação apresenta estratificação típica do bioma (ex.: dossel, sub-bosque, herbáceas)?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
O inventário florístico indica a presença de espécies características da fitofisionomia local?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2. Grau de Alteração e Presença de Espécies Exóticas		
Há baixa ou nenhuma ocorrência de espécies exóticas ou invasoras, conforme apontado no EIA/RIMA?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
O uso atual do solo é descrito como natural ou seminatural, com baixa pressão antrópica?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
O diagnóstico ambiental não identifica sinais de desmatamento recente ou mudanças significativas no uso do solo?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3. Indicadores de Biodiversidade		

O inventário de fauna e flora registra ocorrência de espécies ameaçadas, endêmicas ou de importância ecológica?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
A diversidade de espécies registrada é considerada adequada para o tipo de habitat, segundo o diagnóstico?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4 - Conectividade Ecológica e Inserção na Paisagem		
O habitat apresenta conexão física com outros fragmentos naturais ou forma parte de um mosaico de vegetação?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Há proximidade ou sobreposição com Unidades de Conservação, Áreas Prioritárias para Conservação ou corredores ecológicos, conforme mapeamentos oficiais (MMA, ICMBio)?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Pressões Antrópicas e Impactos Recentes		
Não há indícios, segundo o diagnóstico, de impactos recentes como queimadas, pastagem intensiva, corte seletivo ou ocupação antrópica?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
A área apresenta baixa densidade de estruturas antrópicas (ex.: estradas, edificações, redes elétricas)?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>