



Compensação ambiental da Mata Atlântica e dos Campos Rupestres Ferruginosos em Minas Gerais, sudeste do Brasil – entre o legalismo e a ineficácia ecológica

Atlantic Forest and Ferruginous Rocky Grasslands Environmental Offsetting in Minas Gerais, Southeastern Brazil – Between Legalism and Ecological Ineffectiveness

Alexandre Túlio Amaral NASCIMENTO^{1*}, Izabela Venceslau MENDES², Renato Melo GONÇALVES¹, Henrique Lua Santos FERREIRA², Érica Maria Freitas dos SANTOS², Amanda Cristina Sena SILVA¹, Gustavo Tofanin CRISTOFOLI³

¹ Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG), Ibirité, MG, Brasil.

² Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG), João Monlevade, MG, Brasil.

³ Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG), Frutal, MG, Brasil.

* E-mail de contato: alexandre.nascimento@uemg.br

Artigo recebido em 13 de outubro de 2024, versão final aceita em 28 de abril de 2025, publicado em 24 de julho de 2025.

RESUMO

A Mata Atlântica (MA) é um dos mais ameaçados hotspots de biodiversidade mundial e o único bioma brasileiro que tem uma lei específica para sua conservação. Este estudo investigou a compensação ambiental (CA) da MA no estado de Minas Gerais (MG), conforme previsto pela legislação ambiental brasileira. Neste sentido, o estado mineiro vai além do previsto na Lei da MA e exige que a área compensada seja o dobro da suprimida. Embora esses instrumentos tenham potencial de contribuir para a restauração ecológica do bioma, MG figura recorrentemente entre os estados brasileiros que mais desmatam a MA. A pesquisa se valeu dos dados disponíveis nos processos que tramitaram para a aprovação do órgão ambiental estadual em sua Câmara de Proteção à Biodiversidade e Áreas Protegidas do Conselho Estadual de Política Ambiental (CPB-COPAM) entre os anos de 2020 a 2023. Foram coletados dados de todos os 128 processos que tramitaram na CPB-COPAM nos quatro anos analisados. Os resultados obtidos indicam que a CA da MA na proporção de 2:1 em MG causa uma impressão positiva que é incorreta, uma vez que a compensação se dá na grande maioria das vezes através da regularização fundiária de terras já legalmente protegidas, e em apenas cerca 19% dos casos

por restauração ecológica. Reforça-se o entendimento de que a CA da MA em MG é ineficaz, desconexa do melhor conhecimento científico, e tem levado à perda líquida de biodiversidade, especialmente dos campos rupestres ferruginosos ou cangas. O estudo propõe algumas recomendações para melhorias na CA da MA em MG, que também são úteis para outros territórios e contextos, como a adoção de uma avaliação ambiental integrada ou cumulativa e que se priorize o estímulo à restauração ecológica, visando ganho líquido ou pelo menos nenhuma perda de biodiversidade nos territórios.

Palavras-chave: compensação da biodiversidade; restauração ecológica; regularização fundiária; unidades de conservação.

ABSTRACT

The Atlantic Forest (AF) is one of the world's most threatened biodiversity hotspots and the only Brazilian biome ruled by a specific conservation law. The present study is an investigation about AF environmental offsetting (EO) in Minas Gerais State (MG), as provided for by the Brazilian environmental legislation. Minas Gerais State exceeds the provisions in the AF law and requires the compensate area to be twice as large as the cleared area. Although these instruments have the potential to help the biome's ecological restoration, MG is always among the Brazilian states accounting for deforesting the AF the most. Data about 128 legal suits processed by MG's environmental agency between 2020 and 2023 were analyzed. Most EO cases in MG regarded the tenure regularization of legally protected land. Only 19% cases regarded ecological restoration. The EO approach in MG is ineffective and disconnected from the best scientific practices and it leads to net biodiversity loss, mainly in ferruginous rupestrian fields or *canga* areas. Recommendations include adopting integrated or cumulative environmental assessment, and prioritizing ecological restoration to achieve strategic biodiversity gains or, at least, no biodiversity loss in AF territories.

Keywords: biodiversity offsetting; ecological restoration; land tenure regularization; protected areas.

1. Introdução

A Mata Atlântica (MA) é a floresta tropical com a maior diversidade de árvores por hectare no mundo, e também apresenta elevados índices de biodiversidade e endemismos para fauna e outros grupos taxonômicos. Seu bioma é um dos cinco principais *hotspots* mundiais de conservação. O histórico de pressão sobre a MA remete à colonização do Brasil, país que detém mais de 90% de sua área. A MA é responsável por 80% da economia e abriga quase 70% da população brasileira (Pinto & Hirota, 2022). O bioma da MA é o único no país que apresenta uma lei federal para sua proteção, a Lei nº 11.428 de 2006, fazendo com que sua supressão requeira, quando permitida, medidas de compensação ambiental (Brasil, 2006).

A Compensação Ambiental (CA) pode ser compreendida como a quarta etapa da chamada hierarquia de mitigação de impactos ambientais, na qual os danos ecológicos são primeiramente evitados, depois minimizados, posteriormente, restaurados localmente, e por último, compensados (Moilanen & Kotiahoc, 2018). Em termos práticos e legais, a CA pode se dar por diferentes mecanismos previstos nas legislações e normativas vigentes em cada Estado ou território.

Esta pesquisa trata especificamente da compensação da Lei da Mata Atlântica, prevista pelos artigos 17 e 32 da Lei federal brasileira nº 11.428 de 2006, conforme praticada pelo órgão ambiental do estado de Minas Gerais (MG) em sua Câmara de Proteção à Biodiversidade e Áreas Protegidas (CPB) de seu Conselho Estadual de Política Am-

biental (COPAM). A compensação da MA deve ser aprovada previamente à supressão da cobertura de vegetação nativa pretendida pelo empreendimento a ser licenciado. O estado de MG vai além do previsto na Lei da MA e exige que a área compensada seja o dobro da suprimida, artigos 48 e 49 do Decreto Estadual nº 47.749 de 2019 (Minas Gerais, 2019). Entretanto, MG figura recorrentemente entre os estados que mais desmatam e perdem cobertura de vegetação nativa da MA no país, conforme relatórios anuais da SOS Mata Atlântica e INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) (2020; 2021; 2022). Destaca-se ainda que o desmatamento no estado aumentou 88% entre 2020 e 2021, 7% entre 2021 e 2022 e 48% entre 2022 e 2023, segundo os Relatórios Anuais do Desmatamento no Brasil (RAD) (MapBiomas, 2024).

Uma particularidade no contexto da compensação ambiental (CA) e da Mata Atlântica (MA) em Minas Gerais (MG) são os campos rupestres ferruginosos. A área original estimada desses geoecossistemas em MG é de 1.580 km², abrigando 2.933 espécies de plantas vasculares conhecidas (Carmo *et al.*, 2018). Inseridos nos limites oficiais da MA como campos de altitude e refúgios vegetacionais (Decreto nº 6.660 de 2008) (Brasil 2008; Vasconcelos, 2014), os campos rupestres ferruginosos ocorrem principalmente em MG na região do Quadrilátero Ferrífero, a maior província mineral do Brasil (Silveira *et al.*, 2020). A Lei da MA não diferencia os campos de altitude e os classifica, genericamente, como formações vegetais nativas, não florestais, situadas acima do limite altitudinal das formações florestais, com características próprias, que ocorrem nos topo de serras, planaltos e chapadas do bioma (Artigo 3º, inciso IV, Lei 11.428/2006).

A vulnerabilidade ecológica dessas áreas accentua-se por sua distribuição disjunta em ecossistemas insulares numa matriz originalmente florestal, que também vem sendo intensamente degradada e suprimida, especialmente por recobrirem um dos solos mais ricos em minério de ferro do planeta (Jacobi *et al.*, 2007; 2011). A principal estratégia de conservação das cangas e seus serviços ecossistêmicos está em evitar a sua perda, degradação e supressão para a mineração (Neugarten *et al.*, 2018; Fernandes *et al.* 2020; Kamino *et al.*, 2020).

Os Campos Ferruginosos do Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais já perderam irreversivelmente ao menos metade de sua área original (Salles *et al.*, 2019). Fernandes *et al.* (2020) apresentam um plano de ações prioritárias que resultaram de discussões envolvendo cientistas, representantes da indústria, gestores ambientais e outros membros da sociedade civil. Porém, este plano não parece ter sido refletido nas políticas do executivo estadual, tampouco na realidade do território. Estudos recentes têm demonstrado que a compensação de campos rupestres ferruginosos em MG é ineficiente, obsoleta e figurativa (Silveira *et al.*, 2020; Alvarenga *et al.*, 2022; Carmo & Kamino, 2023).

Para além de evitar a perda de biodiversidade e seus serviços ecossistêmicos, percebe-se que o ganho líquido de biodiversidade se apresenta como uma tendência para a compensação de impactos ambientais e para o cumprimento de agendas multilaterais globais (Simpson *et al.*, 2021; Maron *et al.*, 2025), como a Agenda 2030 e seus Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e a Década da Restauração de Ecossistemas da Organização das Nações Unidas (ONU), ao mesmo tempo que se alinha com estratégias e abordagens de ESG (boas

práticas ambientais, sociais e de governança nas instituições).

Os fatos de MG ser campeã de desmatamento da MA e de ter criado apenas uma Unidade de Conservação (UC) estadual entre 2020 e 2023 põem em xeque a compensação ambiental (CA) praticada no estado e indicam que compensações por restauração ecológica e florestal ou criação de novas áreas protegidas não têm acontecido de forma significativa. Este estudo buscou alcançar uma melhor compreensão desse cenário, analisando como tem se dado a CA da MA em MG, e por que este instrumento não tem repercutido na conservação e na restauração do bioma no estado. A partir dos dados obtidos e dos resultados apresentados, buscou-se refletir sobre o paradigma de restauração ecológica e de CA com ganho líquido de biodiversidade, apresentando-se algumas recomendações de melhorias deste instrumento de política ambiental, especialmente no contexto da CA da MA em MG.

2. Metodologia

Para acessar os dados de CA da MA, foram triados todos os processos que tramitaram entre janeiro de 2020 a dezembro de 2023 na Câmara de Proteção à Biodiversidade e Áreas Protegidas do Conselho Estadual de Política Ambiental (CPB-COPAM) do estado de Minas Gerais (MG), disponíveis no portal eletrônico da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (Minas Gerais, 2025). O recorte temporal adotado engloba o período de vivência do primeiro autor como conselheiro representante da sociedade civil e da Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG) na CPB-COPAM.

Extraiu-se de cada processo de CA da MA tramitado na CPB-COPAM no período estudado: ID do processo; Empresa; Tipo de empreendimento; Classe de Licenciamento Ambiental; N° e data da reunião; Município da supressão; Fitofisionomias suprimidas; Área suprimida por fitofisionomias; Área total suprimida; Área compensada; Município de compensação; Formas de CA (RF em UC; Restauração; Servidão Ambiental); N° de formas de CA; Equivalência entre bacia de supressão e de compensação. No caso de compensação ambiental (CA) por regularização fundiária (RF) em Unidade de Conservação (UC), registrou-se tratar de área federal (ICMBio), estadual (IEF-MG) ou municipal. Pedidos e retornos de vistas dos conselheiros nos processos, quando presente, foram considerados e analisados. Os dados obtidos foram organizados e trabalhados em planilhas de Excel e analisados por estatística descritiva.

A abordagem metodológica também envolveu o estudo e análise das leis e normas pertinentes à CA da MA, bem como a revisão da literatura científica e dos dados disponibilizados por instituições voltadas à conservação da MA e de suas fitofisionomias.

3. Resultados e discussão

3.1. A Compensação Ambiental (CA) da lei da Mata Atlântica (MA) em Minas Gerais (MG)

Entre janeiro de 2020 e dezembro de 2023 tramitaram 128 processos de CA da MA em 51 reuniões da CPB-COPAM (Câmara de Proteção à Biodiversidade e Áreas Protegidas do Conselho Estadual de Política Ambiental de MG), com uma

TABELA 1 – Fitofisionomias do bioma Mata Atlântica e seus quantitativos de supressão autorizada pelo órgão ambiental de Minas Gerais perante compensação ambiental conforme artigos 17 e 32 da Lei federal 11.428/2016 e 48 e 49 do Decreto estadual 47.749/2019.

Fitofisionomias Suprimidas	Área (ha)	%
Floresta Estacional Semidecidual (FESD)	1.620,80	56,3%
Floresta Estacional Decidual (FED)	596,83	20,8%
Cerrado (CE)	367,33	12,8%
Campo Rupestre Ferruginoso (CRF)	164,76	5,8%
Campo Rupestre Quartzítico (CRQ)	37,16	1,3%
Campo Rupestre (CR)	37,04	1,3%
Candeial (Cand)	43,85	1,5%
Mata de Galeria (APP)	4,95	0,2%
Total	2.864,73	100%

Fonte: Elaborado pelos autores.

média de 32 processos por ano e de 2,5 processos por reunião. Destas 51 reuniões, em apenas 8 não tramitaram processos de CA da MA. Em nenhum dos 128 processos houve uma negativa da CPB-COPAM em relação à supressão de vegetação nativa do bioma MA. Em 9% (12) desses processos, houve pedidos de vistas de entidades conselheiras, geralmente das representantes da academia e do segmento produtivo. A maioria destes casos de pedidos de vista envolveram a supressão de campos rupestres ferruginosos ou áreas expressivas de floresta estacional semidecidual.

Ao longo dos quatro anos analisados, foram aprovados pelo órgão ambiental estadual a supressão de 2.864,73 hectares (ha) de vegetação nativa dentro dos limites do bioma MA. A fitofisionomia mais suprimida, representando 56% da área total, foi a floresta estacional semidecidual (FESD), ou a mata atlântica de interior. A floresta estacional decidual (FED) ou mata seca foi a segunda fitofisionomia mais suprimida (21%). Subcategorias

de campos rupestres – endêmicos, ameaçados e provedores de serviços ecossistêmicos essenciais de regulação e recarga hídrica – responderam por 8% da área suprimida (Tabela 1).

As solicitações de supressões por fitofisionomia variaram de 0,04 a 358,08 ha, com uma média de 15,32 ha e desvio padrão de 36,80 ha. A supressão de Floresta Estacional Semidecidual (FESD) variou de 0,04 a 299,90 ha; de Floresta Estacional Decidual (FED) de 0,46 a 358,08 ha; e dos Campos Rupestres de 0,07 a 36,86 ha. Destaca-se que as áreas de 358,08 ha e 299,90 ha são as duas maiores áreas suprimidas, respectivamente, de um empreendimento energético e minerário, seguindo-se por áreas menores de 100 hectares. Ao desconsiderar estes dois *outliers*, a média das áreas suprimidas cai para 11,93 ha e o desvio padrão para 16,70 ha. Esses dados indicam perdas significativas, mesmo tratando-se de desmatamento legal e autorizado pelo órgão ambiental.

TABELA 2 – Tipos de Compensação Ambiental (CA) da Lei da Mata Atlântica (MA) com o nº de processos e área compensada, de acordo com a análise dos 128 processos que tramitaram na CPB-COPAM (Câmara de Proteção à Biodiversidade e Áreas Protegidas do Conselho Estadual de Política Ambiental) entre janeiro de 2020 e dezembro de 2023.

Tipo de Compensação	Processos		Área	
	N*	%**	Hectares	%
Regularização fundiária (RF) em Unidade de Conservação (UC) de proteção integral	110	86%	3.296,97	56%
Área destinada para servidão ambiental perpétua	14	11%	1.308,59	22%
Restauração Florestal	34	27%	1.086,29	19%
Criação de RPPN (Reserva Particular do Patrimônio Natural)	2	2%	144,62	2%
	160	125%	5.836,47	100%

LEGENDA: * A soma dos números de processos na segunda coluna da tabela de 160 indica que 25% do total de processos analisados (128) adotou mais de um tipo de compensação. ** Considerou-se para cálculo da porcentagem de processos o total de 128, que é o nº de processos que tramitaram no órgão ambiental de Minas Gerais no período estudado de 2020 a 2023.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Amaral *et al.* (2025) apontam uma perda de mais de 180 mil hectares de florestas maduras de MA entre 2010 e 2020, dos quais cerca de 95% representam o desmatamento ilegal. Apesar de serem legalmente protegidas e de sua importância em termos de biodiversidade, biomassa e provisão de serviços ecossistêmicos, estas áreas continuam sendo perdidas. Os autores ressaltam a urgência de medidas mais efetivas para zerar o desmatamento do bioma, manter sua biodiversidade e aproveitar os múltiplos benefícios de suas matas, incluindo a mitigação e a resiliência frente aos diversos impactos dos extremos climáticos (Amaral *et al.*, 2025).

Cumprindo o artigo 48 do Decreto estadual 47.749/2019, que determina que a compensação seja equivalente ao dobro da área suprimida nos limites da MA em MG, a área compensada foi de 5.836 ha. Em 16% (21) dos 128 processos analisados, a compensação foi maior que o dobro da área suprimida em pelo menos 1 hectare, perfazendo um total de

107 ha compensados para além do estipulado pela lei mineira.

Em apenas 16% (21) dos 128 processos analisados o município de supressão foi o mesmo município em que se deu a compensação ambiental. Todos os processos compensaram na mesma macrobacia hidrográfica em que se deu a supressão. Em 38% (49) dos processos a compensação e supressão se deram na mesma microbacia.

Cinquenta e seis por cento (56%) (3.296,97 ha) da área total compensada (5.836,47 ha) se deu por regularização fundiária (RF) em unidade de conservação (UC) de proteção integral, portanto, em terras já protegidas, conforme o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), Lei federal brasileira nº 9.985 de 2000. Apenas 19% da área total compensada, ou 1.086,29 ha, foram áreas restauradas e que efetivamente podem vir a representar algum ganho de cobertura de vegetação nativa nos territórios (Tabela 2).

TABELA 3 – Quantidade de processos e área suprimida por tipo de empreendimento (segmento) requerente de supressão de vegetação nativa nos domínios da Mata Atlântica em Minas Gerais junto ao órgão ambiental estadual entre janeiro de 2020 e dezembro de 2023.

Segmento	Nº de Processos		Área Suprimida	
	N	%	Hectares	%
Minerário	49	38%	1.800,20	62,84%
Energético	61	48%	982,15	34,28
Infraestrutura	11	9%	58,75	2,05
Saneamento	3	2%	19,06	0,67
Imobiliário	3	2%	3,33	0,12
Cervejeiro	1	1%	1,24	0,04
Total	128	100%	2.864,73	100%

Fonte: Elaborado pelos autores.

Em 70% (89) dos 128 processos analisados, a compensação se deu exclusivamente por RF em UC de proteção integral. Um total de 20 UCs foram beneficiadas com a RF de 3.296,97 hectares em seus limites. Destas, 14 foram estaduais, geridas pelo Instituto Estadual de Florestas (IEF) de MG, 5 federais e geridas pelo ICMBio e 1 municipal. Conforme dados do Painel de Indicadores do SISEMA MG Unidades de Conservação (SISEMA, 2025) e do portal Unidades de Conservação no Brasil do Instituto Socioambiental (ISA, 2025), o estado de MG tem um total de 86 UCs de proteção integral, das quais 76 são estaduais e 10 federais. Depreende-se, portanto, que 23% dessas UCs tiveram algum esforço de RF em seus limites através da CA da MA entre 2020 e 2023. Percebe-se ainda que 50% e 18%, respectivamente, das UCs de proteção integral federais e estaduais em MG foram contempladas.

O segmento minerário respondeu por quase 63% (1.800,20 ha) da área total suprimida (2.864,73 ha) e por 38% (49) dos 128 processos de CA da MA que tramitaram na CPB COPAM nos 4 anos

analisados (Tabela 3). Quase metade (48% ou 61) dos processos triados são do segmento energético, respondendo por 982 ha ou 34% da área total suprimida. Proporcionalmente, percebe-se que os empreendimentos minerários demandam a supressão de áreas maiores que os energéticos. Juntos, os segmentos minerário e energético responderam por 86% dos processos e 97% da área total requerida para supressão. Os segmentos de infraestrutura, saneamento, imobiliário e cervejeiro responderam juntos por 14% dos processos analisados e por 3% da área suprimida (Tabela 3).

A maioria (89%) dos processos do segmento energético compensam exclusivamente por RF em UC. Quase a metade (24 ou 49%) dos processos de empreendimentos minerários analisados também fizeram sua CA da MA exclusivamente por RF em UC. Este dado conflita com o inciso II do artigo 32 da Lei da MA (Lei federal nº 11.428), que determina que

a supressão de vegetação secundária em estágio avançado e médio de regeneração para fins de atividades minerárias somente será admitida mediante: [...] adoção de medida compensatória que inclua a recuperação de área equivalente à área do empreendimento, com as mesmas características ecológicas, na mesma bacia hidrográfica e sempre que possível na mesma microbacia hidrográfica, independentemente do disposto no Art. 36 da Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000 [grifo dos autores]. (Brasil, 2006)

Entretanto, em MG, o mesmo Decreto 47.749/2019 que determina que a compensação da MA se dê na proporção de 2:1 (artigo 48), abre a possibilidade de que ela se dê exclusivamente por RF em UC (artigo 49, inciso II).

O dado observado que aponta que a maioria das áreas legalmente suprimidas de MA em MG são compensadas por meio de regularização (RF) em unidade de conservação (UC), detalhados na Tabela 2, contribui para o entendimento de Minas Gerais figurar recorrentemente entre os estados que mais desmatam a Mata Atlântica (dados dos relatórios anuais do INPE & SOS Mata Atlântica). Neste sentido, não importa que a compensação seja o dobro da área suprimida, se a maioria absoluta desta compensação se dá por RF em área já protegida, pois ter-se-á, sempre, perda de cobertura de vegetação nativa no estado. A CA da MA em 2:1 em MG pode enganar, mas não compensa.

A análise dos processos de CA da MA que tramitaram na CPB-COPAM revelou ainda que a possibilidade de RF em UCs é especialmente conveniente às mineradoras, que parecem, muitas vezes, serem as próprias donas das áreas utilizadas para a compensação ambiental e as proprietárias das terras nas UCs que serão regularizadas, demonstrando que

existe certa subserviência do Estado ao segmento minerário.

Diferente do que predomina no estado de Minas Gerais (MG), a literatura científica reporta que a compensação ambiental (CA) muitas vezes se dá via restauração ecológica, manejo da paisagem e estabelecimento de novas áreas protegidas por recursos privados (Bidaud *et al.*, 2018; Moilanen & Kotiahoc, 2018). As crises ecológicas contemporâneas reforçam a necessidade de que a CA se dê com ganho líquido de biodiversidade, o que se mostra distante e diferente da perda observada na Mata Atlântica (MA) em MG.

3.2. A particularidade e o alerta acerca das áreas de cangas ou campos rupestres ferruginosos em Minas Gerais

As cangas em campos rupestres ferruginosos são ecossistemas raros, ameaçados e que provêm serviços ambientais vitais para a sociedade, pois são elas as grandes responsáveis pelas recargas de aquíferos importantes para a segurança hídrica das populações em seus entornos, como Belo Horizonte, sua região metropolitana e outras cidades do Quadrilátero Ferrífero em Minas Gerais (Carmo & Kamino, 2015). Destaca-se ainda a importância desses campos de cangas para a fixação de carbono no solo em suas áreas de saturação hidromórfica, que é significativamente maior nestes ecossistemas do que em vegetações florestais e arbóreas (Guedes & Schaffer, 2009; Carmo & Kamino, 2015).

A erosão e ameaça dos campos rupestres ferruginosos é crescente. A SOS Mata Atlântica & INPE apontam uma perda de 4.700 hectares (4,5% da área) nessa região entre 2014 e 2019. Camini

(2021) detectou um crescente e intenso processo de fragmentação de áreas de canga na região da Serra do Gandarela, apesar das UCs presentes. O pesquisador analisou diversas métricas da paisagem nesta região, detectando que ocorreu um aumento de 8% dos fragmentos, redução de 7% da área do maior fragmento da paisagem, redução da área média dos fragmentos em 16%, aumento de 6,9% das áreas de borda, queda de 37,2% do tamanho médio das áreas centrais dos fragmentos e um aumento de 9,1% no número de áreas disjuntas na paisagem. Além disso, a probabilidade de novas supressões das cangas remanescentes mantém-se alta, especialmente fora dos limites das UCs de proteção integral, dada a coincidência espacial dessas áreas com títulos minerários de significativo potencial econômico (Jacobi *et al.*, 2011; Alvarenga *et al.*, 2022).

Os dados reportados no presente estudo reforçam a perda desses ecossistemas – ameaçados, insubstituíveis e não compensáveis – para a mineração de minério de ferro. Entre janeiro de 2020 e dezembro de 2023, tramitaram na CPB-COPAM 15 processos solicitando a supressão total de 213,36 ha de campos rupestres. Estas supressões variaram de 0,07 a 36,86 ha, com uma média de 11,85 ha e desvio padrão de 13,65 ha. Em vários destes casos houve pedidos de vistas da Universidade do Estado de Minas Gerais com retorno de vistas técnicos alertando para a já conhecida ineficácia da CA pela supressão de campos ferruginosos em Minas Gerais, as quais foram inconsistentemente negligenciadas pelo Estado.

Este estudo dos processos de CA da MA na CPB-COPAM levaram à percepção de que os campos rupestres remanescentes do Quadrilátero Ferrífero, que deveriam chamar-se Quadrilátero Ferrífero-Aquífero, vêm sendo suprimidos pela

implantação de mini-minas, que se dão em licenciamentos ambientais fragmentados, mascarando e omitindo impactos ecossistêmicos irrecuperáveis e não mitigáveis, e portanto, não passíveis de compensação ambiental, que vem acontecendo em região limite ao Parque Nacional (PARNA) da Serra do Gandarela, na região metropolitana de Belo Horizonte.

A Avaliação Ambiental Integrada (AAI) ou Avaliação de Impactos Cumulativos (AIC) – sob o guarda-chuva da Avaliação de Impacto Ambiental (AIA), instituída no Brasil pela Política Nacional do Meio Ambiente (Lei 6.938/1981) (Brasil, 1981) – é um instrumento de gestão e política ambiental que visa à identificação e à avaliação dos efeitos sinergéticos e cumulativos resultantes dos impactos ambientais ocasionados pelo conjunto de empreendimentos em uma determinada região. Em Minas Gerais, a AAI foi instituída pela DN COPAM 175/2012, atualizada pela DN COPAM 229/2018 e por uma série de Resoluções Conjuntas de agências que compõem o sistema estadual de meio ambiente, porém, o instrumento só é praticado em MG para empreendimentos hidrelétricos. A aplicação da AAI ou AIC no contexto dos impactos minerários, especialmente no das mini-minas, como no caso da região do PARNA da Serra do Gandarela, faz-se urgente para a conservação da biodiversidade do Quadrilátero Ferrífero-Aquífero e para a segurança hídrica das populações em seus territórios.

4. Recomendações

A mudança de postura de Minas Gerais frente às políticas de compensação e conservação da MA, especialmente dos campos rupestres ferruginosos,

é urgente. O modo de atuação do órgão ambiental compromete a segurança hídrica e a qualidade de vida dos mais de 5 milhões de habitantes de Belo Horizonte e sua região metropolitana, a terceira maior do Brasil, uma vez que serviços ecossistêmicos essenciais prestados pelos campos rupestres vão sendo perdidos, comprometendo a recarga e o equilíbrio hídrico pela infiltração das águas das chuvas, bem como seu armazenamento pelos aquíferos, o fornecimento de água pelas nascentes e a manutenção das vazões dos cursos d’água.

A normativa mineira sobre CA na MA deve ser revista, buscando reverter a facilidade com que essa compensação possa ser feita exclusivamente por regularização fundiária (RF) de unidade de conservação (UC) de proteção integral. Essa atribuição de RF em UC deveria estar concentrada na CA do sistema nacional de unidades de conservação (SNUC) (artigo 36 da lei federal 9.985 de 2000) (Brasil, 2000), vocacionada para gestão e efetivação de UCs. Para a CA da MA, seria muito mais interessante em termos ambientais e de conservação da biodiversidade, se o Estado incentivasse que os empreendedores investissem em restauração ecológica e em pesquisas relacionadas, inclusive buscando viabilizar a restauração e reabilitação de campos rupestres ferruginosos ou cangas.

Uma das recomendações que este estudo propõe é que o Estado crie uma categoria de Unidade de Conservação (UC) de Compensação Ambiental que contemple as áreas destinadas, repostas ou recuperadas por CA. Estas UCs de CA poderiam expandir estrategicamente – em termos de construção de paisagens mais conexas, saudáveis e sustentáveis – a cobertura de vegetação nativa através da restauração ecológica, promovendo ganho líquido de biodiversidade e melhorias na saúde e

na qualidade de vida da população, movimentando uma economia sustentável, restauradora e alinhada às mudanças de paradigmas do século XXI. Essa ação contribuiria também para reverter a imagem de leniência e subserviência do estado de Minas Gerais frente às mineradoras, onde se deram dois dos maiores crimes e tragédias ambientais minerárias do mundo, Mariana (2015) e Brumadinho (2019).

Neste sentido, cabe lembrar que a restauração extensiva de ecossistemas é cada vez mais vista como fundamental para a conservação da biodiversidade (IPBES, 2018) e para a mitigação da emergência climática (IPCC, 2019). As melhores evidências científicas têm apontado para o Brasil e o bioma Mata Atlântica como as áreas de maior potencial para restauração florestal em todo o mundo (Brancalion *et al.* 2019). Além disso, as Nações Unidas declararam a década entre 2020 e 2030 como a década da restauração dos ecossistemas. Ademais, a restauração estimula a economia verde em consonância com importantes acordos globais do clima e da biodiversidade, e com a lei brasileira de proteção da vegetação nativa (Lei federal 12.651 de 2012) e seus mecanismos de regularização ambiental e de cotas de reserva ambiental (Brasil, 2012). Vale lembrar que, dentre outros acordos internacionais, o Brasil aderiu em 2016 ao Desafio de Bonn, comprometendo-se a restaurar 12 milhões de hectares até 2030. Perante esta realidade, fatos e evidências, emergem as perguntas e reflexões: Como o estado de Minas Gerais, uma das maiores reservas mundiais de minérios, quer ser visto e reconhecido no contexto geopolítico global do Antropoceno?

Dentre as mudanças mais urgentes está a adoção da Avaliação Ambiental Integrada (AAI) ou a Avaliação de Impactos Cumulativos (AIC) para todos os tipos de empreendimentos, especialmente

os minerários, a fim de evitar e coibir licenciamentos ambientais fragmentados e displicentes dos princípios da Ecologia da Paisagem, para assim promover a conservação da biodiversidade e de seus serviços ecossistêmicos.

Por fim, mas de primeira importância, o reconhecimento da existência de ecossistemas insubstituíveis e não compensáveis deve ser assumido e encarado pela política e gestão ambiental e territorial feita pelo Estado através de seus órgãos competentes.

5. Conclusões

Os dados levantados indicam que há um deslocamento entre a compensação ambiental em termos legais, em termos ecológicos e em termos práticos de conservação da biodiversidade no estado de Minas Gerais, sudeste do Brasil. Entende-se que a CA da MA praticada, apesar de cumprir os pressupostos legais, tem se mostrado ineficaz e levado à perda de biodiversidade, afastando a gestão e a política ambiental do que deveria ser almejado, o ganho líquido de biodiversidade, ou pelo menos, a não perda.

A compensação 2:1 pela supressão da MA em MG causa uma impressão positiva incorreta que camufla o fato de que esta compensação se dá, na maioria das vezes, pela regularização fundiária (RF) em unidades de conservação (UC). Em termos de compensação ambiental e ganho líquido de biodiversidade, pouco importa que a compensação seja o dobro da área suprimida; se a maioria absoluta desta compensação se der pela regularização de áreas já protegidas, sempre haverá perda de cobertura de vegetação nativa no estado.

O presente estudo reforça a compreensão de que a CA da MA em MG, especialmente dos campos rupestres ferruginosos, é legalista e ineficaz, reforçando normativas ultrapassadas, distantes e desacopladas da melhor ciência disponível, não havendo, portanto, compensação em termos ecológicos efetivos. Os dados apresentados reforçam o entendimento de que a compensação da Mata Atlântica em Minas Gerais está conceitualmente errada (não abrange campos rupestres), é obsoleta (não contempla os fatos conhecidos) e é pouco efetiva (não protege).

Em síntese, este estudo destaca três pontos mais urgentes de atualização e aperfeiçoamento das políticas e instrumentos de CA da MA em MG:

(i) Estimular que a CA se dê por restauração ecológica e evitar que seja feita exclusivamente por RF em UC, estimulando o ganho líquido de biodiversidade, a criação de novas áreas protegidas e a promoção de territórios mais resilientes e sustentáveis.

(ii) A Avaliação Ambiental Integrada (AAI) ou a Avaliação de Impactos Cumulativos (AIC) deve ser amplamente adotada, especialmente para empreendimentos minerários, evitando e coibindo licenciamentos fragmentados que levam a mini-minas, e aumentam a fragmentação da paisagem e a erosão da biodiversidade e de seus serviços ecossistêmicos.

(iii) A política e gestão ambiental e territorial feita pelo Estado através de seus órgãos competentes deve reconhecer a existência de ecossistemas insubstituíveis e não compensáveis, onde se dá a impossibilidade de ganho ou mesmo de nenhuma perda líquida da biodiversidade.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Programa de Apoio à Pesquisa (PAPq) da Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG) pelas bolsas concedidas.

Referências

Alvarenga, L. J.; Carmo, F. F.; Kamino, L. H. Y. Uma compensação que não compensa: o caso dos campos rupestres ferruginosos associados à Mata Atlântica em Minas Gerais. *Doutrina – Revista Magister de Direito Ambiental e Urbanístico*, 103, 5-22, 2022. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/363582102_Uma_Compensacao_que_Nao_Compensa_o_Caso_dos_Campos_Ferruginosos_Associados_a_Mata_Atlantica_em_Minas_Gerais. Acesso em: 26 abr. 2025

Amaral, S.; Metzger, J. P.; Rosa, M. et al. Alarming patterns of mature forest loss in the Brazilian Atlantic Forest. *Nature Sustainability*, 8, 256-264, 2025. doi: <https://doi.org/10.1038/s41893-025-01508-w>.

Bidaud, C.; Schreckenberg, K.; Jones J. P. G. The local costs of biodiversity offsets: Comparing standards, policy and practice. *Land Use Policy*, 77, 43-50, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.05.003>.

Bracalion, P. H. S.; Niamir, A.; Broadbent, E. et al. Global restoration opportunities in tropical rainforest landscapes. *Science Advances*, 5(7), 2019. Disponível em: doi: <https://doi.org/10.1126/sciadv.aav3223>.

Brasil. *Lei nº. 9.985, de 18 de julho de 2000*. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) e dá outras providências. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9985.htm. Acesso em: 13 out. 2024.

Brasil. *Lei nº. 11.428, de 22 de dezembro de 2006*. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/l11428.htm. Acesso em: 13 out. 2024.

Brasil. *Decreto nº. 6.660, de 21 de novembro de 2008*. Regulamenta dispositivos da Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006, que dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008/Decreto/D6660.htm. Acesso em: 26 de abr. de 2025.

Brasil. *Lei nº. 12.651, de 25 de maio de 2012*. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa ou código florestal brasileiro. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Acesso em: 13 out. 2024.

Camini, A. N. *Compensar perdas de biodiversidade com efetividade à escalada da paisagem: por que, onde e como compensar na Mata Atlântica, MG?* Belo Horizonte, Dissertação (Mestrado em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais) – UFMG, 2021.

Carmo, F. F. do; Kamino, L. H. Y. *Geossistemas ferruginosos do Brasil: áreas prioritárias para a conservação da diversidade geológica e biológica, patrimônio cultural e serviços ambientais*. 3i Editora, p. 103-124, 2015. Disponível em: <https://institutopristino.org.br/wp-content/uploads/2020/04/Geossistemas-ferruginosos-no-Brasil-CD.pdf>. Acesso em: 26 abr. 2025.

Carmo, F. F. do; Kamino, L. H. Y. Controversies and hidden risks in biodiversity offsets in critically threatened Canga (ironstone) ecosystems in Brazil. *Oryx*, 57(1), 63-71, 2023. doi: <https://doi.org/10.1017/S0030605322000333>.

-
- Carmo, F. F. do; Mota, R. C.; Kamino, L. H. Y.; Jacobi, C. M. Check-list of vascular plant communities on ironstone ranges of south-eastern Brazil: dataset for conservation. *Biodiversity Data Journal*, 6, 2018. doi: <https://doi.org/10.3897/BDJ.6.e27032>.
- Fernandes, G. W.; Arantes-Garcia, L.; Barbosa, M. *et al.* Biodiversity and ecosystem services in the Campo Rupestre: a road map for the sustainability of the hottest Brazilian biodiversity hotspot. *Perspectives in Ecology and Conservation*, 18(4), 213-222, 2020. doi: <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2020.10.004>.
- Guedes, F. B.; Shaffer, W. B. *Análise e sugestão de emendas à proposta de resolução sobre parâmetros básicos para identificação e análise de vegetação primária e dos estágios sucessionais da vegetação secundária nos campos de altitude associados ou abrangidos pela Mata Atlântica*. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Biodiversidade e Florestas. 2009. Disponível em: https://conama.mma.gov.br/index.php?option=com_sisconama&task=documento.download&id=17486. Acesso em: 13 out. 2024.
- IPBES – Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. *The IPBES regional assessment report on biodiversity and ecosystem services for the Americas*. Rice, J.; Seixas, C. S.; Zaccagnini, M. E.; Bedoya-Gaitán, M.; Valderrama N. (eds.). Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, Bonn, Germany. 656 p., 2018. doi: <https://doi.org/10.5281/zenodo.3236252>. Acesso em: 13 out. 2024.
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. *An IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems*. 2019. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/srcl/>. Acesso em: 13 out. 2024.
- ISA – Instituto Socioambiental. *Portal Unidades de Conservação no Brasil*. 2025. Disponível em: <https://uc.socioambiental.org/pt-br>. Acesso em: 19 abr. 2025.
- Jacobi, C. M.; Carmo, F. F. do; Vicente, R. C.; Stehmann, J. R. Plant communities on ironstone outcrops – a diverse and endangered Brazilian ecosystem. *Biodiversity and Conservation*, 16, 2185-2200, 2007. doi: <https://doi.org/10.1007/s10531-007-9156-8>.
- Jacobi, C. M.; Carmo, F. F. do; Campos, I. C. Soaring extinction threats to endemic plants in Brazilian metal-rich regions. *Ambio*, 40(5), 540-543, 2011. doi: <https://doi.org/10.1007/s13280-011-0151-7>.
- Kamino, L. H. Y.; Pereira, E. O.; Carmo, F. F. do. Conservation paradox: Large-scale mining waste in protected areas in two global hotspots, southeastern Brazil. *Ambio*, 49, 1629-1638, 2020. doi: <https://doi.org/10.1007/s13280-020-01326-8>.
- Mapbiomas. *Relatórios Anuais do Desmatamento no Brasil (RAD)*. 2024. Disponível em: <https://alerta.mapbiomas.org/relatorio/>. Acesso em: 13 out. 2024.
- Maron, M.; Von Hase, A.; Quétier, F. *et al.* Biodiversity offsets, their effectiveness and their role in a nature positive future. *Nature Reviews Biodiversity*, 1, 183-196, 2025. doi: <https://doi.org/10.1038/s44358-025-00023-2>.
- Minas Gerais. *Decreto nº. 47.749, de 11 de novembro de 2019*. Dispõe sobre os processos de autorização para intervenção ambiental e sobre a produção florestal no âmbito do Estado de Minas Gerais e dá outras providências. 2019. Disponível em: <https://siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?i-dNorma=50061>. Acesso em: 13 out. 2024.
- Minas Gerais. *Repositório de Reuniões COPAM* (unidade colegiada: Câmara de Proteção à Biodiversidade e de Áreas Protegidas – CPB). 2025. Disponível em: <https://conselhos.meioambiente.mg.gov.br/repositorio-de-reunioes-copam>. Acesso em: 18 abr. 2025.
- Moilanen, A.; Kotiaho, J. S. Fifteen operationally important decisions in the planning of biodiversity offsets. *Biological Conservation*, 227, 112-120, 2018. doi: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2018.09.002>.

-
- Neugarten, R. A.; Langhammer, P. F.; Osipova, E.; *et al.* *Tools for measuring, modelling, and valuing ecosystem services: guidance for key biodiversity areas, natural world heritage sites, and protected areas.* Gland/Switzerland: IUCN, 70 p., 2018. doi: <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2018.PAG.28.en>.
- Pinto, L. P.; Hirota, M. M. *30 anos de Conservação do Hotspot de Biodiversidade da Mata Atlântica: desafios, avanços e um olhar para o futuro.* São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica. 416 p., 2022. Disponível em: <https://www.sosma.org.br/sobre/relatorios-e-balancos?page=2#>. Acesso em: 13 out. 2024.
- Salles, D. M.; Carmo, F. F. do; Jacobi, C. M. *Habitat Loss Challenges the Conservation of Endemic Plants in Mining-Targeted Brazilian Mountains.* *Environmental Conservation*, 46, 140-146, 2019. doi: <https://doi.org/10.1017/S0376892918000401>.
- Silveira, F. A. O.; Perillo, L. N.; Carmo, F. F. *et al.* *Veg-
etation misclassification compromises conservation of
biodiversity and ecosystem services in Atlantic Forest
ironstone outcrops.* *Perspectives in Ecology and Conservation*, 18(4), 238-242, 2020. doi: <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2020.10.001>.
- Simpson, K.; Hanley, N.; Armsworth, P.; Vries, F.; Dal-
limer, M. *Incentivising biodiversity net gain with an offset
market.* *Q Open*, 1(1), 2021. doi: <https://doi.org/10.1093/qopen/qocab004>.
- SISEMA-MG. Sistema Estadual de Meio de Ambiente. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Minas Gerais. *Painel de Indicadores Sisema. Unidades de Conservação Estaduais.* 2025. Disponível em: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiOThhNzgyMTQt-NGU5Ny00Mzk0LWIzODIiNDg3Nzk2MDImYmEyIwid-CI6IjkyNGY5ODQ3LTi0MmUtNGE5YS04OTEzLTiIND-M2NDliOWVhYSJ9>. Acesso em: 19 abr. 2025.
- SOS Mata Atlântica. *Relatório Anual da SOS Mata Atlântica.* 2020. Disponível em: https://cms.sosma.org.br/wp-content/uploads/2021/07/Relat%C3%ADrio_SOS-MA_2020_01_COM-REVIS%C3%95E_12_07_2021.pdf. Acesso em: 13 out. 2024.
- SOS Mata Atlântica. *Relatório Anual da SOS Mata Atlântica.* 2021. Disponível em: https://cms.sosma.org.br/wp-content/uploads/2022/07/Relatorio_21_julho.pdf. Acesso em: 13 out. 2024.
- SOS Mata Atlântica. *Relatório Anual da SOS Mata Atlântica.* 2022. Disponível em: <https://cms.sosma.org.br/wp-content/uploads/2023/07/DIG-PT-SOSMa-RA22.pdf>. Acesso em: 13 out. 2024.
- Vasconcelos, V. V. *Campos de altitude, campos rupestres e aplicação da lei da mata atlântica: estudo prospectivo para o estado de Minas Gerais.* *Boletim de Geografia*, 32(2), 110 - 133, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.4025/bolgeogr.v32i2>. Acesso em: 14 jun. 2025.