RECUPERAÇÃO DE ÁREA DEGRADADA EM APP HÍDRICA: PRAD PARA PASSIVO AMBIENTAL DE BARRAGEM NO SÍTIO BELA VISTA, CARATINGA, MG

DEGRADED AREA RECOVERY PLAN (PRAD) IN A PERMANENT PRESERVATION AREA IMPACTED BY A WATER RESERVOIR IN CARATINGA, MG

PROYECTO DE RECUPERACIÓN DE ÁREA DEGRADADA (PRAD) EN ÁREA DE PRESERVACIÓN PERMANENTE AFECTADA POR EMBALSE HÍDRICO EN CARATINGA, MG

10.56238/IIMultiCientifica-156

Gabriela Pires da Rocha
Graduanda em Agronomia
Instituição: Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ, Campus Pinheiral)
E-mail: gabrielarocha.agro@gmail.com

Matheus de Moraes Cardoso Garcia
Graduando em Agronomia
Instituição: Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ, Campus Pinheiral)
E-mail: matheusmcgarcia@hotmail.com

Vagner Luiz Cardoso de Medeiros Cunha
Doutorando em Ciência, Tecnologia e Inovação em Agropecuária
Instituição: UFRRJ / IFRJ (Campus Pinheiral)
E-mail: ruralvagner@gmail.com

RESUMO
A elaboração de reservatórios hídricos em propriedades rurais exige intervenções intensas que frequentemente geram passivos ambientais em Áreas de Preservação Permanente (APPs). Este trabalho objetivou desenvolver um Projeto de Recuperação de Área Degradada (PRAD) para restabelecer a estabilidade e a funcionalidade ecológica de uma área de 3,3427 ha no Sítio Bela Vista, em Caratinga/MG, impactada pela construção de uma barragem. A metodologia envolveu vistoria técnica *in loco* em 2025, levantamento documental (CCIR, CAR e escritura) e enquadramento regulatório com base na Instrução Normativa IBAMA nº 14/2024. O diagnóstico identificou compactação em Latossolo Vermelho-Amarelo, erosão laminar, risco de ravinamento e supressão de vegetação ciliar da Mata Atlântica. Na análise documental, constatou-se divergência de 16,3% entre a área do CAR e a escritura georreferenciada, evidenciando a importância da gestão cadastral para o correto dimensionamento das APPs. As intervenções propostas abrangem descompactação e reperfilamento de taludes, sistemas de drenagem, biomantas de fibras naturais e revegetação com espécies nativas em estratos herbáceos, arbustivos e arbóreos para contenção do assoreamento. Estabeleceu-se um plano de monitoramento contínuo por cinco anos com metas de sobrevivência

vegetal, estabilização geomorfológica e melhoria da qualidade da água. Conclui-se que o PRAD é indispensável para a segurança hídrica e regularidade ambiental do imóvel.

Palavras-chave: Cadastro Ambiental Rural. Controle de Erosão. Mata Atlântica. Recuperação Ambiental.

ABSTRACT
The implementation of water reservoirs on rural properties involves intense interventions that often generate environmental liabilities in Permanent Preservation Areas (APPs). This study aimed to elaborate a Degraded Area Recovery Plan (PRAD) to restore the ecological functionality and stability of a 3.3427-ha area at *Sítio Bela Vista*, in *Caratinga/MG*, Brazil, impacted by dam construction. The methodology comprised an in situ technical visit in 2025, documentary research (CCIR, CAR, and property deed), and regulatory alignment based on IBAMA Normative Instruction No. 14/2024. Diagnosis revealed soil compaction in Red-Yellow Latosol, sheet erosion, gullying risk, and suppression of Atlantic Forest riparian vegetation. Documentary analysis identified a 16.3% discrepancy between CAR data and the georeferenced deed, highlighting the importance of land registry management for accurate APP sizing. Proposed interventions encompass soil decompaction, slope reprofiling, drainage systems, natural fiber bio-blankets, and revegetation with native species across herbaceous, shrub, and tree layers to control silting. A continuous five-year monitoring plan was established with targets for seedling survival, geomorphological stabilization, and water quality improvement. The PRAD proves indispensable for the property's water security and environmental compliance.

Keywords: Atlantic Forest. Environmental Recovery. Erosion Control. Rural Environmental Registry.

RESUMEN
La implantación de embalses hídricos en propiedades rurales exige intervenciones intensas que frecuentemente generan pasivos ambientales en Áreas de Preservación Permanente (APP). Este trabajo objetivó elaborar un Proyecto de Recuperación de Área Degradada (PRAD) para restablecer la estabilidad y la funcionalidad ecológica de un área de 3,3427 ha en el Sítio Bela Vista, en Caratinga/MG, impactada por la construcción de una represa. La metodología involucró inspección técnica in situ en 2025, levantamiento documental (CCIR, CAR y escritura) y encuadre regulatorio con base en la Instrucción Normativa IBAMA n.º 14/2024. El diagnóstico identificó compactación en Latosol Rojo-Amarillo, erosión laminar, riesgo de abarrancamiento y supresión de vegetación riparia del Bosque Atlántico. En el análisis documental, se constató una divergencia de 16,3% entre el área del CAR y la escritura georreferenciada, evidenciando la importancia de la gestión catastral para el correcto dimensionamiento de las APP. Las intervenciones propuestas abarcan descompactación y perfilado de taludes, sistemas de drenaje, mantas orgánicas de fibras naturales y revegetación con especies nativas en estratos herbáceos, arbustivos y arbóreos para contención de la sedimentación. Se estableció un plan de monitoreo continuo por cinco años con metas de supervivencia vegetal, estabilización geomorfológica y mejora de la calidad del agua. Se concluye que el PRAD es indispensable para la seguridad hídrica y regularidad ambiental del inmueble.

Palabras clave: Control de Erosión. Mata Atlántica. Recuperación Ambiental. Registro Ambiental Rural.

1 INTRODUÇÃO

A captação e o armazenamento de água por meio da construção de pequenas barragens e reservatórios hídricos representam alternativas indispensáveis para garantir a segurança hídrica e a viabilidade produtiva de pequenas e médias propriedades rurais. Não obstante sua utilidade socioeconômica, a execução dessas obras requer expressiva movimentação de terras, alteração da calha natural de cursos d'água e, recorrentemente, a supressão da cobertura vegetal nativa (Almeida, 2016).

Quando realizadas sem o devido planejamento técnico ou fora dos trâmites de licenciamento ambiental, tais intervenções provocam a desestruturação do ecossistema local, originando passivos ambientais e autuações pelos órgãos fiscalizadores. Em conformidade com a Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012 (Novo Código Florestal Brasileiro), as margens de cursos hídricos e as áreas do entorno de reservatórios constituem Áreas de Preservação Permanente (APPs), destinadas a preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade e o solo (Brasil, 2012).

A degradação dessas áreas demanda intervenções corretivas e estruturadas, conforme os parâmetros normativos fixados para o dimensionamento das APPs (Brasil, 2012). As diferentes faixas de larguras dos cursos d’água visam salvaguardar as especificidades ecossistêmicas e a integridade física dessas zonas de transição, assegurando a manutenção de sua composição florística e faunística singular, bem como a prestação dos serviços ecossistêmicos associados (Macedo; Schmitt Filho; Farley, 2020).

Logo, a elaboração de um Projeto de Recuperação de Área Degradada ou Área Alterada (PRAD) exige sólida fundamentação técnica, espacialização adequada do imóvel e estrita observância ao ordenamento jurídico aplicável. Sendo assim, a Instrução Normativa do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) nº 14, de 1º de julho de 2024, consolidou-se como o marco regulatório de referência ao padronizar as diretrizes para elaboração, apresentação, execução e monitoramento de PRAD no país (Brasil, 2024).

Nesse contexto, o presente trabalho integra diagnósticos físicos, cadastrais, fundiários e ecológicos com o planejamento de obras de bioengenharia, tratos culturais e técnicas de revegetação na APP de um reservatório hídrico. A justificativa para este estudo reside na necessidade de sanar um passivo ambiental e promover a adequação do imóvel perante o órgão ambiental e a segurança jurídica da propriedade rural.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho consistiu em estruturar o PRAD para o Sítio Bela Vista, localizado em Caratinga/MG, visando restabelecer o equilíbrio ambiental, a estabilidade física

do solo e a funcionalidade ecológica do local impactado pela construção de uma barragem. Para alcance desse fim, buscou-se diagnosticar a situação fundiária e o grau de degradação da área, estruturar a matriz comparativa do meio físico e biótico (situação original e atual), propor intervenções de engenharia de solo, tratos culturais e revegetação heterogênea em área total, estabelecer o cronograma de implantação, manutenção e monitoramento, distribuído ao longo de cinco anos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 DEGRADAÇÃO AMBIENTAL NA MATA ATLÂNTICA E PROTEÇÃO LEGAL DAS APPS HÍDRICAS

A Mata Atlântica é um dos *hotspots* de biodiversidade mais ameaçados do planeta, caracterizando-se por elevada riqueza de espécies e alto grau de endemismo (Myers, 2000). A degradação do solo e a perda da vegetação ciliar afetam severamente a integridade física dos corpos d'água, elevando as taxas de assoreamento e reduzindo a qualidade hídrica (Almeida, 2016). Com o intuito de abrandar os prejuízos ecossistêmicos advindos da degradação e conduzir o ambiente ao estado sucessional planejado, as estratégias de restauração ecológica fundamentam-se em princípios teóricos correlatos, abrangendo o estudo de interações bióticas, dinâmicas de comunidades e fragmentação de ecossistemas (Rosenfield; Müller, 2020).

A Área de Preservação Permanente (APP) é conceituada pelo Novo Código Florestal (Lei nº 12.651/2012, Art. 3º, II), como:

> (...) área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas. (Brasil, 2012).

No que tange à delimitação de APPs associadas a cursos d'água naturais, o Art. 4º esta mesma Lei, estabelece faixas marginais de proteção contadas a partir da borda da calha do leito regular (mínimo de 30 metros para rios com largura inferior a 10 metros). Para reservatórios artificiais de água decorrentes de barramento em cursos d'água naturais, o Código Florestal prevê tratamento diferenciado segundo o ano de implantação e o uso da água, conferindo isenção de recomposição de faixa marginal para reservatórios de até um hectare, construídos até 22 de julho de 2008 em pequenas propriedades.

O Art. 4º, § 1º prevê ainda a dispensa da delimitação de APP para reservatórios com lâmina d'água inferior a 1,0 ha quando destinados exclusivamente ao abastecimento familiar ou à

dessedentação animal, sujeitando os demais usos produtivos — como a piscicultura — à regularização hídrica e ao licenciamento no órgão ambiental competente (Brasil, 2012).

2.2 CLASSIFICAÇÃO FUNDIÁRIA DE IMÓVEIS RURAIS E MARCO REGULATÓRIO DA IN IBAMA Nº 14/2024

A classificação fundiária dos imóveis rurais no Brasil toma como referência o Módulo Fiscal (MF), unidade fixada individualmente por município pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA). Neste sentido, a aplicação do georreferenciamento tem se mostrado altamente eficaz no processo de regularização fundiária no Brasil, pois a exatidão cartográfica viabilizada pela tecnologia simplifica procedimentos administrativos, reduz conflitos e concede transparência e segurança jurídica aos proprietários rurais (Minnicelli; Queiroz, 2023).

Nos termos do inciso II do artigo 4º da Lei Federal nº 8.629/1993, propriedades com área total compreendidas até 4 MF (Brasil, 1993) enquadram-se como pequenas propriedades rurais (Brasil, 1993; Brasil, 2017). Esta Lei define os limites de parcelamento do solo, devendo-se observar a Fração Mínima de Parcelamento (FMP) municipal para desmembramentos e registros cartoriais.

Portanto, a delimitação dimensional dos imóveis, estabelece a linha de corte para a aplicação de regimes jurídicos diferenciados no Cadastro Ambiental Rural (CAR), composto digitalmente pelos dados ambientais de propriedades rurais, estruturado para alimentar uma base de dados centralizada no Sistema Nacional de Informação sobre o Meio Ambiente (SINIMA), que é um instrumento da Política Nacional do Meio Ambiente criado pela Lei Federal nº 6.938/1981 com o intuito de gerenciar, integrar e difundir dados e informações ambientais no Brasil (Brasil, 1981; Bierhals; Corrêa; Siqueira, 2020).

Ademais, o CAR, trata-se de um cadastro digital que garante uma checagem mais precisa e desburocratizada, elevando a celeridade e o desempenho do processo declaratório, em comparação ao modelo tradicional via cartório (Bierhals; Corrêa; Siqueira, 2020). A exatidão das informações georreferenciadas confere elevado rigor técnico às transações imobiliárias, reduzindo margens de erro e garantindo maior previsibilidade para ambas as partes envolvidas, atuando como um importante fator de pacificação de disputas territoriais, o que consolida a estabilidade jurídica e reforça a credibilidade dos órgãos competentes (Minnicelli; Queiroz, 2023).

Ademais, a Instrução Normativa (IN) IBAMA nº 14, de 1º de julho de 2024, reformulou as exigências técnicas para os projetos de recuperação no Brasil, substituindo a antiga IN nº 4 de 13 de

abril de 2011. Este novo marco regulatório alinhou-se aos preceitos da ecologia da restauração ao introduzir os cenários ambientais operacionais, estabelecendo metas de recuperação conforme o estado de degradação da área e seu potencial de resiliência (Brasil, 2024):

> Art. 7º O cenário ambiental pode ser classificado em:
>
> I - cenário ambiental A - áreas com alto potencial de regeneração natural, onde há presença de vegetação regenerante abundante ou próximas a áreas com vegetação nativa remanescente com alta diversidade e densidade, solos pouco compactados e baixa presença e competição exercida por espécies invasoras, tendendo a exigir pouco manejo e intervenções incrementais para a condução da regeneração natural.
>
> II - cenário ambiental B - áreas com médio potencial de regeneração natural, onde há alguma presença de vegetação regenerante, próximas a áreas com vegetação nativa remanescente, solos pouco compactados, possível presença de espécies invasoras, podendo demandar manejo por plantio de mudas, semeadura direta de espécies nativas, enriquecimento com espécies-alvo, ou outras técnicas.
>
> III - cenário ambiental C - áreas com baixo potencial de regeneração natural, onde não há presença de regenerantes ou áreas com vegetação nativa remanescente, com possibilidade de solo degradado e/ou com domínio de invasoras, podendo demandar, além de técnicas do cenário ambiental B, plantio em área total, individual ou conjuntamente, e o uso de técnicas de correção, conservação dos solos, drenagem superficial, dentre outras.
> (Brasil, 2024).

Complementarmente, o Art. 11, inciso III estabelece taxativamente a exigência de PRAD Completo para áreas classificadas como Cenário Ambiental C, independentemente do tamanho do imóvel rural (Brasil, 2024). Adicionalmente, o Anexo II da norma fixa o Termo de Referência (TR-PRAD Completo), padronizando a obrigatoriedade do diagnóstico comparativo entre a situação original e atual, detalhamento de tratos culturais (controle de matocompetição, pragas e aceiros), intervenção no solo em área total e estruturação de cronogramas físico e financeiro plurianuais de médio/longo prazo.

Nesse contexto, as exigências do TR-PRAD Completo impõem desafios operacionais e financeiros significativos aos proprietários rurais, uma vez que a elaboração e execução do plano exigem mobilização contínua de insumos, mão de obra especializada e cronogramas de longo prazo. Conforme apontam Checoli et al. (2016), a viabilização de intervenções para fins de recuperação ambiental esbarra frequentemente no conflito de interesses do produtor entre investir na manutenção ou expansão das áreas produtivas (lavouras e pastagens) e arcar com os custos de restauração do passivo ambiental em sua propriedade. Desta forma, a efetividade do PRAD depende da superação de

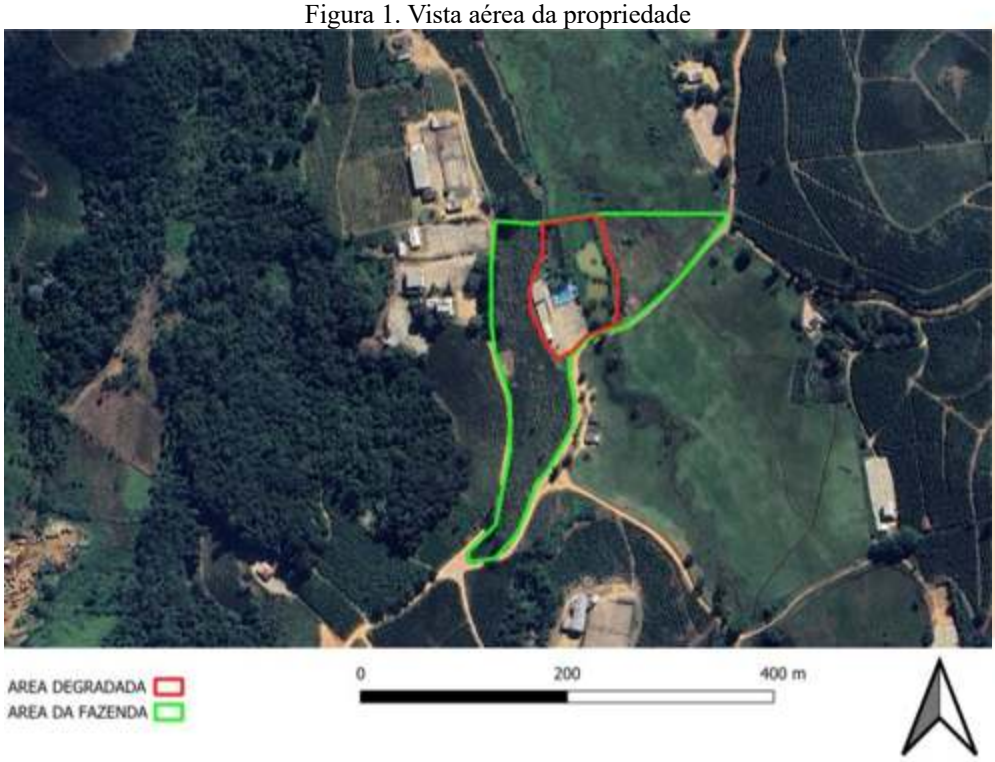
barreiras institucionais e da criação de redes de suporte técnico e financeiro que viabilizem a transição da conformidade declaratória para a restauração efetiva em campo (Checoli et al., 2016).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O trabalho foi conduzido na área correspondente ao Sítio Bela Vista (Figura 1), localizado na comunidade do Córrego do Lage, município de Caratinga, zona leste do Estado de Minas Gerais (coordenadas geográficas: Latitude 19°51’47,11” S; Longitude 42°04’09,29” O; *Datum* SIRGAS 2000). A propriedade abrange uma extensão territorial total de 3,3427 ha.

Figura 1. Vista aérea da propriedade



Fonte: Adaptado de Google Maps (2025). Datum: SIRGAS 2000.

A vegetação original do município pertence ao domínio da Mata Atlântica, sob a fitofisionomia de Floresta Estacional Semidecidual. O clima regional é classificado como tropical semiúmido, apresentando pluviosidade média anual de 1.122,6 mm e temperatura média anual de 22 °C (Moreira et al., 2017). As características pedológicas da gleba indicam a predominância de Latossolo Vermelho-Amarelo. O histórico de ocupação e impermeabilização em áreas de encosta no município de Caratinga

eleva a vulnerabilidade local a processos erosivos e movimentos de massa durante o período chuvoso (Caratinga, 2026; Moreira et al., 2017).

3.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS E NATUREZA ACADÊMICA DO ESTUDO

Trata-se de uma pesquisa aplicada, de natureza exploratória e descritiva, estruturada sob o método de estudo de caso (Gil, 2019). Os procedimentos metodológicos envolveram a realização de pesquisa bibliográfica e documental (Creswell, 2018) para examinar a legislação ambiental, diretrizes normativas e estratégias de elaboração de Projetos de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD). Este estudo possui caráter técnico-didático e acadêmico, tendo sido desenvolvido durante a disciplina de Recuperação de Áreas Degradadas (RAD) do Curso de Bacharelado em Agronomia do Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ, Campus Pinheiral).

O trabalho tem como propósito o exercício prático de planejamento ambiental e a proposição de diretrizes técnicas para o imóvel, não constituindo, até a presente data, um processo administrativo formal protocolado perante os órgãos ambientais competentes, embora apresente elementos técnicos auxiliares para essa finalidade. As etapas metodológicas foram estruturadas em quatro fases sequenciais:

a) vistoria e diagnóstico *in loco*: realizados no segundo semestre de 2025 para a identificação dos danos físicos e biológicos, avaliação do uso da água, observação de áreas com solo exposto, área do açude, largura média do córrego e análise do estado da vegetação ciliar.
b) análise documental e cadastral: consistiu na verificação das informações do imóvel junto ao Certificado de Cadastro de Imóvel Rural (CCIR), Cadastro Ambiental Rural (CAR) e escritura do imóvel. Procedeu-se ao cálculo do Módulo Fiscal municipal, ao enquadramento da classe fundiária (Lei nº 8.629/1993) e à verificação de inconsistências cartográficas.
c) Enquadramento e Estruturação do PRAD conforme TR-PRAD Completo (IN IBAMA 14/2024): avaliação da área e necessidade de recomposição da APP do reservatório perante o Código Florestal (Lei nº 12.651/2012); enquadramento no Cenário de degradação (Art. 7º, IN 14/2024) e estruturação de elementos exigidos pelo Anexo II (TR-PRAD Completo), incluindo a matriz comparativa da situação da área (original x atual), técnicas de preparação do solo em área total, controle de ameaças (aceiros, gado, formigas) e obras de drenagem.
d) Cronograma Físico e Plano de Monitoramento Plurianual: Construção de cronograma executivo distribuído ao longo de cinco anos (60 meses).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 CARACTERIZAÇÃO FUNDIÁRIA E DIAGNÓSTICO DO IMÓVEL

O imóvel rural em estudo apresenta uma área total de 3,3427 ha, o que corresponde a 0,1671 Módulos Fiscais (MF), considerando o parâmetro estabelecido pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) para o município de Caratinga/MG (1 MF = 20 ha), conforme dados oficiais de índices básicos cadastrais do município (Brasil, 2026).

Com base no critério fixado pela Lei Federal nº 8.629/1993, a propriedade possui dimensão inferior a 1 MF. Vale ressaltar que a extensão da área supera a Fração Mínima de Parcelamento, fixada em 2,0 ha (Brasil, 2026) assegurando a viabilidade de seu registro individualizado e a emissão regular do Certificado de Cadastro de Imóvel Rural (CCIR).

Essa caracterização e o consequente enquadramento fundiário são etapas determinantes para o diagnóstico ambiental do imóvel no âmbito do Cadastro Ambiental Rural (CAR). Para Marques et al. (2022) unir as informações deste cadastro de forma parametrizada é de suma importância para o mapeamento do uso do solo. Os autores ao analisarem a base do Sistema de Cadastro Ambiental Rural (SICAR) no estado de Minas Gerais, identificaram, por exemplo, que regiões como o Triângulo, Alto Paranaíba e Noroeste mineiro concentram os maiores percentuais de APP (34,56%) e Reserva Legal (35,60%).

Os dados de caracterização fundiária e diagnóstico ambiental do imóvel em estudo encontram-se sintetizados no Quadro 1.

Quadro 1. Parâmetros fundiários, hídricos e ambientais identificados no Sítio Bela Vista, Caratinga/MG.

Parâmetro/Indicador	**Valor/Condição Observada**	**Fonte**
Área Total do Imóvel	3,3427 hectares	Escritura; CCIR
Módulo Fiscal (MF) Local	20,00 hectares	INCRA (Caratinga – MG)
Módulos Fiscais Calculados	0,1671 MF	Área Total / MF Municipal
Classificação Fundiária	Pequena propriedade	Lei Federal nº 8.629/1993 (art. 4º, II, a)
Fração Mínima de Parcelamento (FMP)	2,00 hectares	INCRA (Conforme: Área Total > FMP)
Superfície do Açude	< 1,00 hectares	Mapeamento / Imagens de Satélite
Ano de Implantação do Barramento	Pós-2008	Análise Temporal de Imagens (Google Earth)
Uso da Lâmina d'Água	Dessedentação; Piscicultura	Diagnóstico *in loco* (2025)
Condição Físico-Ambiental	Solo exposto; compactação; erosão	Diagnóstico *in loco* (2025)
Cenário Ambiental (IN IBAMA 14/2024)	Cenário C (Baixo potencial de regeneração)	Art. 7º, III da IN IBAMA nº 14/2024
Modalidade de PRAD Exigida	PRAD Completo	Art. 11, III e Anexo II da IN IBAMA 14/2024
Horizonte Temporal de Recuperação	cinco Anos (60 Meses)	Aderência ao TR-PRAD Completo (IN 14/2024)

Fonte: Os Autores

4.2 DIAGNÓSTICO DOS PASSIVOS HÍDRICOS E MATRIZ COMPARATIVA DO TR-PRAD

A intervenção para implantação da barragem com o uso intensivo de maquinário pesado acarretou severa compactação do horizonte superficial do Latossolo Vermelho-Amarelo (Figura 2).

Figura 2. Vista frontal da propriedade com os reservatórios instalados



Créditos: Gabriela P. Rocha (2025).
Fonte: Elaborada pelos autores

Em conformidade com as diretrizes do Item 8 (caracterização da área a ser recuperada) do TR-PRAD Completo (Anexo II da IN IBAMA nº 14/2024), estruturou-se o diagnóstico físico e ecológico comparando a situação original (imediatamente anterior à intervenção) com a situação atual observada na vistoria técnica (Quadro 2).

Quadro 2. Caracterização da área a ser recuperada: Situação Original x Situação Atual (Atendimento ao Item 8 do Anexo II - TR-PRAD Completo).

Aspecto do Meio	Situação Original (Pré-Intervenção)	Situação Atual (Pós-Intervenção/ Degradação)
Relevo e Topografia	Encosta suave-ondulada com perfil natural preservado e taludes estáveis.	Relevo alterado por terraplenagem mecânica, com taludes instáveis na borda do reservatório.
Solo e Subsolo	Latossolo Vermelho-Amarelo com boa porosidade, presença de horizonte O/A e estrutura preservada.	Compactação severa pelo tráfego de tratores, remoção do horizonte orgânico (solo exposto) e presença de erosão laminar com risco de ravinamento.
Hidrografia	Calha natural de córrego de pequena vazão com fluxo contínuo.	Leito alterado pelo barramento; aporte de sedimentos; turbidez na água do açude; risco de assoreamento nos tanques de piscicultura.
Cobertura Vegetal	Vegetação ciliar com presença de gramíneas	Supressão total da vegetação ciliar na área de intervenção; ausência de regeneração natural e domínio pontual de gramíneas invasoras

Fonte: Os Autores

O reservatório artificial possui superfície inferior a 1,0 ha e foi implantado após 22 de julho de 2008. Por abrigar a atividade de piscicultura, o barramento não se enquadra na dispensa automática de APP prevista no Art. 4º, § 1º da Lei nº 12.651/2012, tampouco nos regimes consolidados do Art. 62 (restritos a intervenções pré-2008).

Nesses termos, a manutenção da aquicultura no reservatório condiciona-se à regularização do uso da água junto ao Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM) e à recomposição da faixa de APP marginal, conforme observado na Lei Federal nº 9.433/1997, e na Política Estadual de Recursos Hídricos de Minas Gerais, estabelecida pela Lei Estadual nº 13.199/1999 (Brasil, 1997; Minas Gerais, 1999) regulamentado pelo Decreto nº 47.705/2019 (Minas Gerais, 2019) e pela Portaria IGAM nº 48/2019 e por normas complementares do Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CERH/MG.

Segundo Macedo, Schmitt Filho e Farley (2020), a elaboração de projetos de recomposição florística em APPs ciliares requer a integração de variáveis socioambientais e fundiárias, com destaque para a dimensão do imóvel, o histórico de uso consolidado e o enquadramento na agricultura familiar. Os autores ainda apontam que em municípios com predomínio de pequenas propriedades familiares, a metragem efetiva para recuperação vegetacional é impactada por regimes normativos diferenciados. Por essa razão, a formulação de planos eficientes de readequação ambiental depende do mapeamento cadastral das propriedades, da delimitação topográfica das APPs e do diagnóstico detalhado do uso e cobertura do solo (Macedo; Schmitt Filho; Farley, 2020).

4.3 INCONSISTÊNCIA CADASTRAL (CAR X CCIR) E ENQUADRAMENTO NA IN IBAMA Nº 14/2024: JUSTIFICATIVA DO CENÁRIO C

A análise documental revelou uma divergência métrica relevante entre a área total georreferenciada/escriturada (3,3427 ha) e a área declarada no sistema do Cadastro Ambiental Rural (2,796 ha). Essa variação de aproximadamente 0,5467 ha (16,3% de subdeclaração) evidencia falhas frequentes de mapeamento em cadastros declaratórios sem base topográfica precisa, conforme apontado por Xavier et al. (2023) e Farias et al. (2026).

Vale a pena ressaltar que a divergência entre os limites declarados no Cadastro Ambiental Rural (CAR) e a descrição constante na escritura do imóvel rural reflete a natureza autodeclaratória do sistema ambiental. Como apontam Matias et al. (2024), a base bruta do SICAR apresenta expressivos problemas de sobreposição geométrica, uma vez que o sistema aceita delimitações sem prévia checagem de consistência com outras bases de referência. Essa maleabilidade do cadastro possibilita

discrepâncias significativas entre a área efetivamente registrada em cartório e aquela informada para fins de regularização ambiental (Matias et al, 2024). Portanto, no contexto do PRAD Completo, a retificação do CAR configura-se como passo prévio necessário para delimitação da APP e, conforme Minnicelli e Queiroz (2023), garantir a segurança jurídica do imóvel.

Como ressaltam Casteloni e Steinke (2025), as sobreposições e divergências registradas na base do CAR derivam frequentemente de erros de cadastramento por parte dos declarantes, incluindo imprecisões cartográficas, ausência de base georreferenciada rigorosa e equívocos no traçado dos limites das propriedades.

Paralelamente a isso, a constatação de solo exposto, compactação severa e supressão completa da camada orgânica e do banco de sementes natural inviabiliza a regeneração natural espontânea na área. Essas condições enquadram formalmente o local no Cenário Ambiental C (Art. 7º, III da IN IBAMA nº 14/2024). Conforme estabelece o Art. 11, inciso III da referida Instrução Normativa, a ocorrência do Cenário C determina obrigatoriamente a elaboração de um PRAD Completo, independentemente do tamanho do imóvel rural (Brasil, 2024). Assim, o projeto foi elaborado segundo a estrutura analítica descrita no Anexo II (TR-PRAD Completo).

4.4 PROPOSTA DE RECUPERAÇÃO FÍSICA, PREPARO DO SOLO E TRATOS CULTURAIS (ITENS 12 E 13 DO TR)

Atendendo às diretrizes do Item 12 do TR-PRAD Completo, o preparo do solo e a contenção de processos erosivos foram planejados para a totalidade da área degradada, ultrapassando o escopo restrito às covas de plantio. Para a conservação do solo e aplicação de técnicas de engenharia, decidiu-se pela realização de descompactação mecânica por meio de subsolagem, aliada à descompactação manual nas encostas, com o objetivo de romper a camada adensada e restaurar a capacidade de infiltração hídrica. Rodrigues, Confessor e Pereira (2023) alertam que a restauração de processos erosivos exige planejamento preventivo contínuo, pois o aporte edáfico e biótico podem ser anulados rapidamente caso não haja manutenção rigorosa de aceiros.

Complementarmente, prevê-se o reperfilamento e a suavização de taludes nas margens do açude para redução da energia do escoamento superficial, além da implantação de canaletas de drenagem em curva de nível. Nas superfícies de solo exposto, será aplicado o recobrimento com biomantas de fibra de coco fixadas por estacas, associado à adubação orgânica de cobertura.

O sucesso da revegetação condiciona-se ao controle e manejo contínuo dos fatores de ameaça (Item 13 do TR) ao longo do período de estabelecimento do povoamento florestal. Para o isolamento do fator de degradação, prevê-se a instalação de cerca de arame farpado no perímetro da APP, impedindo o tráfego de animais (gado), além da manutenção anual de aceiros com 3 metros de largura para prevenção contra incêndios florestais.

De acordo com Figueiredo et al. (2025), a contenção do fogo por meio de aceiros tradicionais baseia-se na diminuição da biomassa disponível, apresentando boa resposta em queimadas de baixa intensidade sob clima ameno. Contudo, os autores ainda destacam que essa técnica requer intervenções frequentes e pode desencadear o surgimento de plantas infestantes e a degradação hídrica do solo. Portanto, a intervenção anual programada garante a perenidade do aceiro, que, conforme apontado por Rodrigues, Confessor e Pereira (2023) funciona como barreira contra incêndios. Adicionalmente, a fiscalização periódica da faixa de contenção previne que danos erostivos prejudiquem a reabilitação edáfica.

O controle fitossanitário e de matocompetição, abrange como proposta, o combate prévio e sistemático a formigas cortadeiras (*Atta* sp. e *Acromyrmex* sp.) via isca formicida à base de sulfluramida ou deltametrina, bem como o coroamento manual periódico das mudas num raio de 50 cm para eliminação de gramíneas invasoras durante os primeiros três anos.

Por fim, a restauração da cobertura vegetal será executada via plantio com mudas nativas características da Floresta Estacional Semidecidual, adotando-se o espaçamento de 3,0 m x 2,0 m. O arranjo florístico será disposto em toposequência para respeitar o gradiente de umidade do solo no entorno do reservatório. Conforme Sales et al. (2023), o plantio de espécies arbóreas no entorno das feições erosivas atua diretamente na estruturação do solo, elevando sua proteção contra o impacto das chuvas e mitigando o escoamento superficial em direção às áreas vulneráveis.

Na faixa marginal de contato direto com a lâmina d'água (solo saturado), serão priorizadas espécies pioneiras e higrófitas de rápido estabelecimento e contenção de margens, tais como *Inga marginata* Willd. (ingá-mirim), *Inga laurina* (Sw.) Willd. (ingá-da-praia), *Schinus terebinthifolius* Raddi (aroeira-pimenteira) e *Mimosa bimucronata* (DC.) O.Kuntze (maricá). Moura et al. (2022), destaca a necessidade de escolha de espécies pioneiras e de rápido crescimento em faixas marginais de Floresta Estacional Semidecidual devido ao seu sombreamento inicial, estabilização de margens fluviais e na restauração das funções ecossistêmicas em APPs ripárias.

Nas porções do terço médio e superior da APP (solo bem drenado), promover-se-á o plantio heterogêneo intercalando espécies pioneiras e não pioneiras, a exemplo de *Cedrela fissilis* Vell. (cedro-rosa) e *Handroanthus chrysotrichus* (Mart. ex A.DC.) Mattos (ipê-amarelo), visando assegurar o sombreamento gradual e a restauração da diversidade estrutural da Mata Atlântica. Além disso, Moura et al. (2022) ao realizarem levantamento florístico qualitativo em fragmento de Floresta Estacional Semidecidual ripária em Pouso Alegre (MG), consideram que a composição florística deve ter espécies zoocóricas e de estágios iniciais de sucessão típicas de vegetações ripárias regionais, garantindo a atração da avifauna dispersora e o aporte de propágulos para a continuidade da regeneração natural na área.

4.5 CRONOGRAMA FÍSICO E MONITORAMENTO

A opção por um horizonte temporal de cinco anos (60 meses) justifica-se pela necessidade de garantir o fechamento da copa das árvores (dossel), o sombreamento efetivo do solo para inibir a matocompetição e a consolidação da estabilidade dos taludes contra processos erosivos em áreas de Cenário C. Em observância ao Item 15 do TR-PRAD Completo, as atividades foram detalhadas por fases de implantação, manutenção e monitoramento ao longo dos cinco anos (Quadro 3).

Quadro 3. Modelo de Cronograma Físico-Financeiro de Execução e Monitoramento do PRAD (Período de 60 Meses / 5 Anos - Atendimento ao Item 15 do Anexo II da IN IBAMA nº 14/2024).

Atividade/ Etapa Operacional	**Ano 1**	**Ano 2**	**Ano 3**	**Ano 4**	**Ano 5**	**Grupo de Insumo / Serviço**
Isolamento da área (cerca) e aceiros	X	X	X	X	X	Material (Cerca)/ Serviço de homem-hora (h-h)
Controle de formigas e matocompetição	X	X	X	X		Material de Consumo (Iscas/Herbicida)
Descompactação, drenagem e biomanta	X					Serviço Mecânico (h/trator)/ Insumos
Plantio de mudas nativas e adubação	X					Material (Mudas Nativas/ Serviço
Replantio e coroamento (manutenção)	X	X	X	X		Material (Mudas)/ Serviço (h-h)
Adubação de cobertura/ manutenção	X	X	X			Insumos (Adubos/Calcário)/ Serviço
Relatórios de monitoramento técnico	Semestral	Semestral	Semestral	Anual	Anual	Serviço Técnico Habilitado

Fonte: Os Autores

O Programa de Monitoramento (Item 14 do TR) estabelece avaliações de campo com periodicidade semestral durante os dois primeiros anos e anual do terceiro ao quinto ano de execução.

Acompanhar-se-á, primordialmente, o índice de sobrevivência das mudas, com a meta de manter a taxa de pega acima de 80%, prevendo-se replantios imediatos no segundo e terceiro ano para a reposição de eventuais perdas. Paralelamente, serão mensuradas a cobertura de dossel e a altura média dos indivíduos, avaliando o desenvolvimento das espécies pioneiras e não pioneiras para verificar o fechamento gradual do dossel e o sombreamento do solo.

O controle de processos erosivos deverá ser verificado mediante vistorias visuais e topográficas periódicas nos taludes e canaletas de drenagem, visando atestar a ausência de voçorocas, ravinas ou solapamentos nas margens do reservatório. Por fim, a eficiência da recuperação ecológica será avaliada por meio do monitoramento da qualidade da água e da regeneração natural, acompanhando visualmente a redução da turbidez nos tanques de piscicultura e quantificando o surgimento espontâneo de plântulas nativas oriundas da chuva de sementes local.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A intervenção antrópica para a realização de obras de captação de água e açudes em imóveis rurais, embora comum e necessária para atividades agrossilvipastoris e dessedentação de animais, exige planejamento ambiental rigoroso para evitar o surgimento de passivos ambientais graves.

A caracterização fundiária do Sítio Bela Vista revelou tratar-se de um minifúndio (0,1671 Módulos Fiscais), regular quanto à Fração Mínima de Parcelamento de Caratinga/MG, mas que necessita de retificação cadastral no CAR devido à divergência de 16,3% identificada em relação à escritura georreferenciada. Por ter sido construído pós 2008 e abrigar a atividade de piscicultura, o reservatório artificial exige regularização hídrica perante o IGAM e manutenção de APP delimitada.

A constatação de áreas de solo exposto, compactação severa e ausência de resiliência natural fundamentou o enquadramento da área no Cenário Ambiental C da Instrução Normativa IBAMA nº 14/2024. Esse enquadramento tornou compulsória a elaboração de um PRAD Completo, estruturado estritamente segundo as exigências do Termo de Referência do Anexo II da referida norma.

A integração de intervenções físicas de conservação do solo em área total (descompactação, drenagem e biomantas), controle rigoroso dos fatores de ameaça (gado, formigas e fogo) e plantio ativo heterogêneo de espécies da Mata Atlântica assegura o cumprimento dos requisitos técnicos e legais. O cronograma físico-financeiro formulado para o período de 60 meses garante a exequibilidade operacional e o tempo necessário para o estabelecimento do ecossistema florestal, promovendo a

restauração das funções hidrogeoambientais e a sustentabilidade ambiental de longo prazo do imóvel rural.

Como limites da pesquisa, ressalta-se o caráter propositivo e didático do estudo, cujas diretrizes e cronograma ainda não foram submetidos à aprovação formal junto aos órgãos ambientais. Além disso, a validação prática da execução das técnicas de bioengenharia e do desenvolvimento vegetal dependerá do acompanhamento ao longo dos anos de monitoramento. Apesar disso, o trabalho demonstra a aplicabilidade da IN IBAMA nº 14/2024 e oferece um roteiro consistente para a elaboração e diagnóstico de regularização ambiental de pequenas propriedades.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Danilo Sette de. **Recuperação ambiental da Mata Atlântica**. 3. ed. rev. e ampl. Ilhéus: Editus, 2016. 200 p. E-book.

BIERHALS, Daiana Fonseca; CORRÊA, Bárbara de Lima; SIQUEIRA, Tirzah Moreira. Cadastro Ambiental Rural frente aos remanescentes vegetais nativos das pequenas propriedades rurais do município de Pelotas – RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 30, n. 2, p. 335-351, abr./jun. 2020. DOI: https://doi.org/10.5902/1980509832559.

BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981.** Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 1981.

BRASIL. **Lei nº 8.629, de 25 de fevereiro de 1993.** Dispõe sobre a regulamentação dos dispositivos constitucionais relativos à reforma agrária. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 26 fev. 1993.

BRASIL. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997.** Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 1997.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012.** Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 28 maio 2012.

BRASIL. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). **Instrução Normativa nº 14, de 1º de julho de 2024.** Estabelece procedimentos para elaboração, apresentação, execução e monitoramento de Projeto de Recuperação de Área Degradada ou Área Alterada (PRAD) pelo administrado com vistas ao cumprimento da legislação ambiental em todos os biomas e suas respectivas fitofisionomias. Anexo II - Termo de Referência para Elaboração de Projeto Completo de Recuperação de Área Degradada ou Área Alterada em Ambientes Terrestres (TR-PRAD Completo). Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2024.

BRASIL. Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. Módulo Fiscal. Brasília, DF: INCRA, 2026. Disponível em: https://www.gov.br/incra/pt-br/assuntos/governanca-fundiaria/modulo-fiscal. Acesso em: 8 set. 2026.

CARATINGA (Minas Gerais). Prefeitura Municipal. História de Caratinga. Caratinga, 2026. Disponível em: https://caratinga.mg.gov.br/historia/. Acesso em: 23 ago. 2026.

CASTELONI, Carlos Henrique Pires Luiz; STEINKE, Valdir Adilson. Cadastro Ambiental Rural (CAR): quanto falta e quanto sobra após 10 anos de implementação? **Espaço Aberto**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 1, p. 155–176, 2025. DOI: https://doi.org/10.36403/espacoaberto.2025.57579. Acesso em: 29 set. 2026.

CRESWELL, J. W. **Research design: qualitative, quantitative, and mixed methods approaches**. 5. ed. Thousand Oaks: Sage Publications, 2018.

CHECOLI, Carlos Henrique Bonsi; SHIRAIWA, Shozo; SILVA, Marcelo Correa da; SILVA, Normandes Matos da. Gestão participativa na recuperação de área degradada pela agricultura. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 28, n. 1, p. 115-128, jan./abr. 2016. DOI: https://doi.org/10.1590/1982-451320160108. Acesso em: 28 set. 2026.

FARIAS, Mirelly de Oliveira; CANDEIAS, Ana Lúcia Bezerra; LIMA JUNIOR, Cezario De Oliveira. Inconsistências na execução do Cadastro Ambiental Rural. In: **CONGRESSO DE CADASTRO MULTIFINALITÁRIO E GESTÃO TERRITORIAL**, 17., 2026, Florianópolis. Anais... Florianópolis: UFSC, 2026.

FIGUEIREDO, Marcio Franck de; BARLOW, Bernard Josiah; FERREIRA, Joice Nunes; COSTA, Gysele Maria Morais; SANTOS, Iedo Souza; NOBRE, João Rodrigo Coimbra. Eficiência e impactos ambientais dos aceiros na mitigação de incêndios florestais: uma revisão. **Revista REGEO**, São José dos Pinhais, v. 16, n. 4, Edição Especial, p. 1-19, 2025. DOI: https://doi.org/10.56238/revgeov16n4-086. Disponível em: https://revistageo.com.br/revgeo/article/download/729/542. Acesso em: 28 set. 2026.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

MACEDO, Rodrigo de Campos; SCHMITT FILHO, Abdon Luiz; FARLEY, Joshua; SINISGALLI, Paulo Antônio de Almeida. Delimitação de áreas de preservação permanente em zonas ciliares: estudo de caso em Santa Rosa de Lima no sul do Brasil. Research, Society and Development, v. 9, n. 11, e3899119850, 2020. DOI: http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i11.9850. Acesso em: 29 set. 2026.

MARQUES, Claudiane Silva; OLIVEIRA, Tayla Évellin de; SANTOS, Patrícia Cristina de Oliveira dos; OLIVEIRA JUNIOR, Geraldo Gomes de; SILVA, Adriano Bortolotti da; FLORENTINO, Ligiane Aparecida. Diagnóstico do Cadastro Ambiental Rural e zoneamento agrícola em Minas Gerais. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 5, e24011528137, 2022. DOI: https://doi.org/10.33448/rsd-v11i5.28137. Acesso em: 28 set. 2026.

MATIAS, Maíra Ramalho; MILARÉ, Gisele; ESCADA, Maria Isabel Sobral; MONTEIRO, Antônio Miguel Vieira. As Geometrias do Cadastro Ambiental Rural (CAR): Uma Proposta Metodológica para Análise e Remoção da Sobreposição de Imóveis Rurais Declarados na Base de Dados do CAR. **Revista Brasileira de Cartografia**, Rio de Janeiro, v. 76, e66995, 2024. DOI: https://doi.org/10.14393/rbcv76n0a-66995. Acesso em: 28 set. 2026.

MINAS GERAIS. **Lei nº 13.199, de 29 de janeiro de 1999**. Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e dá outras providências. Belo Horizonte: Assembleia Legislativa do Estado de Minas Gerais, 1999.

MINAS GERAIS. **Decreto nº 47.705, de 4 de setembro de 2019.** Estabelece normas para outorga de direito de uso de recursos hídricos e para o cadastro de uso insignificante. Belo Horizonte: Governo do Estado de Minas Gerais, 2019.

MINNICELLI, Luís Frederico de Medeiros Portolan Galvão; QUEIROZ, Renata Capriolli Zocatelli. Georreferenciamento de propriedades rurais: uma perspectiva jurídica no âmbito do direito agrário no Brasil. **Revista do Instituto de Direito Constitucional e Cidadania – IDCC**, Londrina, v. 8, n. 2, e087, jul./dez., 2023. DOI: https://doi.org/10.48159/revistadoidcc.v8n2.e087. Acesso em: 28 set. 2026.

MOREIRA, Ana Paula Minelli; VIEIRA, Ana Luisa Cordeiro; SILVA, Jaqueline da Consolação. Tendências climáticas e anomalias de precipitação em Caratinga-MG. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA**, 17., 2017, Campinas. Anais... Campinas: Instituto de Geociências - Unicamp, 2017. E-book. ISBN 978-85-85369-16-3.

MOURA, P. J. R.; SILVA, D. A.; MONTEIRO, V. F. C.; BRAZ, F. S. Levantamento florístico qualitativo em fragmento de Floresta Estacional Semidecidual ripária em Pouso Alegre - MG. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 4, e48111426915, 2022. DOI: http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i4.27545. Acesso em: 28 set. 2026.

MYERS, Norman et al. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, n. 6772, p. 853-858, 2000.

RODRIGUES, Silvio Carlos; CONFESSOR, Jefferson Gomes; PEREIRA, Juliana Sousa. Técnicas de manejo voltadas à recuperação de áreas degradadas por erosão: análise de 15 anos de estudos na voçoroca da Fazenda Experimental do Campus Glória-UFU. **Revista Brasileira de Geomorfologia,** v. 24, n. esp., e2317, 2023. DOI: http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v24i00.2317. Acesso em: 29 set. 2026.

ROSENFIELD, Milena Fermina; MÜLLER, Sandra Cristina. Ecologia funcional como ferramenta para planejar e monitorar a restauração ecológica de ecossistemas. **Oecologia Australis**, v. 24, n. 3, p. 550-565, 2020. DOI: https://doi.org/10.4257/oeco.2020.2403.02.

SALES, José Felipe Silva de; SANTOS, Djail; OLIVEIRA, Flávio Pereira de; FRANCISCO, Paulo Roberto Megna. Estimativa de perdas de solo por erosão em propriedades rurais registradas no cadastro ambiental rural no município de Alagoa Nova-PB. **Revista de la Facultad de Agronomía**, v. 121, n. 2, e110, p. 1–10, 2023. DOI: https://doi.org/10.24215/16699513e110. Acesso em: 29 set. 2026.

XAVIER, Laura Cristina Moura; MEIRELES, Tatiane Assis Vilela; SANTIL, Fernando Luiz de Paula. Análise das inconsistências topológicas nos dados do CAR: um estudo de caso para o município de Barão de Melgaço - MT. **Revista Brasileira de Geomática**, v. 11, n. 1, p. 1–15, 2023. DOI: https://doi.org/10.3895/rbgeo.v11n1.14810. Acesso em: 18 jul. 2026.