

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**  
**INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA**

**ALINE FERREIRA ROSA CRUZ**

**PLANO DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS  
(PRAD) NA CHÁCARA BELA VISTA, UBERLÂNDIA - MG**

**UBERLÂNDIA – MG**

**2024**

**ALINE FERREIRA ROSA CRUZ**

**PLANO DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS  
(PRAD) CHÁCARA BELA VISTA, UBERLÂNDIA –MG**

**Trabalho de conclusão de curso  
apresentado à Universidade Federal de  
Uberlândia, como requisito para  
obtenção do título de Engenheiro  
Ambiental e Sanitarista pela Curso de  
Engenharia Ambiental e Sanitária.**

**Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Tatiane Pereira Santos  
Assis**

**UBERLÂNDIA – MG**

**2024**

**PLANO DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS (PRAD)**  
**CHÁCARA BELA VISTA, UBERLÂNDIA –MG**

Trabalho de conclusão de curso  
apresentado à Universidade Federal de  
Uberlândia, como requisito para obtenção  
do título de Engenheiro Ambiental e  
Sanitarista pela Curso de Engenharia  
Ambiental e Sanitária.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Tatiane Pereira Santos  
Assis

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Lara Luiza Silva

---

Prof. Dr. João Carlos de Oliveira

Uberlândia, 19 de novembro de 2024

## **AGRADECIMENTOS**

Quero expressar meus sinceros agradecimentos a todos que contribuíram para a realização deste trabalho, permitindo-me alcançar este momento tão significativo em minha jornada acadêmica. Primeiramente, agradeço ao Divino Pai Eterno, à Virgem Maria, a Jesus Cristo Redentor, ao Padrinho Raimundo Irineu Serra e ao Padrinho Sebastião Mota de Melo, cuja luz e ensinamentos espirituais têm sido fonte de inspiração e guia em minha vida.

À minha família, dedico um agradecimento especial à minha querida mãe, Aparecida Vieira Rosa, pelo apoio constante e por ser minha base em todos os momentos. Agradeço ao meu esposo, André Frederico Correa da Cruz, por todo seu apoio, à minha tia Vanda Auxiliadora Vieira, pelo encorajamento ao longo desta jornada, e aos meus filhos Mariano Ferreira Correa e Tarumim Ferreira Correa, minha alegria e esperança.

À Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Tatiane Pereira Santos Assis, minha orientadora, expresso minha gratidão pela orientação atenta, vasto conhecimento e constante incentivo, que foram indispensáveis para o desenvolvimento e aprimoramento deste estudo.

Às minhas queridas amigas Laurianne Luísa Silva e Giovanna Lima Freitas de Oliveira, e ao meu afilhado Felipe Mauro Assis do Nascimento, agradeço por todo o apoio, incentivo e contribuições neste trabalho e ao longo da minha jornada acadêmica.

Muito obrigada!

Aline Ferreira Rosa Cruz



Eu hoje amanheci olhando  
O mundo e o movimento seu  
Também sempre me lembrando  
Do santo Mestre Irineu”

*(Alfredo Gregório de Melo,  
Hinário O Cruzeiroiro, hino 110)*

## RESUMO

Este estudo teve como objetivo elaborar um Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) para a Chácara Bela Vista, localizada na zona leste de Uberlândia - MG, com o objetivo de mitigar os impactos ambientais decorrentes do desmatamento, processos erosivos e perda de fertilidade do solo. A área degradada apresentou alterações significativas em suas propriedades físicas, químicas e biológicas, comprometendo a estrutura e função do ecossistema local. O projeto se justificou pela urgente necessidade de preservação não apenas da produtividade agrícola e da qualidade ambiental na chácara, mas também de mitigar os impactos negativos sobre o Parque Estadual do Pau Furado (PEPF) devido à proximidade das áreas, situando a chácara a montante do parque e dentro de sua zona de amortecimento. O PRAD planejou medidas de revegetação com espécies nativas, melhorias no manejo do solo para uso sustentável e controle eficaz de processos erosivos, além do estabelecimento de um sistema de monitoramento contínuo. Para isso, a área foi dividida em três parcelas de acordo com sua forma de manejo. A previsão do plano foi revelada após uma análise detalhada do clima, geologia, hidrologia e crescimento, evidenciando a urgência de intervenção para preservar a fertilidade do solo e controlar as erosões internas e externas. Com a aplicação de técnicas como reflorestamento por nucleação e Sistemas Agroflorestais (SAFs), buscou-se não apenas recuperar o equilíbrio do ecossistema degradado, mas também fortalecer a resiliência da região contra desafios ambientais futuros. Este esforço não só beneficia os recursos naturais locais, promovendo a sustentabilidade ambiental, mas também protege as comunidades locais que dependem desses recursos para sua subsistência e qualidade de vida.

**Palavras-chave:** Diagnóstico ambiental; Erosão; Parque Estadual do Pau Furado (PEPF); Nucleação; Sistema Agroflorestal.

## **ABSTRACT**

This study aimed to develop a Degraded Area Recovery Plan (PRAD) for Chácara Bela Vista, located in the eastern zone of Uberlândia, Minas Gerais, Brazil, with the purpose of mitigating the environmental impacts resulting from deforestation, erosive processes, and loss of soil fertility. The degraded area showed significant alterations in its physical, chemical, and biological properties, compromising the structure and function of the local ecosystem. The project was justified by the urgent need to preserve not only agricultural productivity and environmental quality on the property, but also to mitigate the negative impacts on the Pau Furado State Park (PEPF), due to the proximity of the areas, since the farm is located upstream from the park and within its buffer zone. The PRAD proposed revegetation measures using native species, improvements in soil management for sustainable use, and effective control of erosive processes, in addition to the establishment of a continuous monitoring system. To this end, the area was divided into three plots according to their management practices. The proposed plan was developed after a detailed analysis of the climate, geology, hydrology, and vegetation growth, highlighting the urgency of intervention to preserve soil fertility and control both internal and external erosion processes. Through the application of techniques such as nucleation-based reforestation and Agroforestry Systems (AFS), the study sought not only to restore the balance of the degraded ecosystem, but also to strengthen the region's resilience against future environmental challenges. This effort benefits local natural resources by promoting environmental sustainability, while also protecting the local communities that depend on these resources for their subsistence and quality of life.

**Keywords:** Environmental diagnosis; Erosion; Pau Furado State Park (PEPF); Nucleation; Agroforestry System.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|                                                                                                                                                          |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 1-</b> Ilustração dos conceitos de restauração, recuperação e reabilitação, posterior ao processo de degradação.....                           | 20 |
| <b>Figura 2-</b> Localização do Parque Estadual do Pau Furado entre os municípios de Uberlândia e Araguari, Estado de Minas Gerais. ....                 | 28 |
| <b>Figura 3-</b> Croqui de Acesso - Chácara Bela Vista, Uberlândia – MG. ....                                                                            | 30 |
| <b>Figura 4-</b> Foto aérea da região do Pau Furado em Uberlândia - MG.....                                                                              | 30 |
| <b>Figura 5-</b> Divisão da área em glebas da Chácara Bela Vista, Uberlândia-MG. ....                                                                    | 31 |
| <b>Figura 6-</b> Gleba 1 - Plantação de bananeiras (Musa) na Chácara Bela Vista, Uberlândia-MG. ....                                                     | 32 |
| <b>Figura 7-</b> Gleba 2 - Cultivo de hortaliças na Chácara Bela Vista, Uberlândia-MG. ....                                                              | 32 |
| <b>Figura 8-</b> Declividade na Chácara Bela Vista, Uberlândia-MG. ....                                                                                  | 33 |
| <b>Figura 9-</b> Sede da Chácara Bela Vista, Uberlândia-MG. ....                                                                                         | 34 |
| <b>Figura 10-</b> Histórico da ocupação na Chácara Bela Vista, Uberlândia-MG, ano 2005. ....                                                             | 35 |
| <b>Figura 11-</b> Histórico da ocupação da Chácara Bela Vista, Uberlândia-MG, ano 2010.....                                                              | 35 |
| <b>Figura 12-</b> Histórico da ocupação da Chácara Bela Vista, Uberlândia-MG, ano 2014.....                                                              | 36 |
| <b>Figura 13-</b> Histórico da ocupação da Chácara Bela Vista, Uberlândia-MG, ano 2021.....                                                              | 36 |
| <b>Figura 14-</b> Histórico da ocupação da Chácara Bela Vista, Uberlândia-MG, ano 2023.....                                                              | 36 |
| <b>Figura 15-</b> Erosão pluvial em sulcos presente na entrada da Chácara Bela Vista, Uberlândia-MG. ....                                                | 37 |
| <b>Figura 16-</b> Bioma Cerrado em Minas Gerais.....                                                                                                     | 38 |
| <b>Figura 17-</b> Localização da bacia hidrográfica do Córrego Marimbondo. ....                                                                          | 40 |
| <b>Figura 18-</b> Mapa dos compartimentos geomorfológicos do município de Uberlândia.....                                                                | 42 |
| <b>Figura 19-</b> Demonstração dos horizontes do solo.....                                                                                               | 43 |
| <b>Figura 20-</b> Horizontes A e C de um solo na Chácara Bela Vista, Uberlândia - MG. ....                                                               | 43 |
| <b>Figura 21-</b> Erosão pluvial laminar na Chácara Bela Vista, Uberlândia - MG.....                                                                     | 44 |
| <b>Figura 22-</b> Medidas de contenção de água para redução da erosão laminar. ....                                                                      | 45 |
| <b>Figura 23-</b> Análise de solo chácara Bela Vista, Uberlândia-MG.....                                                                                 | 46 |
| <b>Figura 24-</b> Representação das bacias hidrográficas no município de Uberlândia. ....                                                                | 48 |
| <b>Figura 25-</b> Pressões e ameaças no entorno do Parque Estadual do Pau Furado, Uberlândia-MG. ....                                                    | 48 |
| <b>Figura 26-</b> Detalhe ampliado da Figura 25: Mostra a localização do local de estudo no entorno do Parque Estadual do Pau Furado, Uberlândia-MG..... | 49 |
| <b>Figura 27-</b> Rio Araguari, Uberlândia-MG.....                                                                                                       | 49 |
| <b>Figura 28-</b> Cachoeira da Terra Branca, localizada no PEPF em Uberlândia-MG. ....                                                                   | 50 |
| <b>Figura 29-</b> Cachoeira do Marimbondo, localizada no PEPF em Uberlândia-MG. ....                                                                     | 50 |
| <b>Figura 30-</b> Vegetação presente na Chácara Bela Vista, Uberlândia-MG.....                                                                           | 51 |
| <b>Figura 31-</b> Vegetação em desenvolvimento na Chácara Bela Vista, Uberlândia-MG.....                                                                 | 52 |
| <b>Figura 32-</b> Sucessão ecológica.....                                                                                                                | 61 |
| <b>Figura 33-</b> Solo com cobertura morta. ....                                                                                                         | 62 |

## LISTA DE TABELAS

|                                                                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabela 1-</b> Listagem das espécies vegetais de ocorrência na área da Chácara Bela Vista, Uberlândia-MG. ....     | 52 |
| <b>Tabela 2-</b> Listagem de algumas espécies de fauna observadas na área da Chácara Bela Vista, Uberlândia-MG. .... | 54 |
| <b>Tabela 3-</b> Listagem de árvores pioneiras. ....                                                                 | 59 |
| <b>Tabela 4-</b> Listagem de árvores secundárias. ....                                                               | 60 |
| <b>Tabela 5-</b> Listagem de árvores climácicas. ....                                                                | 60 |
| <b>Tabela 6-</b> Cronograma físico. ....                                                                             | 66 |
| <b>Tabela 7-</b> Orçamento. ....                                                                                     | 67 |

## LISTA DE ABREVEATURAS E SIGLAS

|          |                                                                          |
|----------|--------------------------------------------------------------------------|
| ABNT     | Associação Brasileira de Normas Técnicas                                 |
| ANA      | Agência Nacional de Águas Saneamento Básico                              |
| ARL      | Área de Reserva Legal                                                    |
| ATP      | Adenosina Trifosfato                                                     |
| CTC      | Capacidade de Troca de Cátions                                           |
| CONAMA   | Conselho Nacional do Meio Ambiente                                       |
| DNA      | Ácido Desoxirribonucleico                                                |
| EMBRAPA  | Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária                              |
| IBAMA    | Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis |
| IBGE     | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística                          |
| IEF      | Instituto Estadual de Florestas                                          |
| INCRA    | Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária                      |
| INMET    | Instituto Nacional de Meteorologia                                       |
| IPCC     | Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas                      |
| ITR      | Imposto Territorial Rural                                                |
| MMA      | Ministério do Meio Ambiente                                              |
| P2O5     | Fósforo pentóxido                                                        |
| PEPF     | Parque Estadual do Pau Furado                                            |
| PRAD     | Plano de Recuperação de Áreas Degradadas                                 |
| RNA      | Ácido Ribonucleico                                                       |
| SAFs     | Sistemas Agroflorestais                                                  |
| SiBCS    | Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos                            |
| SiG      | Sistema de Informação Geográfica                                         |
| TOPODATA | Base de Dados de Topografia                                              |
| WGS84    | World Geodetic System 1984                                               |
| WWF      | World Wide Fund for Nature                                               |

## SUMÁRIO

|          |                                                        |           |
|----------|--------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>INTRODUÇÃO.....</b>                                 | <b>13</b> |
| 1.1      | Objetivo .....                                         | 15        |
| 1.1.1    | Objetivos específicos.....                             | 15        |
| 1.2      | Justificativa .....                                    | 15        |
| <b>2</b> | <b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>                     | <b>16</b> |
| 2.1      | Informações cadastrais.....                            | 16        |
| 2.2      | Caracterização da gleba .....                          | 17        |
| 2.2.1    | Localização da gleba .....                             | 17        |
| 2.2.2    | Caracterização do meio físico .....                    | 17        |
| 2.2.3    | Caracterização do meio biótico.....                    | 18        |
| 2.2.4    | Recursos visuais .....                                 | 19        |
| 2.3      | Caracterização da degradação .....                     | 19        |
| 2.4      | Objetivos do PRAD.....                                 | 19        |
| 2.5      | Medidas de recuperação.....                            | 21        |
| 2.6      | Medidas de manutenção.....                             | 22        |
| 2.7      | Medidas de monitoramento e avaliação.....              | 23        |
| 2.8      | Insumos (materiais e serviços).....                    | 23        |
| 2.9      | Cronograma físico-financeiro .....                     | 24        |
| <b>3</b> | <b>METODOLOGIA .....</b>                               | <b>24</b> |
| 3.1      | Identificação e caracterização da área degradada.....  | 24        |
| 3.2      | Levantamento de dados .....                            | 25        |
| 3.3      | Diagnóstico ambiental .....                            | 26        |
| 3.4      | Planejamento das ações de recuperação .....            | 27        |
| <b>4</b> | <b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>                     | <b>28</b> |
| 4.1      | Informações cadastrais e caracterização da gleba ..... | 29        |

|          |                                                                     |           |
|----------|---------------------------------------------------------------------|-----------|
| 4.2      | Levantamento de dados .....                                         | 34        |
| 4.3      | Diagnóstico ambiental e planejamento das ações de recuperação ..... | 56        |
| 4.4      | Implementação .....                                                 | 57        |
| 4.5      | Manutenção e monitoramento .....                                    | 64        |
| 4.6      | Cronogramas .....                                                   | 65        |
| <b>5</b> | <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>                                    | <b>67</b> |
|          | <b>REFERÊNCIAS .....</b>                                            | <b>69</b> |



## 1 INTRODUÇÃO

As transformações ambientais decorrentes de ações antrópicas têm intensificado processos de degradação em diferentes regiões do Brasil, comprometendo a qualidade do solo, da água, da vegetação e o equilíbrio dos ecossistemas. No Triângulo Mineiro, especialmente no município de Uberlândia, a expansão urbana desordenada, o avanço das atividades agropecuárias e a supressão da vegetação nativa têm contribuído para o aumento da erosão, da perda de fertilidade do solo e da vulnerabilidade dos sistemas naturais, tornando urgente a adoção de estratégias de recuperação ambiental (OLIVEIRA, 2013; SOUZA, 2021).

Segundo o Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2019) a degradação de uma área pode ser definida pela transformação e pelo desgaste do espaço decorrentes da ação de agentes externos que contribuem para a deterioração da qualidade do solo, da água e da vegetação. Também pode ser compreendida como perturbação ou distúrbio por interferir diretamente na evolução do ecossistema, que ao ter sua capacidade de suporte reduzida, afeta negativamente a biodiversidade, diminui a qualidade de vida das populações locais e a capacidade produtiva da região (BOAVENTURA; CUNHA; SILVA, 2019).

Tavares (2008), por sua vez, descreve a degradação a partir de fatores relevantes para sua caracterização, dentre os quais se destacam o desmatamento ou a remoção da vegetação natural para fins agrícolas, florestais, viários e urbanos, o superpastejo, as práticas agrícolas inadequadas, a exploração intensiva da vegetação para fins domésticos e as atividades industriais ou bioindustriais que causam poluição do solo e da água. Somam-se a esses fatores o uso excessivo de recursos hídricos, a urbanização, a expansão urbana e as mudanças climáticas decorrentes do aumento da temperatura global, que provocam alterações nos padrões de precipitação e maior frequência de eventos climáticos extremos, como secas e inundações, acelerando processos de degradação, como desertificação e salinização dos solos (IPCC, 2023).

No município de Uberlândia, esses processos têm comprometido a biodiversidade e a qualidade de vida, especialmente em razão da ocupação urbana desordenada, da expansão agrícola e de práticas insustentáveis de uso do solo, que favorecem a remoção da vegetação nativa, o aumento da erosão e a contaminação dos recursos hídricos (JONES, 2010). Desse modo, a implementação de Planos de Recuperação de Áreas Degradadas, doravante denominados PRADs, torna-se necessária como instrumento para mitigar os impactos negativos e contribuir para a restauração do equilíbrio ambiental da região.

Diante disso, realizou-se um estudo em uma chácara na região leste de Uberlândia, na

mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, Minas Gerais. A área insere-se nos Planaltos e Chapadas da Bacia Sedimentar do Paraná (BACCARO, 1994) e fica próxima ao Parque Estadual do Pau Furado (PEPF), a primeira unidade de conservação de proteção integral na região (PARQUE ESTADUAL PAU FURADO, 2024). A localização da propriedade a montante do parque corrobora a relevância ambiental do estudo, uma vez que os impactos gerados na área podem repercutir a jusante, onde se encontra a unidade de conservação. Nesse contexto, a elaboração do PRAD justifica-se pela necessidade de prevenir tais impactos e propor medidas de recuperação da área degradada, nos termos do Decreto nº 97.632, de 10 de abril de 1989, com o objetivo de restaurar o sítio degradado e promover a estabilização do meio ambiente.

De acordo com Assunção (2018), a região em que se insere a Chácara Bela Vista passou por um intenso processo de transformação ambiental desde o período colonial. Originalmente ocupada por populações indígenas, a área sofreu modificações progressivas a partir da chegada dos europeus, em 1632, e da posterior expansão da ocupação agrícola e fundiária, processos que impulsionaram o crescimento econômico e urbano, mas também intensificaram a pressão sobre os recursos naturais. Em 1835, a fundação do Colégio Uberabinhense, na Fazenda Tenda, representou um marco no desenvolvimento educacional e urbano de Uberlândia, ao mesmo tempo em que evidenciou o avanço da ocupação humana sobre o território. (ASSUNÇÃO, 2018). Esse processo histórico de uso e ocupação do território contribui para a compreensão da configuração atual da paisagem e da vulnerabilidade ambiental observada na área em estudo.

A propriedade analisada apresenta início de processo erosivo em grande parte de sua extensão, associado a fatores intrínsecos e extrínsecos do solo. Seus efeitos vêm sendo percebidos gradativamente pelos proprietários, sobretudo em razão da perda das camadas mais férteis do solo, da redução da produtividade agrícola e do avanço da erosão, configurando um quadro latente de assoreamento do curso d'água localizado a jusante. Segundo Lima (2018), a expansão agrícola promove a retirada da vegetação nativa, a compactação do solo e o aumento do escoamento superficial, alterando o regime hídrico das bacias e favorecendo processos erosivos. Todavia, em áreas rurais, fatores como índice pluviométrico, características do solo, declividade, tipo de uso e manejo e adoção de práticas conservacionistas determinam a intensidade desses processos (PIOLLI et al., 2004).

A recuperação de áreas degradadas deve buscar a restauração de sua integridade física, química e biológica, ao mesmo tempo em que procura recuperar sua capacidade produtiva e a prestação de serviços ambientais, tornando a área o mais semelhante possível à sua condição original (AFONSO, 2009). Para tanto, é necessário conhecer a distribuição das espécies

vegetais, a composição e estrutura da vegetação e sua dinâmica sucessional, de modo a favorecer a regeneração natural e orientar estratégias mais adequadas de recuperação, este trabalho justifica-se pela necessidade de avaliar as condições da Chácara Bela Vista e propor, por meio de um PRAD, medidas que conciliem recuperação ambiental, controle dos processos erosivos e compatibilização entre a conservação ambiental e o uso econômico da propriedade.

## **1.1 Objetivo**

O presente estudo teve como objetivo elaborar um PRAD, com base em diagnósticos e levantamentos, para avaliar a degradação e definir medidas ambientais adequadas à recuperação da área.

### **1.1.1 Objetivos específicos**

- Caracterização do imóvel rural, regional e local;
- Escolha e medidas de recuperação;
- Detalhamento de técnicas e ações a serem adotadas;
- Inclusão de proposta de monitoramento;
- Elaboração do cronograma físico- financeiro.

## **1.2 Justificativa**

A preservação dos recursos naturais pode ser promovida por ações de recuperação ambiental. Na área em estudo, o processo erosivo, associado a fatores intrínsecos e extrínsecos do solo, corrobora a necessidade de intervenção, uma vez que tem causado perda de fertilidade, redução da produtividade agrícola e, conseqüentemente, assoreamento do curso d'água a jusante. Além disso, o relevo acentuado agrava a erosão e representa risco à segurança dos moradores, devido à possibilidade de desmoronamento próximo à residência. Esse cenário de degradação não se restringe à propriedade em análise, mas produz reflexos relevantes sobre o Parque Estadual do Pau Furado (PEPF). Considerando que a chácara está localizada a montante do parque e inserida em sua zona de amortecimento, os impactos ambientais gerados na área podem repercutir negativamente sobre a unidade de conservação, o que evidencia a necessidade

de intervenção.

Portanto, a intervenção para recuperação da vegetação e do solo na chácara torna-se urgente, sua recuperação visa restabelecer o equilíbrio ecológico e a produtividade da terra, garantindo a segurança dos residentes e protegendo o ecossistema do PEPPF. O projeto busca integrar conhecimento técnico e científico de diversas áreas para planejar e implementar ações que revertam os danos causados pela degradação, promovendo a e a conservação ambiental em uma região de importância ecológica significativa.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

A recuperação de áreas degradadas é um processo que envolve a recuperação das funções ecológicas e a promoção da biodiversidade, garantindo que os ecossistemas possam resistir a futuras perturbações e continuar a fornecer serviços ambientais necessários. Segundo o “Documento 373 - Roteiro para elaboração de um projeto de recomposição de áreas degradadas ou alteradas” emitido pela Embrapa em 2021, são diversos os tipos de análises necessárias para elaboração de um PRAD, que vão desde a coleta de dados dos proprietários até o cronograma de aplicação. Tais análises podem ser divididas pelas seguintes etapas:

### **2.1 Informações cadastrais**

Para o levantamento de dados é necessário a obtenção dos dados gerais do requerente ou interessado, dados gerais do responsável técnico pela elaboração do projeto, dados gerais da gleba e informações do imóvel obtidas através dos dados onde sua localização, como: (a) Estado, (b) Município, (c) Área do imóvel (ha) e (d) Número de módulos fiscais do imóvel (MMA, 2013). Sendo o módulo fiscal definido como a unidade de medida em hectares, estabelecida pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), para cada município.

O valor do módulo fiscal é determinado com base em diversos fatores: (a) o tipo de exploração predominante no município (hortifrutigranjeira, cultura permanente, cultura temporária, pecuária ou florestal), (b) a renda gerada pela exploração predominante, (c) outras atividades econômicas significativas no município, considerando a renda ou a área utilizada, mesmo que não sejam predominantes e (d) o conceito de "propriedade familiar". Esse conceito é um critério importante na aplicação da alíquota para o cálculo do Imposto Territorial Rural

(ITR), conforme estabelecido pela Lei nº 6.746/1979 e pelo Decreto nº 84.685/1980, e se enquadra como um instrumento que estabelece o tamanho de áreas a partir do seu número de módulo fiscal (EMBRAPA, 2021).

## **2.2 Caracterização da gleba**

A caracterização da gleba engloba uma análise detalhada das características físicas, biológicas e socioeconômicas da área (ALMEIDA, 2016), proporcionando a identificação das regiões prioritárias para intervenção e o planejamento das medidas de gestão a serem executadas, como ressaltado por Crouzeilles et al. (2019). Essa abordagem garante a eficácia do processo de recuperação ambiental, pois permite a coleta de uma série de informações que fornecem uma compreensão abrangente das condições atuais e históricas do local. A seguir, são descritas as informações necessárias para uma eficaz caracterização da área:

### **2.2.1 Localização da gleba**

A análise da localização considera diversos aspectos, como a definição das coordenadas geográficas, a descrição dos limites do terreno e a posição relativa a marcos geográficos importantes, tais como a proximidade de corpos d'água, a conectividade com outros fragmentos de vegetação nativa e a extensão da degradação ambiental na região circundante. Além disso, aspectos socioeconômicos e legais, como a posse da terra e as políticas de conservação ambiental, também influenciam a escolha da localização para a implementação das ações de recuperação (RODRIGUES., 2020). Essa etapa inicial facilita o planejamento das atividades de campo e o monitoramento subsequente ((RODRIGUES; GANDOLFI; BRANCALION, 2015).

### **2.2.2 Caracterização do meio físico**

A caracterização do meio físico refere-se ao processo de análise detalhada das características ambientais do local a ser recuperado. Essa caracterização compreende o contexto em que a degradação ocorreu para o desenvolvimento de estratégias eficazes de recuperação. Os aspectos primordiais a serem considerados na caracterização do meio físico compreendem o clima, o solo e a topografia. Em relação ao clima, é necessário reunir informações climáticas da área,

como temperatura, precipitação, umidade relativa do ar e padrões sazonais, uma vez que essas variáveis influenciam diretamente as condições de crescimento vegetal e os desafios ambientais que podem surgir (CHAZDON, 2012).

A análise do solo deve incluir uma descrição detalhada de suas características físicas e químicas, como textura, estrutura, pH, matéria orgânica e nutrientes disponíveis (VIEIRA et al., 2017), a fim de compreender suas propriedades e, então, determinar capacidade de suporte à vegetação. Por fim, para descrição topográfica, devem ser detalhados o relevo, as inclinações e o sistema de drenagem da região. Esses elementos ajudam na compreensão dos processos de erosão e na capacidade de planejar medidas eficazes de controle, bem como na identificação de áreas adequadas para o estabelecimento de plantações e outras estruturas (CROUZEILLES et al., 2019).

### **2.2.3 Caracterização do meio biótico**

A caracterização do meio biótico concentra-se na análise detalhada da flora e fauna locais. No contexto da fitofisionomia e florística, é necessário realizar um estudo atual da vegetação *in loco* para identificar as diferentes formações vegetais presentes na gleba, pois, ao longo do tempo, as características da vegetação podem sofrer alterações devido a diversos fatores, como perturbações naturais, ações humanas, mudanças climáticas e processos de sucessão ecológica. A realização de uma investigação recente da vegetação, possibilita a obtenção de informações precisas e atualizadas sobre as formações vegetais presentes na área. Isso envolve a classificação dos estágios sucessionais conforme as diretrizes do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), assim como o registro das espécies vegetais originais e das espécies atualmente predominantes (MARTINS, 2012).

Na análise da fauna, é necessário identificar as espécies predominantes na região, especialmente aquelas em risco de extinção e as endêmicas. De acordo com Barbosa et al. (2015), vários fatores ambientais têm influência direta nesse processo. A qualidade e disponibilidade do habitat, a conectividade entre os remanescentes de habitat, a presença de espécies invasoras e a atividade de predadores naturais são todos determinantes nesse contexto. A reprodução das espécies necessita da disponibilidade de habitat adequado, enquanto sua fragmentação pode isolar grupos de animais, reduzir a diversidade genética e aumentar sua vulnerabilidade a problemas futuros. Além disso, espécies invasoras podem competir por recursos e perturbar o equilíbrio ecológico, e a presença de predadores naturais pode afetar as

dinâmicas do ecossistema em recuperação (PIVELLO et al. 2024).

#### **2.2.4 Recursos visuais**

A inclusão de recursos visuais tem a função de complementar as descrições textuais e fornecer uma representação clara da área, para isso são utilizados mapas, fotografias e imagens de satélite georreferenciadas localizando: topografia, hidrografia, vegetação, área de preservação permanente, área de reserva legal, área degradada, uso atual do solo, construções, estradas e outras infraestruturas (LEAL et al., 2012).

### **2.3 Caracterização da degradação**

Segundo a Embrapa (2021), a identificação e descrição dos processos de degradação, como poluição, desmatamento, construção ou reforma, e queimada é obrigatória. Estes processos devem ser classificados de acordo com os padrões estabelecidos pelo CONAMA e a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Além disso, a duração desses processos e os efeitos negativos devem ser especificados, pois a análise da duração deles permite determinar a gravidade dos impactos e a complexidade das medidas necessárias para a recuperação.

No meio físico, a caracterização do solo inclui a identificação do tipo de solo conforme o Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos (SiBCS), além da granulometria (percentual de areia, argila e silte) e análise química detalhada, abrangendo macro e micronutrientes, pH, alumínio e substâncias poluidoras. No meio biótico, é necessário descrever as fitofisionomias presentes e realizar um estudo qualitativo e quantitativo da flora nativa e exótica em desenvolvimento. Esse levantamento deve indicar se a área está passando por um processo satisfatório de regeneração natural. Também é necessário identificar o tipo e o estado da vegetação original da área degradada, bem como localizar remanescentes de vegetação nativa próximos que possam servir como fontes potenciais de sementes ou propágulos. Por fim, é necessária a elaboração de um mapa específico da área degradada afim de evidenciar particularidades não mencionadas na caracterização inicial da gleba (EMBRAPA, 2021).

### **2.4 Objetivos do PRAD**

Ribeiro (2015) afirma que a recuperação de áreas degradadas tem como objetivo garantir

que a área alcance uma condição estável, alinhada com os valores ambientais, estáticos e sociais da região, ou seja, restituir a área a uma condição não degradada, sem a necessidade de restaurar as condições originais do ecossistema. Isso significa que uma área recuperada pode apresentar diferenças em relação ao seu estado anterior. Segundo o Decreto Federal nº 97.623/89, a recuperação é definida como o “retorno do sítio degradado a uma forma de utilização, de acordo com o plano preestabelecido para o uso do solo, transferências à obtenção de uma estabilidade do meio ambiente”.

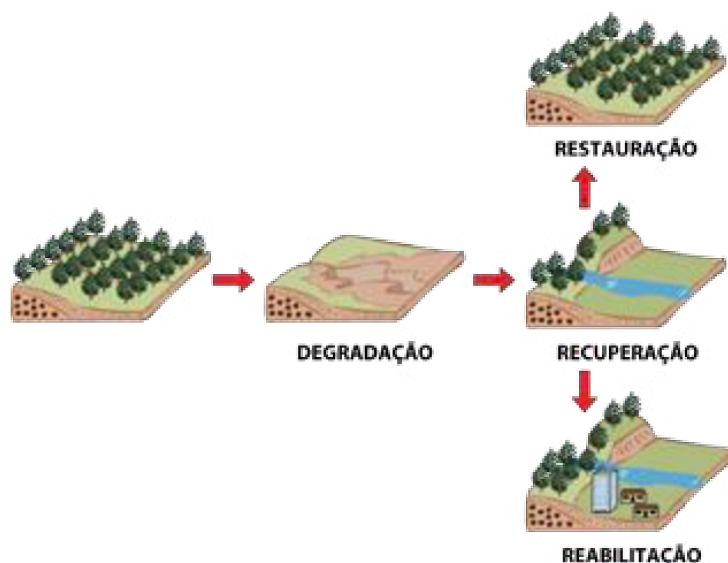
Neste contexto, "sítio" refere-se a qualquer área ou local ocupado por um determinado elemento. De acordo com essa definição, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) caracteriza a recuperação como uma reintegração do sítio degradado de acordo com o plano pré-estabelecido para o uso do solo, com o intuito de garantir as condições mínimas permitidas para restabelecer um novo equilíbrio sonoro, promovendo a formação de um solo renovado e uma paisagem recuperada.

Por outro lado, a restauração refere-se ao esforço para devolver a área degradada ao estado mais próximo possível de sua condição original, logo o conceito de "mais próximo possível" é utilizado pois restaurar um ecossistema exatamente como era antes da intervenção humana é, na prática, inviável. Este processo envolve a recriação de elementos do ecossistema, como topografia, vegetação, fauna, solo e hidrologia. Devido à complexidade envolvida, a restauração de ecossistemas profundamente alterados é frequentemente considerada impraticável e desafiadora, tanto do ponto de vista técnico quanto econômico (RIBEIRO, 2015).

A reabilitação por sua vez, visa adaptar o local para um uso determinado do solo, seguindo um plano pré-estabelecido e em conformidade com as atividades vizinhas, transformando a área para novos propósitos. Adicionalmente, a remediação abrange métodos e tecnologias direcionadas à eliminação, neutralização ou modificação de substâncias contaminantes encontradas na subsuperfície, como solo e águas subterrâneas, com foco particular em áreas afetadas por contaminação (AFONSO, 2009). A Figura 1 representa, de forma ilustrativa, os conceitos de recuperação, restauração e reabilitação ambiental.

**Figura 1-** Ilustração dos conceitos de restauração, recuperação e reabilitação, posterior ao processo de degradação.





Fonte: Recuperação de Áreas Degradadas / Carlos Frederico Dias de Alencar Ribeiro – 1. ed. – Brasília: NT Editora, 2015.

## 2.5 Medidas de recuperação

Para a elaboração de um PRAD os esforços devem ser direcionados para recuperar as condições naturais originais da área degradada. A recuperação bem-sucedida requer a criação de um ambiente que se equipare às condições observadas em áreas de controle ou referência, como identificado durante a análise inicial da região (PEREIRA et al., 2020). Para assegurar esse processo, a primeira etapa envolve isolar a área de influências físicas e biológicas que possam interferir na sua estabilização e progresso (EMBRAPA, 2021).

O Ministério do Meio Ambiente (2013) destaca uma ampla gama de estratégias para recuperar a biodiversidade e os processos ecossistêmicos em áreas degradadas. Inicialmente, são implementadas medidas para mitigar os impactos da degradação, como a criação de barreiras corta-fogo, instalação de cercas para proteção contra animais domésticos e o estabelecimento de zonas tampão vegetadas para proteger fragmentos florestais. É importante garantir a conectividade dessas áreas em recuperação com ecossistemas adjacentes, facilitando o fluxo genético e a movimentação das espécies.

A recuperação da paisagem inclui a recomposição da topografia e a realização de obras de engenharia para integrar harmoniosamente a área recuperada ao seu entorno natural. Para reabilitar o solo, são adotadas técnicas como a reintrodução de camadas orgânicas e ajustes físico-químicos para recuperar a fertilidade e a estrutura do solo. No manejo da água, são aplicadas medidas para recuperar os sistemas de drenagem, incluindo drenagem fundacional e

controle de fluxos superficiais. A recuperação da biota concentra-se na seleção cuidadosa e reintrodução de espécies vegetais nativas, utilizando técnicas de recuperação natural ou induzida e detalhando os procedimentos para o plantio de mudas. A gestão da fauna visa proteger as populações existentes e atrair dispersores de sementes e polinizadores importantes para a regeneração do ecossistema (MMA, 2013).

Adicionalmente, são implementadas estratégias para o controle de espécies invasoras, incluindo métodos de erradicação, monitoramento contínuo e ações paliativas conforme necessário. Por fim, um mapa planialtimétrico georreferenciado deve ser desenvolvido para documentar áreas degradadas e as principais intervenções de recuperação planejadas, garantindo um monitoramento efetivo e avaliação contínua do progresso ao longo do tempo. (MMA, 2013).

Boaventura; Cunha; Silva (2019) descrevem algumas medidas de recuperação

“Várias técnicas são utilizadas para recuperação de áreas degradadas e restabelecimento da biodiversidade. Dentre essas, o WWF (2014) cita: nucleação, transposição do banco de sementes, poleiros naturais ou artificiais, transplante de plântulas, estaquia, semeadura direta, plantio de mudas. Isso, além da adubação verde utilizando espécies nativas (priorizando as arbóreas), e a utilização de fungos micorrizados arbusculares. Caracterizando as técnicas citadas, temos: a. Semeadura direta: Alternativa ao método tradicional de plantio de mudas, além de ser menos onerosa. Ferreira et al. (2016) diz que essa pode ser usada para o plantio de espécies que promovem adubação verde” (p. 149)

A adubação verde, que consiste no cultivo de leguminosas, configura-se como uma técnica útil na recuperação de áreas degradadas, em razão de seu baixo custo e de sua ampla aplicação na agricultura (BOAVENTURA et al., 2019). De acordo com Filho et al. (2015), uma das principais vantagens dessa técnica é a capacidade das leguminosas de estabelecer associações com bactérias fixadas de nitrogênio e formar simbiose com fungos micorrízicos arbusculares. Essas interações promovem uma cobertura mais rápida das áreas degradadas, devido à alta taxa de reprodução das leguminosas. Portanto, as ações de recuperação serão mantidas no diagnóstico da área, com o objetivo de recuperar as condições que se assemelhem à área de referência descrita no item "caracterização da gleba" (EMBRAPA, 2021).

## **2.6 Medidas de manutenção**

As medidas de manutenção dependem diretamente do monitoramento contínuo das condições da área recuperada, comparando-as com as metas estabelecidas no plano inicial. Segundo Lima (2017), o monitoramento permite a identificação de possíveis falhas nas técnicas de recuperação de trabalhadores, possibilitando ajustes necessários para garantir o sucesso do projeto. Logo, as ações de manutenção devem ser planejadas no projeto, com o objetivo principal de garantir a eficácia das medidas de recuperação ao longo do tempo, até que o PRAD seja oficialmente concluído. Entre as principais ações de manutenção aplicáveis a um PRAD, destacam-se: reparação dos sistemas de contenção de resíduos; transparente; adubação; roçagem e coroação; controle de alergias e doenças; e substituição de plantas mortas (EMBRAPA, 2021).

## **2.7 Medidas de monitoramento e avaliação**

O monitoramento envolve a avaliação contínua da eficácia das ações implementadas, a fim de garantir o sucesso da recuperação ambiental (BELLOTO et al., 2009). Este processo inclui a coleta regular de dados sobre indicadores ecológicos, como a regeneração da vegetação nativa e a qualidade do solo, além de ajustar as estratégias de manejo conforme necessário para corrigir desvios e otimizar os resultados (MMA, 2013). A periodicidade e a metodologia de monitoramento devem ser claramente definidas no PRAD, sendo adaptadas às especificidades de cada área recuperada, garantindo assim um acompanhamento preciso e a possibilidade de intervenção rápida quando necessário (SILVA et al., 2015).

Após o início da implementação do PRAD, torna-se necessário a elaboração de relatórios periódicos de monitoramento e avaliação. Estes relatórios têm o objetivo de informar sobre o progresso na execução das medidas propostas, justificar quaisquer medidas não realizadas, e avaliar tanto os sucessos quanto os desafios enfrentados durante o processo de recuperação, com base nos parâmetros monitorados. Além disso, devem identificar possíveis falhas no processo e propor correções necessárias para melhorar a eficácia da recuperação da área degradada (EMBRAPA, 2021).

## **2.8 Insumos (materiais e serviços)**

Conforme recomendado pela Embrapa (2021), no que diz respeito aos insumos, é necessário detalhar todos os materiais e serviços a serem utilizados para a execução das medidas

de recuperação, manutenção, monitoramento e avaliação. Este detalhamento inclui uma planilha com a listagem de materiais, especificando a quantidade, o rendimento do uso, o valor unitário e o valor total de cada tipo de material. Além disso, deve-se incluir uma planilha com a listagem dos serviços, informando o tempo de duração, o rendimento, o valor unitário e o valor total de cada serviço.

## **2.9 Cronograma físico-financeiro**

A elaboração do cronograma financeiro visa garantir a organização e a transparência na gestão dos recursos destinados às ações do PRAD. Este cronograma deve abranger todas as atividades de recuperação, manutenção, monitoramento e avaliação, bem como a elaboração e o envio de relatórios. É necessário que ele detalhe os insumos (materiais e serviços) e os custos associados a cada fase do PRAD, assegurando que todas as etapas do plano sejam financeiramente viáveis e devidamente orçadas (MMA, 2013). Dessa forma, é possível obter uma melhor gestão do projeto, permitindo a alocação estratégica dos recursos e um controle rigoroso das despesas ao longo do tempo. O cronograma deve ser elaborado de forma anual e, quando necessário, por períodos menores, como meses, trimestres ou semestres, para proporcionar uma visão clara e precisa dos desembolsos financeiros e do progresso do projeto (BELLOTO et al., 2009). Isso possibilita ajustes conforme necessário, evitando atrasos e garantindo o cumprimento das metas estabelecidas.

## **3 METODOLOGIA**

O estudo foi realizado na Fazenda Marimbondo, chácara Bela Vista, localizada na área rural da zona leste do município de Uberlândia – MG, de outubro de 2023 a novembro de 2024, com o objetivo de criar um PRAD para esta área específica. O processo envolveu diversas etapas, conduzidas com base em referências científicas e técnicas pertinentes, visando garantir a eficácia e sustentabilidade do plano.

### **3.1 Identificação e caracterização da área degradada**

A seleção da área degradada foi realizada com base em critérios específicos, como a extensão da degradação, a relevância ecológica da área, a viabilidade de implementação do

PRAD e a necessidade urgente de intervenção devido aos riscos significativos de erosão. Para isso, foram utilizadas imagens de satélite fornecidas por órgãos competentes e dados obtidos por georreferenciamento através do programa Google Earth Pro, além de visitas *in loco* para verificação das condições atuais da área. Nesta etapa, para a caracterização da gleba, foram coletados dados de identificação do proprietário e da área em questão, resultando no desenvolvimento do Termo de Compromisso de execução do PRAD, que inclui o nome do interessado, a localidade da área e o croqui de acesso.

Além disso, por meio do sensoriamento remoto e do Sistema de Informação Geográfica (SIG), foi realizada a caracterização do dano presente na área, incluindo a dimensão em hectares, a declividade, a estruturação, a posição central do polígono e o georreferenciamento dos vértices. Para isso, a gleba total foi subdividida em três regiões para melhor definição do espaço. Ressalta-se que, na elaboração do PRAD, foram coletados e anexados ao arquivo final os dados do detentor da área e do responsável técnico pela elaboração e execução do plano.

### **3.2 Levantamento de dados**

Nesta etapa, foram coletados dados detalhados da área para caracterizá-la em diferentes divisões. Inicialmente, investigou-se a origem da degradação, incluindo a identificação da área degradada ou alterada, a causa específica da degradação, a análise da atividade causadora do impacto e os efeitos resultantes no ambiente. Essas informações foram obtidas por meio de entrevistas com a população local da comunidade onde a área está situada, bem como por meio de pesquisas bibliográficas que documentaram o estado anterior da área.

Na caracterização regional e local, foram descritos o clima, o bioma, a fitofisionomia e a bacia hidrográfica da área. O clima foi detalhado com base em dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), abordando características como temperatura, precipitação e sazonalidade. O bioma foi caracterizado através de sua cobertura vegetal. A fitofisionomia foi analisada para compreender a estrutura da vegetação presente, enquanto a bacia hidrográfica foi mapeada, considerando a dinâmica dos cursos d'água e a influência das precipitações. Essas informações foram obtidas por meio de pesquisa em sites como o Inmet, Instituto Estadual de Florestas (IEF) e outras referências bibliográficas.

Em seguida, foram coletadas informações para realizar a caracterização detalhada da área a ser recuperada, abrangendo o relevo, o solo, a hidrografia e a vegetação local. Todos os dados foram coletados considerando tanto a condição original (antes dos danos) quanto a

condição atual (após os danos), utilizando mapas georreferenciados para melhor visualização e análise espacial.

A análise do relevo incluiu detalhamentos sobre altitudes e formas presentes na área. Desta forma, foi realizada uma análise fisiográfica do relevo de Uberlândia, que se relaciona a evolução da paisagem aos processos de erosão e sedimentação. Associado a esses dados foram inseridos os dados morfométricos da área com a finalidade de identificar o grau de dissecação e sedimentação. Os dados foram obtidos por meio do banco de dados TOPODATA - Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil.

Quanto ao solo, foram estudadas suas características físicas, químicas e biológicas, essenciais para entender sua capacidade de suporte e potencial de recuperação. Isso envolveu a análise de amostras de solo coletadas em 2021, realizada pela empresa Safrar Análises Agrícolas, para determinação de parâmetros como pH, matéria orgânica, textura, presença de contaminantes, entre outros. A hidrografia foi mapeada, identificando cursos d'água, nascentes e áreas de drenagem, fundamentais para a gestão dos recursos hídricos. A vegetação foi caracterizada não apenas em termos de composição e estrutura, mas também quanto à sua dinâmica de regeneração. Foi realizado o mapeamento da vegetação existente, identificando espécies nativas e invasoras, além de avaliar a cobertura vegetal presente.

Fez-se o detalhamento dos tipos de vegetação presentes no local, classificando-os pelo nome popular e científico, origem (se nativa ou exótica), grupo ecológico, família botânica, forma de dispersão de sementes e status de extinção de cada uma através da observação dos técnicos e proprietários. Além disso, foi realizada uma análise da fauna presente na região através da observação do técnico e do proprietário, os animais foram identificados pelo nome popular e científico.

Todos os estudos relacionados às informações coletadas para integrar as caracterizações acima foram obtidos por meio de pesquisas bibliográficas e consulta a sites complementares. Considerou-se também informações sobre o Parque Estadual do Pau Furado para comparação, dada a importância de pesquisar uma área maior e preservada. A análise do parque forneceu um referencial valioso para a caracterização da degradação, permitindo uma melhor compreensão das condições ideais do ecossistema e auxiliando na identificação dos impactos específicos e das necessidades de recuperação na área estudada.

### **3.3 Diagnóstico ambiental**

Com base nos dados coletados, foi realizado um diagnóstico ambiental da área,

contemplando a identificação dos principais fatores de degradação, tais como erosão do solo, desmatamento, contaminação e perda de biodiversidade. A partir deste diagnóstico, foram estabelecidos os objetivos específicos do PRAD, alinhados com a recuperação das funções ecológicas da área.

### **3.4 Planejamento das ações de recuperação**

O planejamento das ações de recuperação foi estruturado em três etapas distintas: a primeira consistiu na definição das medidas de recuperação; a segunda envolveu medidas de manutenção e monitoramento; e a terceira abrangeu a elaboração do cronograma físico, juntamente com a alocação de recursos. Todas as medidas foram cuidadosamente delineadas com base em um diagnóstico ambiental detalhado e nas melhores práticas de restauração ecológica, utilizando referências bibliográficas da Embrapa, do Ministério do Meio Ambiente, estudos da Engenharia Ambiental e Sanitária, da Agronomia, artigos acadêmicos, apostilas especializadas, entre outros.

As medidas de recuperação compreenderam o controle da erosão, por meio da implementação de técnicas de contenção e estabilização do solo, o reflorestamento através da seleção e plantio de espécies nativas, visando à sucessão ecológica e à recuperação da cobertura vegetal. Após a implementação, foram estabelecidas medidas de manutenção, incluindo a substituição periódica de plantas mortas, preservação da coroa das mudas e controle de pragas, visando garantir o desenvolvimento saudável das novas vegetações.

O monitoramento contínuo foi planejado para avaliar a eficácia das medidas de recuperação, utilizando indicadores como aumento da cobertura vegetal, melhoria da qualidade do solo e retorno das espécies da fauna local. As principais ações de monitoramento incluem análises de solo a cada três meses, controle de vegetação competitiva, de gramíneas invasoras, pragas e doenças, monitoramento do crescimento das mudas com parâmetros específicos, e análise das espécies animais na região para avaliar o retorno da fauna local. Relatórios periódicos serão elaborados para permitir ajustes nas ações conforme necessário.

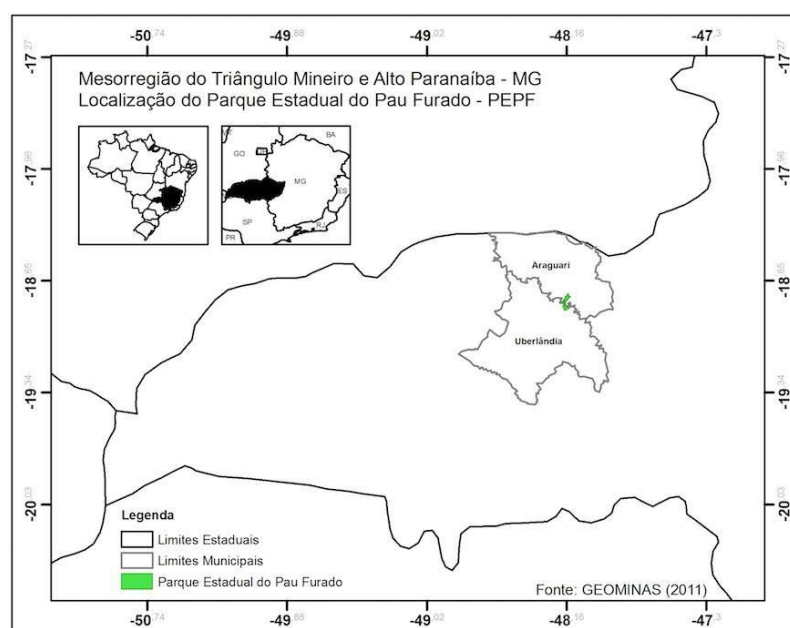
Finalmente, foi elaborado um cronograma detalhado para a implementação das ações, abrangendo etapas de curto, médio e longo prazo. As atividades foram descritas de forma a permitir um melhor manejo, visando à recuperação mais rápida e adequada da área degradada. Dentro do cronograma físico, foram previstos os períodos de implantação, manutenção, monitoramento e avaliação. A alocação de recursos humanos, financeiros e materiais foi cuidadosamente planejada para garantir a eficiência e continuidade das atividades propostas.

Para otimizar os custos, foram realizadas pesquisas por meio de ligações telefônicas para obter orçamentos competitivos, assegurando a recuperação com o menor custo possível. Essa abordagem estratégica buscou otimizar o uso dos recursos disponíveis e minimizar os tempos de execução das atividades, garantindo que cada etapa fosse concluída de maneira satisfatória e dentro dos prazos estabelecidos.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A cidade de Uberlândia, localizada no Triângulo Mineiro, destaca-se por sua extensa área territorial de 4.115,206km<sup>2</sup> e densidade demográfica de aproximadamente 173.31hab/km<sup>2</sup>, sendo um polo urbano importante em Minas Gerais, com uma população estimada em mais de 705 mil habitantes (IBGE, 2024). Seu desenvolvimento econômico diversificado abrange setores agrícola, industrial e de serviços bem estabelecidos. No entanto, esse crescimento acelerado tem acarretado desafios ambientais significativos, especialmente à medida que áreas antes rurais são cada vez mais urbanizadas. A região do Parque Estadual Pau Furado (PEPF) em Uberlândia se sobressai em termos geográficos e ambientais. A área abrange aproximadamente 2.185 hectares e é caracterizada pela presença da Serra do Pau Furado, um relevo típico do cerrado brasileiro (IEF-MG). A área do parque localiza-se na porção leste do município, conforme apresentado na Figura 2.

**Figura 2-** Localização do Parque Estadual do Pau Furado entre os municípios de Uberlândia e Araguari, Estado de Minas Gerais.



Fonte: IEF, 2011.



Segundo o Ministério do Meio Ambiente (2024), o Cerrado, considerado o segundo maior bioma da América do Sul, ocupa cerca de 1.983.017 km<sup>2</sup>, correspondendo a aproximadamente 23,3% do território nacional, conforme dados do IBGE (2019). Este vasto bioma abriga as nascentes das três maiores bacias hidrográficas da América do Sul — a Amazônica/Tocantins, a do São Francisco e a do Prata —, conferindo-lhe um elevado potencial aquífero e promovendo uma rica biodiversidade.

Ribeiro e Walter (2008) apontam que o Cerrado apresenta uma diversidade de fitofisionomias, que incluem formações campestres como Campo Limpo, Campo Sujo e Campo Rupestre; formações savânicas como Vereda, Palmeiral, Parque de Cerrado e Cerrado sensu stricto; e formações florestais como Cerradão, Mata Seca, Mata de Galeria e Mata Ciliar. Dessa forma, além de abrigar uma rica biodiversidade, o Cerrado corrobora a conservação dos recursos hídricos locais e o equilíbrio ecológico da região.

Diante dos desafios ambientais associados, a chácara Bela Vista, escolhida pela proximidade ao PEPPF, enfrenta sérios problemas de degradação ambiental. Em resposta, foi desenvolvido um PRAD para reverter os danos acumulados ao longo do tempo. Este plano, em propriedades rurais de pequeno porte familiar, é regido por normativas específicas que visam não apenas à recuperação ambiental, mas também à sustentabilidade socioeconômica das famílias envolvidas.

A Resolução CONAMA nº 369/2006 estabelece diretrizes para a elaboração do PRAD, adaptadas à escala familiar e ao contexto socioeconômico local, enquanto a Lei nº 12.651/2012, conhecida como Código Florestal, obriga a recuperação de áreas degradadas nas propriedades rurais. Essas normativas asseguram que o PRAD contribua para melhorar a qualidade de vida das comunidades rurais, promovendo práticas sustentáveis e a conservação dos recursos naturais.

Após uma extensa pesquisa, foram elaboradas medidas abrangentes para mitigar os danos ambientais, promover a recuperação da biodiversidade local e estabilizar os ecossistemas afetados. Segue a apresentação detalhada do Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD).

#### **4.1 Informações cadastrais e caracterização da gleba**

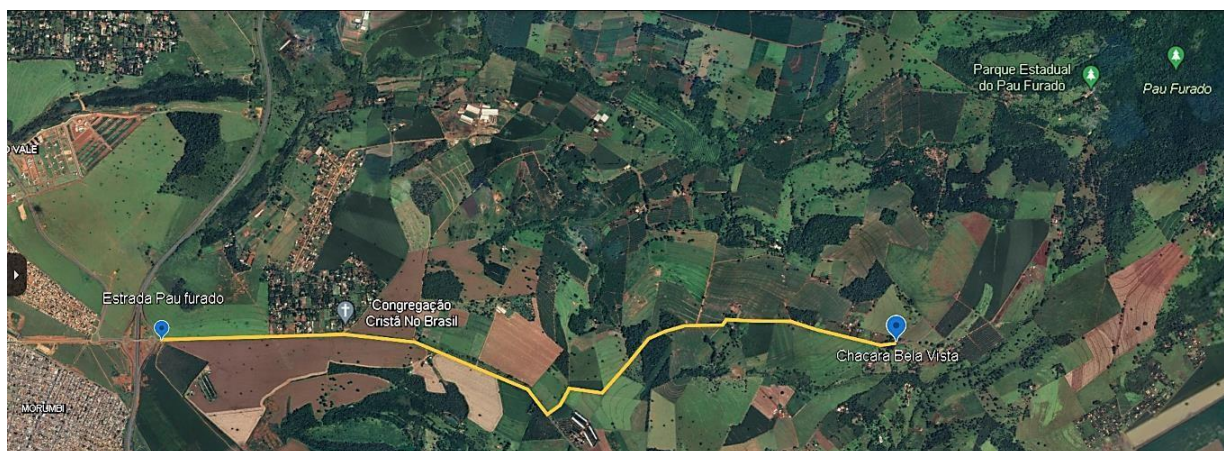
No presente item, é realizada a identificação do PRAD, tendo como interessado o proprietário da chácara, Sr. André Cruz. A condução do PRAD é conduzida sob a responsabilidade de Aline Ferreira Rosa Cruz, estudante encarregada pela elaboração do

projeto. Atualmente, o processo encontra-se em fase de análise, pendente da inclusão de detalhes como o número do processo no IBAMA e o auto de infração.

A área denominada Chácara Bela Vista situa-se na zona rural do município de Uberlândia, em Minas Gerais, a 3 km da Estrada Pau Furado, fazendo parte da Fazenda Marimbondo. A chácara abrange uma área de 0,5213 hectares, classificando-se como propriedade familiar dentro do módulo fiscal. É importante notar que a chácara não possui documentação fundiária formalmente registrada até o momento.

Foi elaborado um croqui de acesso detalhado, tendo como ponto de partida a Estrada do Pau Furado, nas proximidades do anel viário e do bairro Morumbi, com destino à chácara em estudo. Além disso, destaca-se a proximidade da área com o Parque Estadual Pau Furado, cuja distância em linha reta foi calculada em 2.747,34 metros por meio de sistema de localização. Também foi utilizada uma imagem aérea da região do Pau Furado, evidenciando o Rio Araguari e a vegetação predominante. O croqui de acesso está apresentado na Figura 3, enquanto a imagem aérea da região encontra-se na Figura 4.

**Figura 3-** Croqui de Acesso - Chácara Bela Vista, Uberlândia – MG.



Fonte: Google Earth, 2024.

**Figura 4-** Foto aérea da região do Pau Furado em Uberlândia - MG.



Fonte: Autoria própria, 2024.

Considerando a dimensão da chácara, o estudo evidenciou que a área degradada apresenta extensão significativa, totalizando 0,3920 hectares. A área de intervenção foi subdividida em três glebas distintas, cada uma com características próprias e manejo homogêneo. Os declives foram determinados por meio do Google Earth, enquanto as localizações foram referenciadas no sistema geodésico WGS 84. A delimitação da área de dano está apresentada na Figura 5.

**Figura 5-** Divisão da área em glebas da Chácara Bela Vista, Uberlândia-MG.



Fonte: Google Maps Pro, 2021.



A primeira gleba apresenta área de 0,084 hectares e declividade de aproximadamente 5 metros ao longo de um percurso de 20 metros. Essa área é utilizada para o cultivo de banana, em consórcio com algumas espécies arbóreas, e encontra-se localizada na porção central do polígono, nas coordenadas de latitude  $-18.851548^{\circ}$  e longitude  $-48.157398^{\circ}$ . A delimitação e representação da gleba estão apresentadas na Figura 6.

**Figura 6-** Gleba 1 - Plantação de bananeiras (Musa) na Chácara Bela Vista, Uberlândia-MG.



Fonte: Autoria própria, 2023.

A segunda gleba está situada na porção central do lote, apresentando declividade suave e área de 0,0304 hectares. Essa área é destinada ao cultivo de hortaliças, também em consórcio com algumas espécies arbóreas. Suas coordenadas centrais são latitude  $-18.851279^{\circ}$  e longitude  $-48.157377$ , conforme ilustrado na Figura 7.

**Figura 7-** Gleba 2 - Cultivo de hortaliças na Chácara Bela Vista, Uberlândia-MG.



Fonte: Autoria própria, 2023.

Já a terceira gleba possui área de 0,2776 hectares e apresenta declividade de aproximadamente 12 metros ao longo de um percurso de 132 metros. Essa área foi utilizada como pastagem até o ano de 2023, caracterizando-se por vegetação rasteira, e atualmente encontra-se em uso para cultivo agrícola. A posição central do polígono está localizada nas coordenadas de latitude  $-18.851125^\circ$  e longitude  $-48.156075^\circ$ . A declividade da área é ilustrada por meio de registro fotográfico obtido a partir da parte externa da propriedade, evidenciando a sede e permitindo a visualização dos diferentes níveis de inclinação ao longo do terreno, o que facilita a compreensão das variações topográficas e das condições físicas do solo, conforme apresentado na Figura 8.

**Figura 8-** Declividade na Chácara Bela Vista, Uberlândia-MG.



Fonte: Autoria própria, 2024.

As coordenadas georreferenciadas da sede e de todos os vértices da área, referenciadas no sistema geodésico WGS 84, são apresentadas a seguir:

- Vértices da área:
  - Vértice 1: Latitude  $-18.850627^\circ$ , Longitude  $-48.156618^\circ$



- Vértice 2: Latitude -18.850627°, Longitude -48.156618°
  - Vértice 3: Latitude -18.851226°, Longitude -48.157341°
  - Vértice 4: Latitude -18.851252°, Longitude -48.157338°
  - Vértice 5: Latitude -18.851621°, Longitude -48.157562°
  - Vértice 6: Latitude -18.851792°, Longitude -48.157523°
- 
- Sede do imóvel, representada na Figura 9: Latitude -18.851620°, Longitude -48.157474°

**Figura 9-** Sede da Chácara Bela Vista, Uberlândia-MG.



Fonte: Autoria própria, 2024.

## **4.2 Levantamento de dados**

A etapa de levantamento de dados teve início com a análise da origem da degradação na área estudada, caracterizada como posse rural familiar e desprovida de Área de Reserva Legal (ARL). Os impactos observados estão associados, principalmente, a ações antrópicas, com destaque para a prática de pastoreio e a supressão da vegetação para fins agrícolas. Registros históricos indicam que o processo de degradação teve início em 1985, evidenciando a ocorrência de impactos acumulados ao longo do tempo. A evolução dessas alterações pode

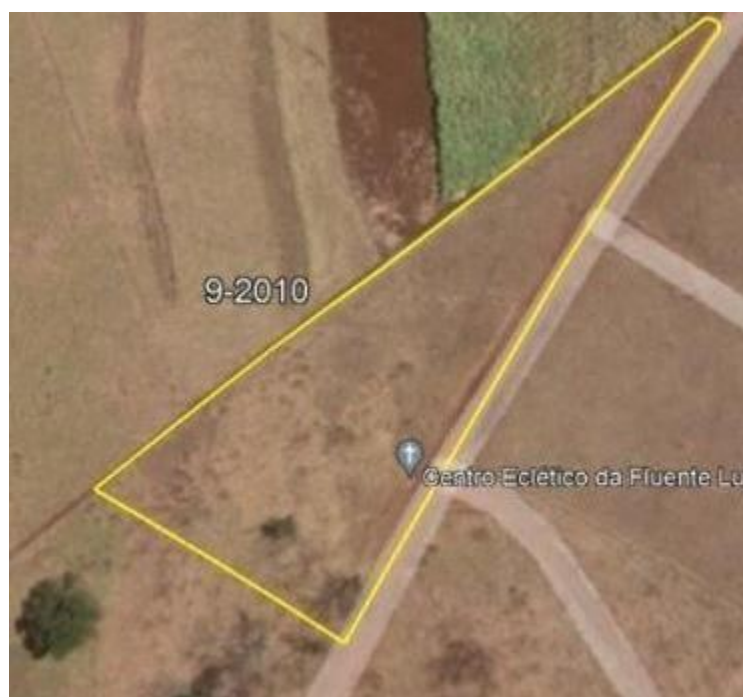
ser observada por meio de imagens obtidas por sensoriamento remoto, apresentadas nas Figuras 10, 11, 12, 13 e 14.

**Figura 10-** Histórico da ocupação na Chácara Bela Vista, Uberlândia-MG, ano 2005.



Fonte: Google Maps Pro, 2021.

**Figura 11-** Histórico da ocupação da Chácara Bela Vista, Uberlândia-MG, ano 2010.



Fonte: Google Maps Pro, 2021.

**Figura 12-** Histórico da ocupação da Chácara Bela Vista, Uberlândia-MG, ano 2014.



Fonte: Google Maps Pro, 2021.

**Figura 13-** Histórico da ocupação da Chácara Bela Vista, Uberlândia-MG, ano 2021.



Fonte: Google Maps Pro, 2021.

**Figura 14-** Histórico da ocupação da Chácara Bela Vista, Uberlândia-MG, ano 2023.





Fonte: Autoria própria, 2023.

As imagens estão datadas a partir de 2005, uma vez que imagens anteriores a esse ano não foram incluídas devido à baixa qualidade, que dificultava uma análise precisa da condição da área. Assim, as imagens selecionadas revelam que, até o ano de 2010, o terreno estava degradado e coberto na maioria de sua extensão por pasto. A partir de 2010, ano em que a área foi adquirida pelo atual proprietário, iniciaram-se as plantações de árvores, marcando o início do processo de recuperação e reabilitação do terreno.

Na análise dos efeitos causados ao ambiente pela degradação, observou-se a redução na capacidade de absorção, retenção e brotamento de nascentes, devido às características hidromórficas do solo regional. Em entrevista com a população local, foi mencionado que, há muitos anos, havia uma nascente dentro da área. A supressão da vegetação pode ter contribuído para a perda dessa nascente, evidenciando os impactos significativos das práticas antrópicas na hidrologia local e na qualidade do ambiente.

Outros impactos identificados incluem a intensificação dos processos erosivos na área, evidenciados pela ocorrência de erosão em sulcos ao longo da estrada em frente à chácara. Esse tipo de processo está, em geral, associado ao escoamento superficial desordenado durante eventos de chuva, podendo ocasionar danos relevantes ao solo e à infraestrutura local. Além de comprometer a estabilidade da via, a erosão contribui para o carreamento de sedimentos em direção ao Córrego Moreno, localizado a jusante, o que pode impactar negativamente a qualidade da água e os ecossistemas aquáticos. A ocorrência desse processo é ilustrada na Figura 15.

**Figura 15-** Erosão pluvial em sulcos presente na entrada da Chácara Bela Vista, Uberlândia-MG.

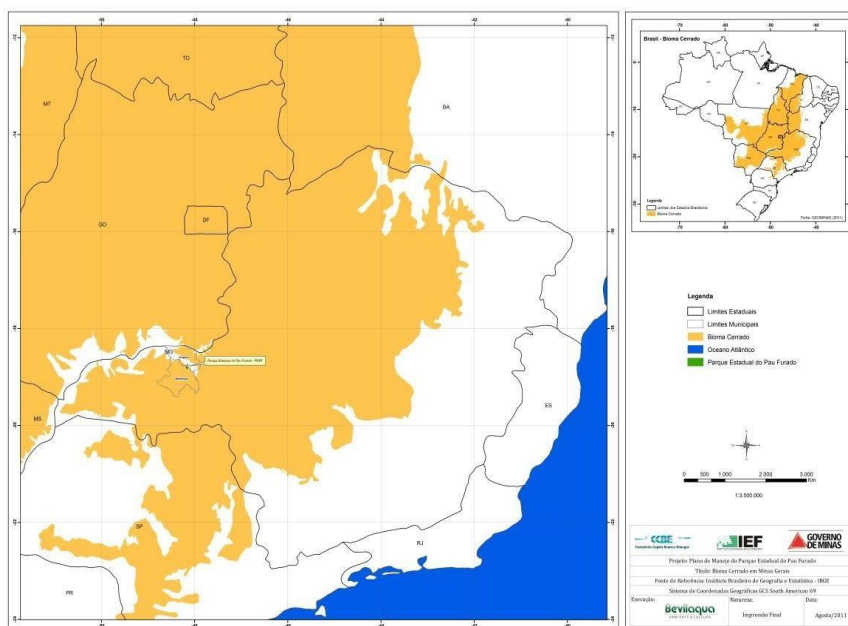


Fonte: Autoria própria, 2024.

Na caracterização regional e local, o clima foi classificado como tropical seco-úmido, caracterizado por temperaturas elevadas ao longo do ano, com pouca variação sazonal, e uma divisão entre períodos úmidos e secos bem definidos (IEF, 2011). Durante a estação chuvosa, há uma quantidade significativa de precipitação, enquanto a estação seca é marcada por menor quantidade de chuvas. A temperatura média anual é de aproximadamente 24°C, os meses mais quentes ocorrem de outubro a fevereiro. A precipitação média anual é de 1450 mm (INMET, 2023).

Devido à proximidade ao PEPF, o ambiente tende a se caracterizar pelas diferentes fitofisionomias presentes na área protegida, que incluem cerradão, cerrado sentido restrito, mata ciliar, mata de galeria, floresta semidecídua e floresta decídua. O bioma da região é classificado como uma zona de transição entre o Cerrado e a Mata Atlântica, com predominância de formações savânicas (IEF, 2011). Originalmente, a fitofisionomia é composta por 54,16% de floresta estacional semidecidual e 45,84% de cerrado (SOCIETY OF ENVIRONMENTAL PROTECTION, 2024). A localização do bioma Cerrado no estado de Minas Gerais está apresentada na Figura 16.

**Figura 16-** Bioma Cerrado em Minas Gerais.



Fonte: IEF, 2011.

Na fase de caracterização da área a ser recuperada, apresenta-se um panorama detalhado das condições originais e atuais do imóvel rural em estudo, descritas a seguir de forma individualizada:

- Situação Original (Antes da degradação):

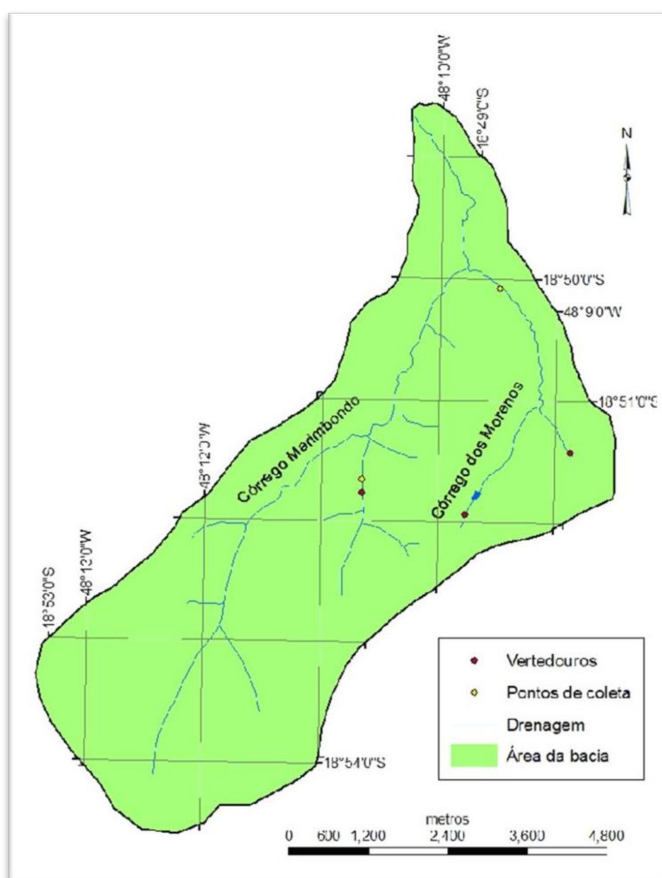
A topografia é o principal componente do relevo, influenciando significativamente a infiltração de água no solo. Em áreas com topografia acidentada, a erosão é mais intensa, o que facilita o transporte das partículas do solo e leva à formação de solos menos desenvolvidos, mais rasos e com capacidade reduzida de retenção de água (AFONSO, 2009). Segundo Lima (2018), o relevo da área localizada no município de Uberlândia, situado nos Planaltos e Chapadas da Bacia Sedimentar do Paraná, apresenta características dissecadas e onduladas. Essa configuração indica uma notável transformação no sistema geomorfológico ao longo de sua história recente. A superfície topográfica é composta por um conjunto de colinas e/ou outeiros, onde predominam declives moderados variando entre 8 a 20%.

Considerando o histórico indisponível da área, o solo foi classificado como Neossolo Litólico de acordo com as condições atuais. Este tipo de solo é caracterizado por ser pouco evoluído (AFONSO, 2009), não apresentando um horizonte B significativo. O horizonte A é pouco espesso, com predominância do horizonte C formado por rochas basálticas. Apresenta aproximadamente 30% de pedregosidade e uma textura muito argilosa. Devido ao processo de formação do solo ser lento, as características atuais foram utilizadas para descrever o solo

original. Quanto aos indicadores de fertilidade, não foram identificados sinais significativos de nutrientes para o desenvolvimento vegetal.

Quanto à hidrografia, a área está localizada na Bacia do Rio Paranaíba, mais precisamente na Sub-bacia do Rio Araguari (IEF, 2011). O córrego mais próximo, situado a 400 metros de distância, é o Córrego Moreno, um afluente do Córrego Marimbondo. Ambos deságuam no Córrego Terra Branca, que por sua vez desemboca no Rio Araguari (Figura 17).

**Figura 17-** Localização da bacia hidrográfica do Córrego Marimbondo.



Fonte: Santos, 2014

A relação entre o clima tropical seco-úmido e a hidrografia ajuda a compreender a dinâmica dos recursos hídricos na região. O clima tropical seco-úmido, caracterizado por uma estação chuvosa e uma estação seca bem definidas, exerce uma influência marcante na hidrografia. Esse tipo climático é definido por períodos alternados de alta umidade e temperaturas elevadas, seguidos por uma estação seca com umidade reduzida. Essa variação climática afeta profundamente a disponibilidade, distribuição e qualidade dos recursos hídricos (SMITH & JOHNSON, 2020).

Desta forma, para a área em estudo, é importante observar as zonas de maior intensidade de chuvas. A intensa precipitação durante a estação úmida pode causar erosão do solo e aumentar a sedimentação nos corpos d'água. O escoamento da água transporta sedimentos e nutrientes do solo para rios, lagos e represas, o que pode alterar os leitos dos rios, reduzir a capacidade de armazenamento das represas e afetar a qualidade da água. Esse processo pode contribuir para a eutrofização e outras formas de poluição (SMITH & JOHNSON, 2020; MILLER & LEE, 2018).

A vegetação original da área era composta por diversas fitofisionomias do Cerrado, incluindo o cerradão, o cerrado sensu stricto, a floresta ciliar, a floresta de galeria, a floresta estacional decidual e a floresta estacional semidecidual (AGÊNCIA MINAS, 2020). Segundo a Embrapa (2024), o cerradão é caracterizado por árvores de porte médio a grande, com um dossel mais fechado, adaptadas a terrenos mais altos e bem drenados. O cerrado sensu stricto é definido por árvores baixas e espaçadas, com um dossel aberto e um estrato herbáceo bem desenvolvido. A floresta ciliar e a floresta de galeria são encontradas ao longo dos corpos d'água, apresentando vegetação densa que contribui para a conservação da qualidade da água e controle da erosão. A floresta estacional decidual perde suas folhas durante a estação seca e recupera-se rapidamente na estação chuvosa, enquanto a floresta estacional semidecidual, também conhecida como “mata seca”, é adaptada a ambientes menos úmidos, mostrando uma significativa perda de folhas na estação seca (EMBRAPA, 2024; IEF, 2011).

Registros históricos indicam que a área sofreu alterações ao longo do tempo, passando a apresentar uma fitofisionomia de campo sujo, com a introdução de pastagens e a presença de espécies arbustivas típicas do Cerrado (IEF, 2011). Observa-se, ainda, a existência de vegetação remanescente a aproximadamente 400 metros de distância, destacando-se uma mata de galeria associada ao Córrego Moreno, caracterizando um dos principais remanescentes do habitat original na região.

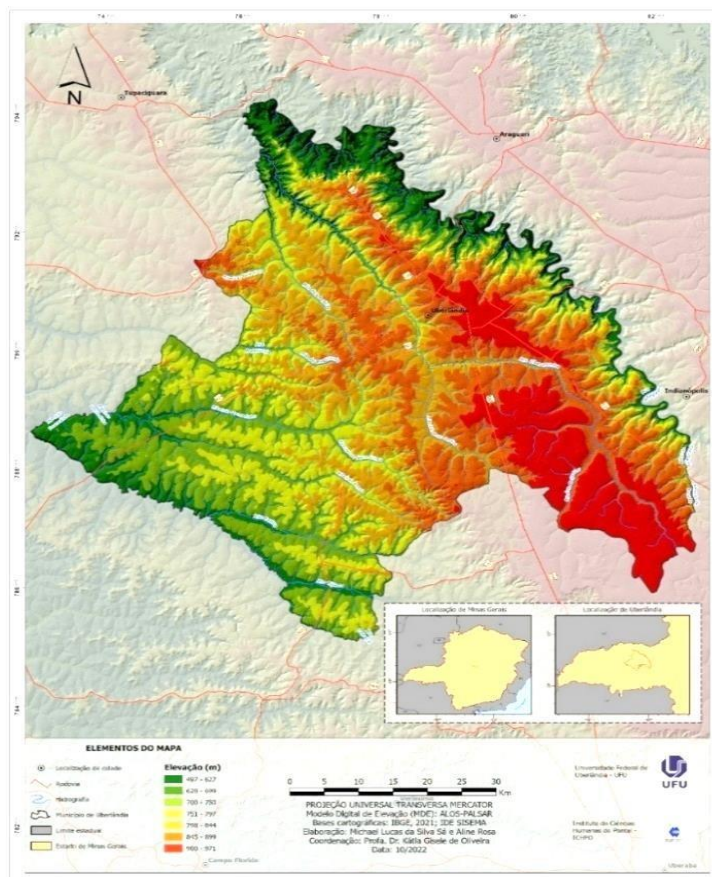
- Situação atual (Após a degradação):

Após o processo de degradação, o relevo passou a apresentar-se dissecado e ondulado, mantendo, em parte, as características descritas em sua condição original. Por meio do mapa de compartimentação geomorfológica, observa-se que as áreas representadas em tons mais intensos de vermelho correspondem às maiores altitudes. Destaca-se a região nordeste do município de Uberlândia, fortemente dissecada por cânions associados ao rio Araguari. Essa



configuração também ocorre na porção leste, onde se insere a área de estudo, porém com menor intensidade, conforme apresentado na Figura 18.

**Figura 18-** Mapa dos compartimentos geomorfológicos do município de Uberlândia.

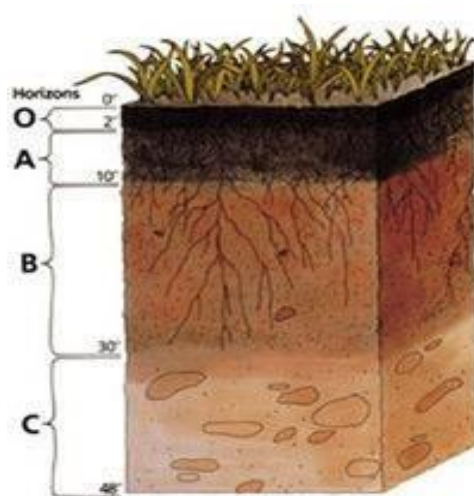


Fonte: Autoria própria, 2021.

A dissecação refere-se ao processo geomorfológico no qual o relevo de uma região é intensamente fragmentado por vales profundos, conhecidos como cânions ou ravinas, devido à ação erosiva de rios e córregos ao longo do tempo geológico (SMITH, 2008). Esse processo resulta na formação de uma paisagem caracterizada por elevações íngremes e vales profundos, criando um padrão de terreno bastante irregular. Dentro de um contexto de pradarias ou campos naturais, a dissecação pode ter várias consequências significativas. A presença de vales profundos pode modificar o padrão de drenagem natural da área, afetando o fluxo de água superficial e subterrânea. (PEREIRA, 2016). A dissecação intensa também pode aumentar a taxa de erosão do solo, especialmente nas encostas íngremes expostas. Isso pode resultar na perda de nutrientes do solo, reduzindo sua capacidade de suporte para vegetação e agricultura (WHITE, 2015).

O solo da área em estudo permanece classificado como Neossolo Litólico, caracterizado pela ausência de um horizonte B bem desenvolvido (AFONSO, 2009). Trata-se de um solo com horizonte A pouco espesso, sobreposto a rochas basálticas no horizonte C, o que influencia diretamente suas propriedades físicas e químicas. Apresenta cerca de 30% de pedregosidade e textura muito argilosa, condições que dificultam a retenção de água e nutrientes, podendo comprometer o desenvolvimento radicular das plantas. A formação dos horizontes do solo está ilustrada na Figura 19, enquanto a caracterização do solo na área é apresentada na Figura 20.

**Figura 19-** Demonstração dos horizontes do solo.



Fonte: [www.institutoineaa.org.br](http://www.institutoineaa.org.br), 2024.

**Figura 20-** Horizontes A e C de um solo na Chácara Bela Vista, Uberlândia - MG.



Fonte: Autoria própria, 2024.

A presença de erosão laminar, associada ao escoamento superficial difuso das águas pluviais, resulta na remoção da camada superficial do solo, ocasionando desgaste e perda de nutrientes essenciais (EMBRAPA, 2008). Esse processo é intensificado pela interação entre os componentes do solo, especialmente a fração argilosa, que exerce papel fundamental na Capacidade de Troca Catiônica (CTC), influenciando a retenção de íons na superfície coloidal. A ocorrência desse processo pode ser observada na Figura 21.

**Figura 21-** Erosão pluvial laminar na Chácara Bela Vista, Uberlândia - MG.



Fonte: Autoria própria, 2024.

Segundo Verdum et.al (2016), a água da chuva, especialmente quando as gotas atingem o solo com força (efeito *splash*), pode iniciar um processo chamado erosão hídrica. Esse fenômeno envolve a desagregação, transporte e deposição de partículas minerais e outros componentes aderidos, como defensivos e fertilizantes agrícolas, matéria orgânica, biota do solo, sementes e outros materiais. Em geral, quanto maior a intensidade e a duração da chuva, maior a chance de a capacidade de infiltração de água no solo ser superada ou de o solo atingir o ponto de saturação mais rapidamente, resultando em escoamentos superficiais. Esses



escoamentos podem apresentar diferentes tipos de fluxo: laminar, linear (concentrado), difuso e anastomosado. A água que continua a precipitar e escoar pela superfície do solo tem seu potencial erosivo influenciado pela frequência e intensidade das chuvas, além de características topográficas e de relevo, como o comprimento e grau da inclinação, tipo de solo e sua susceptibilidade à erosão, cobertura vegetal, manejo do solo e práticas conservacionistas, entre outros fatores.

Os solos na área são caracterizados como rasos e pouco desenvolvidos, com o horizonte A sobrepondo-se ao saprólito, rocha parcialmente decomposta que ainda preserva algumas das estruturas da rocha matriz localizada abaixo, o que os torna especialmente vulneráveis às intempéries (AFONSO, 2009). A remoção da cobertura vegetal expõe o solo às chuvas, cuja intensidade pode superar a taxa de infiltração natural, desencadeando o escoamento difuso. Inicialmente, esse escoamento forma sulcos superficiais que, com o tempo, podem evoluir para ravinas e voçorocas, especialmente em terrenos ondulados a fortemente ondulados e sob vegetação herbácea original.

Para mitigar os impactos ambientais decorrentes da erosão laminar, foram implementadas intervenções antrópicas na rede de drenagem, incluindo a construção de leiras de contenção. Essas estruturas foram projetadas para controlar o escoamento das águas pluviais, reduzindo sua velocidade e volume, e, conseqüentemente, minimizando a ocorrência de processos erosivos superficiais. Dessa forma, contribuem para a conservação da qualidade do solo e dos recursos naturais na área em estudo. A disposição dessas estruturas pode ser observada na Figura 22.

**Figura 22-** Medidas de contenção de água para redução da erosão laminar.



Fonte: Autoria própria, 2024.

Nota-se que a intervenção feita no local é coerente com o estudo realizado por Verdum (2016), que destaca o uso de terraços como principal estrutura para alcançar esse objetivo. Os terraços, uma técnica de conservação, envolvem a construção de um dique e um canal, ou uma combinação desses elementos, dispostos transversalmente ao declive do terreno. O espaçamento entre os terraços é calculado com base na inclinação do terreno, tipo de solo e práticas de uso e manejo.

Essas barreiras físicas são adaptadas conforme as características específicas de cada área e devem ser complementadas com outras práticas de conservação, especialmente para controlar a erosão entre os sulcos. A implantação dos terraços reduz a extensão das encostas, diminuindo a velocidade do escoamento e aumentando a infiltração da água no solo. Além de gerenciar a água superficial, os terraços facilitam a deposição de materiais erodidos e transportados pela chuva, ajudando a evitar a perda de solo agrícola e o assoreamento de cursos d'água.

Análises recentes realizadas pela empresa Safrar revelaram pH ligeiramente ácido (5,6) e CTC efetiva de 5,25, indicando a presença de deficiências nutricionais específicas no solo. Para a correção dessas limitações, recomenda-se a aplicação de gesso, com o objetivo de elevar os teores de cálcio e enxofre, bem como a realização de fosfatagem para suprimento de fósforo. Tais práticas são necessárias para a melhoria da fertilidade do solo e para o estabelecimento de condições favoráveis ao desenvolvimento vegetal sustentável (EMBRAPA, 2011). Os resultados das análises estão apresentados na Figura 23.

**Figura 23-** Análise de solo chácara Bela Vista, Uberlândia-MG.



**Safrar**  
Análises Agrícolas

CONFIANÇA E CREDIBILIDADE AO SEU ALCANCE

Av. Atlântica, 558 - Novo Mundo - Uberlândia - MG  
CEP: 38.407-710  
Fone: (34) 3211-3060  
Site: www.safrar.com.br  
e-mail: contato@safrar.agr.br



---

**Solicitante:** ERNANE MIRANDA LEMES

**Proprietário:** ALINE ROSA

**Propriedade:** CÉU DO TRIÂNGULO

**Município:** Uberlândia - MG

**Cod. Lab.:** 22619/2021

**Data:** 08/04/2021

**Telefone:**

**Convênio:** Particular

**Lauda N°:** 3336/2021

**Amostra:** AMOSTRA-01 00-20

**2020**

PROGRAMA DE QUALIDADE DE ANÁLISE DE SOLO

BÁSICA + MICROANÁLISES + GRANULOMETRIA

**IAC**

---

**Resultados da Análise Química:**

| pH H <sub>2</sub> O | pH CaCl <sub>2</sub> | pH KCl | C.E.               | P meh.              | P rem. | P res. | P total | Na <sup>+</sup>        | K <sup>+</sup> | S-SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> | K <sup>+</sup> | Ca <sup>2+</sup> | Mg <sup>2+</sup> | Al <sup>3+</sup> | H + Al |
|---------------------|----------------------|--------|--------------------|---------------------|--------|--------|---------|------------------------|----------------|--------------------------------|----------------|------------------|------------------|------------------|--------|
| 1 : 2,5             |                      |        | µs/cm <sup>3</sup> | mg dm <sup>-3</sup> |        |        |         | cmolc dm <sup>-3</sup> |                |                                |                |                  |                  |                  |        |
| 5.6                 | 5.2                  |        |                    | 7.5                 |        |        |         |                        | 121.0          | 2.3                            | 0.31           | 3.38             | 1.56             | 0.0              | 4.73   |

| SB                     | t    | T    | V  | m | Relação entre bases: |      |      |         | Relação entre bases e T (%): |       |      |      |        |         |              |
|------------------------|------|------|----|---|----------------------|------|------|---------|------------------------------|-------|------|------|--------|---------|--------------|
| cmolc dm <sup>-3</sup> |      |      | %  |   | Ca/Mg                | Ca/K | Mg/K | Ca+Mg/K | Ca/T                         | Mg/T  | Na/T | K/T  | H+Al/T | Ca+Mg/T | Ca+Mg+Na+K/T |
| 5.25                   | 5.25 | 9.98 | 53 | 0 | 2.2                  | 10.9 | 5.0  | 15.9    | 33.87                        | 15.63 |      | 3.11 | 47.39  | 49.5    | 49.5         |

| M.O.                 | C.O. | B                   | Cu    | Fe | Mn   | Zn   | Co                  | Mo | Si                  | Nível Crítico de P  | Valor Relativo de P |
|----------------------|------|---------------------|-------|----|------|------|---------------------|----|---------------------|---------------------|---------------------|
| dag kg <sup>-1</sup> |      | mg dm <sup>-3</sup> |       |    |      |      | mg dm <sup>-3</sup> |    | mg kg <sup>-1</sup> | mg dm <sup>-3</sup> | %                   |
| 3.2                  | 1.9  | 0.19                | 21.97 | 31 | 30.2 | 1.28 |                     |    | 13.55               |                     |                     |

**Resultados da Análise Textura:**

| Areia Grossa       | Areia Fina | Areia Total | Silte | Argila |
|--------------------|------------|-------------|-------|--------|
| g kg <sup>-1</sup> |            |             |       |        |
| 0                  | 0          | 200         | 150   | 650    |

ns = Não Solicitado | SB = Soma de Bases | t = CTC Efetiva | T = CTC pH 7,0 |  
V = Sat. Base | m = Sat. Alumínio | P.K = [HCl 0,05 mol L<sup>-1</sup> + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,025 mol L<sup>-1</sup>] |  
S-SO<sub>4</sub><sup>=</sup> = [Fosfato Monobásico Cálcio 0,01 mol L<sup>-1</sup>] | Ca,Mg,Al = [KCl 1 mol L<sup>-1</sup>] |  
M.O. = Método colorimétrico | H+Al = [Solução Tampão SMP a pH 7,5] |  
B = [BaCl<sub>2</sub> 2H<sub>2</sub>O 0,125% a quente] | Cu,Fe,Mn,Zn = [DTPA em pH 7,3] |  
cmolc dm<sup>-3</sup> x 10 = mmolc dm<sup>-3</sup>; mg dm<sup>-3</sup> = ppm; dag kg<sup>-1</sup> =

---

**Níveis ideais de nutrientes no solo segundo Boletim de recomendação CFSEMG(1999).**  
Obs: S-SO<sub>4</sub><sup>=</sup>, B, Cu, Fe, Mn, Zn fonte: Boletim Técnico 100, IAC (1997).

| pH Água   | pH CaCl <sub>2</sub> | K <sup>+</sup> | S-SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> | Ca <sup>2+</sup> | Mg <sup>2+</sup> | Al <sup>3+</sup> | H+Al | SB        | t         | T          |
|-----------|----------------------|----------------|--------------------------------|------------------|------------------|------------------|------|-----------|-----------|------------|
| 5,5 - 6,5 | 4,9 - 5,9            | >80            | >10                            | 2,4 - 4,0        | 0,9 - 1,5        | <0,2             | <2,0 | 3,6 - 6,0 | 4,6 - 8,0 | 8,6 - 15,0 |

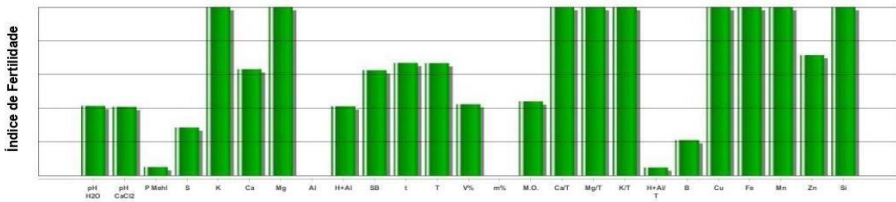
| V       | m   | M.O.      | P resina |
|---------|-----|-----------|----------|
| 60 - 80 | <20 | 2,1 - 4,5 | 41 - 80  |

| Argila  | P meh <sup>-1</sup> | P rem.  | P meh <sup>-1</sup> |
|---------|---------------------|---------|---------------------|
| 60-100  | 8,1 - 12            | 0 - 4   | 6,1 - 9             |
| 35 - 60 | 12,1 - 18           | 4 - 10  | 8,5 - 12,5          |
| 15 - 35 | 20,1 - 30           | 10 - 19 | 11,5 - 17,5         |
| 0 - 15  | 30,1 - 45,0         | 19 - 30 | 15,9 - 24           |
|         |                     | 30 - 44 | 29,1 - 33           |
|         |                     | 44 - 60 | 30,1 - 60           |

---

**Fertigrama do Solo:**



**Elementos Analisados**

**Muito Bom**  
**Bom**  
**Médio**  
**Baixo**  
**Muito Baixo**

---

**Observações:**

Gráfico de P meh<sup>-1</sup> depende da análise granulométrica (vide tabela acima).  
A interpretação de Al, H+Al, m e H+Al/T lê-se Alto e Muito Alto no lugar de Bom e Muito Bom.  
Fertigrama apresentado como mera sugestão ilustrativa.  
O laboratório não responsabiliza por interpretações dos resultados das análises.  
Após 45 dias todas as amostras serão descartadas.  
Este laudo não tem fins jurídicos.

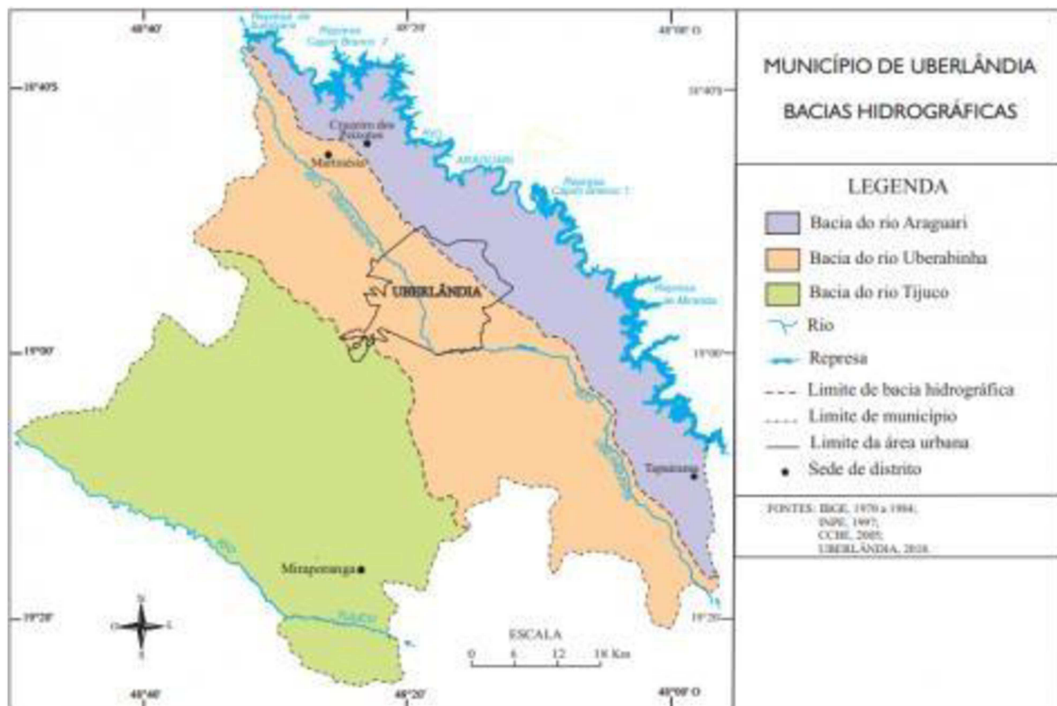
  
**Alex Ribeiro**  
 Responsável Técnico  
 CREA: CREA - MG205192

Página 1

Fonte: Safrar, 2021.

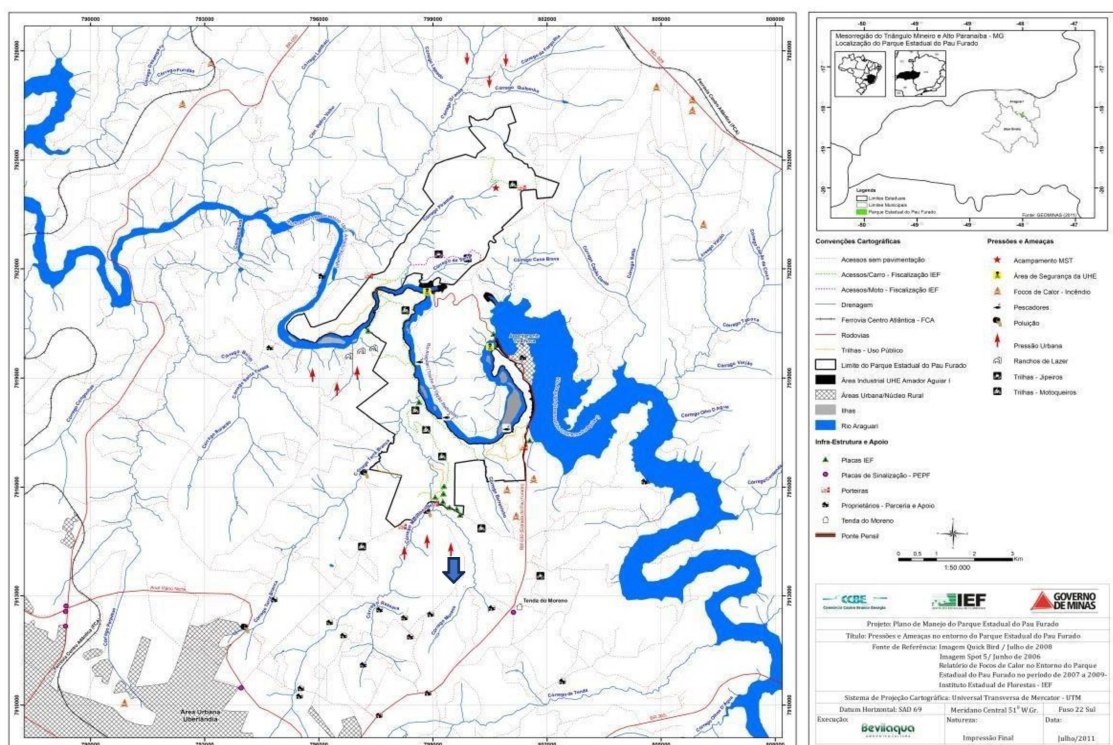
A hidrografia da área está integrada à bacia do Rio Paranaíba, com um enfoque particular na sub-bacia do rio Araguari. Este sistema fluvial é ligado diretamente na modelagem do ambiente local, influenciando não apenas a geografia, mas também a biodiversidade e os usos da terra. O mapa das bacias hidrográficas do município evidencia a porção leste inserida na bacia do rio Araguari, enquanto a localização da chácara, indicada por uma seta, destaca sua posição em relação aos córregos Moreno e Marimbondão, permitindo compreender seu contexto hidrológico. Uma visão ampliada da região complementa o detalhamento da área de estudo. Essas informações estão apresentadas nas Figuras 24, 25 e 26.

**Figura 24-** Representação das bacias hidrográficas no município de Uberlândia.



Fonte: Atlas Escolar, 2020.

**Figura 25-** Pressões a ameaças no entorno do Parque Estadual do Pau Furado, Uberlândia-MG.



Fonte: IEF, 2011.



**Figura 26-** Detalhe ampliado da Figura 25: Mostra a localização do local de estudo no entorno do Parque Estadual do Pau Furado, Uberlândia-MG.



Fonte: Autoria Própria, 2024.

A Figura 27 registra aspectos significativos do Rio Araguari, incluindo suas características morfológicas e hidrológicas.

**Figura 27-** Rio Araguari, Uberlândia-MG.



Fonte: G1, 2023.

As cachoeiras localizadas nos córregos Terra Branca e Marimbondo constituem elementos marcantes do relevo local, contribuindo para a valorização da paisagem e para a

diversidade ecológica da área. Esses registros destacam aspectos relevantes dessas formações naturais, conforme apresentado nas Figuras 28 e 29, respectivamente.

**Figura 28-** Cachoeira da Terra Branca, localizada no PEPF em Uberlândia-MG.



Fonte: Parque Estadual do Pau Furado, 2023.

**Figura 29-** Cachoeira do Marimbondo, localizada no PEPF em Uberlândia-MG.



Fonte: G1,2023.



Quanto à vegetação, a área apresenta fragmentos de floresta estacional semidecidual, áreas de campo sujo com a introdução de pastagens e algumas espécies arbustivas típicas do cerrado (IEF, 2011), além de espécies exóticas. Observa-se, ainda, a presença de vegetação remanescente a aproximadamente 400 metros de distância, destacando-se uma mata de galeria ao longo da margem do Córrego Moreno. Esta mata é particularmente notável por ser um dos últimos remanescentes do habitat original na região, mantendo características da vegetação nativa.

Segundo Embrapa (2021), essas florestas são encontradas em ambientes menos úmidos, predominando em regiões que fazem a transição entre áreas úmidas costeiras e ambientes semiáridos, e são também conhecidas como “mata seca”. Caracterizam-se por árvores que atingem cerca de 20 metros de altura e apresentam uma perda significativa de folhas durante a estação seca, especialmente no estrato arbóreo. Durante a estação chuvosa, a aparência dessas florestas se assemelha à da floresta ombrófila densa, mas no período seco, as diferenças entre essas formações tornam-se bem evidentes.

Essas condições da vegetação na área estão parcialmente ilustradas nas Figuras 30 e 31.

**Figura 30-** Vegetação presente na Chácara Bela Vista, Uberlândia-MG.



Fonte: Autoria própria, 2023.

**Figura 31-** Vegetação em desenvolvimento na Chácara Bela Vista, Uberlândia-MG.



Fonte: Autoria própria, 2024.

A seguir, são apresentadas, em tabelas distintas, as espécies vegetais e a fauna encontradas na área. A Tabela 1 reúne as espécies vegetais identificadas, considerando indivíduos com altura superior a 1 metro, cuja identificação foi realizada com o auxílio de guias de campo e ferramentas fotográficas, como Brasil Bioma e PlantNet. A Tabela 2 relaciona as espécies de fauna, registradas com base em observações dos proprietários e durante visitas *in loco*.

**Tabela 1-** Listagem das espécies vegetais de ocorrência na área da Chácara Bela Vista, Uberlândia-MG.

| Nome científico                | Família    | Nome comum | Grupo ecológico    | Dispersão de semente | Origem  | Status de extinção |
|--------------------------------|------------|------------|--------------------|----------------------|---------|--------------------|
| <i>Anadenanthera colubrina</i> | Fabaceae   | Angico     | Climácica          | Autocórica           | Nativa  | Não ameaçada       |
| <i>Annona crassiflora</i>      | Annonaceae | Araticum   | Pioneira           | Zoocória             | Nativa  | Não ameaçada       |
| <i>Annona muricata</i>         | Annonaceae | Graviola   | Secundária inicial | Zoocória             | Exótica | Não ameaçada       |
| <i>Bactris gasipaes</i>        | Arecaceae  | Pupunha    | Pioneira           | Zoocória             | Exótica | Não ameaçada       |



|                               |               |               |                    |                        |         |              |
|-------------------------------|---------------|---------------|--------------------|------------------------|---------|--------------|
| <i>Banisterio psis caapi</i>  | Malpighiaceae | Jagube        | Cimática           | Anemocória             | Exótica | Ameaçada     |
| <i>Bauhinia forficata</i>     | Fabaceae      | Pé de vaca    | Pioneira           | Anemocória             | Nativa  | Ameaçada     |
| <i>Cecropia spp.</i>          | Urticaceae    | Embaúba       | Pioneira           | Zoocória               | Nativa  | Não ameaçada |
| <i>Citrus limon</i>           | Rutaceae      | Limão         | Pioneira           | Zoocória               | Exótica | Não ameaçada |
| <i>Eugenia uniflora</i>       | Myrtaceae     | Pitanga       | Climática          | Zoocória               | Nativa  | Não ameaçada |
| <i>Euterpe oleracea</i>       | Arecaceae     | Açaí          | Climática          | Zoocória               | Nativa  | Não ameaçada |
| <i>Hibiscus rosa-sinensis</i> | Malvaceae     | Hibisco       | Climática          | Entomofilia            | Exótica | Ameaçada     |
| <i>Hymenaea courbaril</i>     | Fabaceae      | Jatobá        | Climática          | Zoocória<br>Anemocória | Nativa  | Ameaçada     |
| <i>Iris spp.</i>              | Iridaceae     | Íris          | Pioneira           | Anemocória             | Exótica | Ameaçada     |
| <i>Libidibia ferrea</i>       | Fabaceae      | Pau Ferro     | Secundária tardia  | Anemocória             | Nativa  | Ameaçada     |
| <i>Mangifera indica</i>       | Anacardiaceae | Mangueira     | Secundária inicial | Zoocória               | Exótica | Não ameaçada |
| <i>Malpighia emarginata</i>   | Malpighiaceae | Acerola       | Pioneira           | Zoocória               | Nativa  | Não ameaçada |
| <i>Manihot esculenta</i>      | Euphorbiaceae | Mandioca      | Pioneira           | Anemocória             | Exótica | Não ameaçada |
| <i>Moringa oleifera</i>       | Moringaceae   | Moringa       | Pioneira           | Anemocória             | Exótica | Ameaçada     |
| <i>Morus nigra</i>            | Moraceae      | Amora         | Secundária Inicial | Zoocória               | Exótica | Não ameaçada |
| <i>Musa spp.</i>              | Musaceae      | Bananeira     | Secundária inicial | Rizoma                 | Exótica | Não ameaçada |
| <i>Pau-brasil a echinata</i>  | Fabaceae      | Pau Brasil    | Climática          | Autocória              | Exótica | Ameaçada     |
| <i>Persea americana</i>       | Lauraceae     | Abacateiro    | Secundária tardia  | Zoocória               | Exótica | Não ameaçada |
| <i>Pereskia aculeata</i>      | Cactaceae     | Ora pro nobis |                    | Zoocória               | Exótica | Vulnerável   |
| <i>Plinia cauliflora</i>      | Myrtaceae     | Jabuticaba    | Pioneira           | Zoocória               | Nativa  | Ameaçada     |
| <i>Psidium cattleianum</i>    | Myrtaceae     | Araçá         | Secundária tardia  | Autocória              | Nativa  | Não ameaçada |
| <i>Psidium guajava</i>        | Myrtaceae     | Goiaba        | Pioneira           | Zoocória               | Nativa  | Não ameaçada |

|                                 |               |                |                    |            |         |              |
|---------------------------------|---------------|----------------|--------------------|------------|---------|--------------|
| <i>Psychotria viridis</i>       | Rubiaceae     | Chacrona       | Pioneira           | Zoocória   | Exótica | Ameaçada     |
| <i>Rosmarinus officinalis</i>   | Lamiaceae     | Alecrim        | Climácica          | Anemocória | Exótica | Não ameaçada |
| <i>Saccharum officinarum</i>    | Poaceae       | Cana-de-açúcar | Secundária tardia  | Anemocória | Exótica | Não ameaçada |
| <i>Schinus terebinthifolius</i> | Anacardiaceae | Aroeira        | Pioneira           | Anemocória | Nativa  | Vulnerável   |
| <i>Schizolobium parahyba</i>    | Fabaceae      | Guapuruvu      | Pioneira           | Anemocória | Nativa  | Não ameaçada |
| <i>Spondias dulcis</i>          | Anacardiaceae | Cajá-manga     | Pioneira           | Zoocória   | Exótica | Não ameaçada |
| <i>Syagrus oleracea</i>         | Arecaceae     | Guariroba      | Secundária inicial | Zoocória   | Nativa  | Ameaçada     |
| <i>Vernonia polyanthes</i>      | Asteraceae    | Assa-peixe     | Secundária inicial | Anemocória | Nativa  | Não ameaçada |

Fonte: Autoria própria, 2024.

**Tabela 2-** Listagem de algumas espécies de fauna observadas na área da Chácara Bela Vista, Uberlândia-MG.

| Nome científico                   | Nome popular        | Endêmica do cerrado | Em extinção |
|-----------------------------------|---------------------|---------------------|-------------|
| <i>Amazona aestiva</i>            | Papagaio-verdadeiro | Não                 | Sim         |
| <i>Anodorhynchus hyacinthinus</i> | Arara-azul          | Não                 | Sim         |
| <i>Aramides cajanea</i>           | Saracura-três-potes | Não                 | Não         |
| <i>Ardea alba</i>                 | Garça-branca-grande | Não                 | Não         |
| <i>Bos taurus</i>                 | Vaca                | Não                 | Não         |
| <i>Boa constrictor</i>            | Jiboia              | Não                 | Não         |
| <i>Bothrops jararaca</i>          | Jararaca            | Não                 | Não         |
| <i>Brotogeris tirica</i>          | Periquito-verde     | Não                 | Não         |
| <i>Callithrix penicillata</i>     | Mico-estrela        | Não                 | Não         |
| <i>Campephilus melanoleucos</i>   | Pica-pau vermelho   | Não                 | Não         |
| <i>Caracara plancus</i>           | Carcará             | Não                 | Não         |
| <i>Cariama cristata</i>           | Seriema             | Não                 | Não         |
| <i>Celeus flavus</i>              | Pica-pau amarelo    | Não                 | Não         |
| <i>Cerdocyon thous</i>            | Cachorro-do-mato    | Não                 | Não         |

|                                |                                     |     |     |
|--------------------------------|-------------------------------------|-----|-----|
| <i>Chrysocyon brachyurus</i>   | Lobo-guará                          | Sim | Sim |
| <i>Cyanocorax sp.</i>          | Gralha                              | Não | Não |
| <i>Colibri serrirostris</i>    | Beija-flor colibri                  | Não | Não |
| <i>Didelphis marsupialis</i>   | Gambá                               | Não | Não |
| <i>Equus caballus</i>          | Cavalo                              | Não | Não |
| <i>Guira guira</i>             | Anu-branco                          | Não | Não |
| <i>Megascops choliba</i>       | Corujinha-do-mato                   | Não | Não |
| <i>Micrurus sp.</i>            | Cobra Coral                         | Não | Não |
| <i>Myrmecophaga tridactyla</i> | Tamanduá-bandeira                   | Não | Sim |
| <i>Nasua nasua</i>             | Quati                               | Não | Não |
| <i>Nothura maculosa</i>        | Perdiz                              | Não | Não |
| <i>Penelope superciliaris</i>  | Jacu                                | Não | Não |
| <i>Phaethornis pretrei</i>     | Beija-flor rabo branco<br>acanelado | Não | Sim |
| <i>Philodryas nattereri</i>    | Cobra cipó                          | Não | Não |
| <i>Ramphastos toco</i>         | Tucano                              | Não | Não |
| <i>Salvator merianae</i>       | Teiú                                | Não | Não |
| <i>Sapajus apella</i>          | Macaco prego                        | Não | Não |
| <i>Sicalis flaveola</i>        | Canário-da-terra                    | Não | Não |
| <i>Tamandua tetradactyla</i>   | Tamanduá-mirim                      | Não | Não |
| <i>Thraupis sayaca</i>         | Sanhaço                             | Não | Não |
| <i>Tyto alba</i>               | Coruja-das-torres                   | Não | Não |

Fonte: Autoria própria, 2024.

De acordo com as tabelas 1 e 2, é possível identificar a flora e a fauna presentes na área de estudo. A vegetação desempenha diversos papéis na recuperação e manutenção de áreas degradadas, incluindo a estabilização do solo (BRASIL, 2024), ciclagem de nutrientes (SILVA, 2023), fornecimento de habitat (SANTOS et al., 2022), e sequestro de carbono (Pereira, 2021). Para otimizar esses benefícios, o reflorestamento por meio da sucessão ecológica é altamente recomendado. Esse processo é claramente observado na área estudada, à medida que diversas espécies vegetais se estabelecem ao longo do tempo.

As espécies já plantadas na área como *Cecropia spp.* e *Annona crassiflora*, se caracterizam como pioneiras, que são especializadas em colonizar áreas perturbadas

(SILVEIRA & LIMA, 2020). Gradualmente, o processo integra espécies mais maduras e climáticas, como *Handroanthus impetiginosus* e *Eugenia uniflora*. Assim, as plantas pioneiras como líquens e gramíneas inicialmente colonizam áreas perturbadas. Com o tempo, são substituídas por outras espécies de porte médio e, eventualmente, por árvores de grande porte na comunidade clímax, apresentando uma variedade de espécies adequada às condições ambientais locais (FUNVERDE, 2018).

Quanto à fauna presente, a área revela uma significativa diversidade de espécies, incluindo algumas que estão em sério risco de extinção, como a arara-azul (SILVA & SOUZA, 2021) e o lobo-guará (PEREIRA et al., 2022). Essas espécies atuam como indicadores da saúde do ecossistema local. O desenvolvimento da vegetação observado nos últimos anos tem favorecido a ocorrência de fauna associada a ambientes mais preservados, contribuindo para a manutenção da biodiversidade e para o equilíbrio ecológico da unidade de conservação.

É importante destacar o papel estratégico do Parque Estadual do Pau Furado (PEPF) na proteção da biodiversidade regional. O parque abriga cerca de 932 espécies de fauna e flora dentro de seus limites geográficos (COMITÊS IGAM, 2024). Muitas dessas espécies estão classificadas como ameaçadas ou vulneráveis à extinção. Entre as espécies notáveis encontram-se a aroeira (*Myracrodruon urundeuva*), a onça-parda (*Puma concolor*), a raposa-do-campo (*Pseudalopex vetulus*), o lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*), a jaguatirica (*Leopardus pardalis*), o tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*), o veado-mateiro (*Mazama americana*), a arara-canindé (*Ara ararauna*), a maritaca (*Aratinga auricapillus*), o cabeça-seca (*Mycteria americana*), o canário-da-terra (*Sicalis flaveola*), a andorinha-de-coleira (*Pygochelidon melanoleuca*) e a águia-cinzenta (*Urubitinga coronata*) (PAU FURADO, 2024).

Esses esforços coordenados de reflorestamento na área adjacente e a conservação robusta proporcionada pelo PEPF ajudam a garantir que as espécies ameaçadas tenham uma chance de prosperar, mesmo em um cenário de ameaças ambientais.

#### **4.3 Diagnóstico ambiental e planejamento das ações de recuperação**

Com base nos dados coletados, identificaram-se como principais fatores de degradação a erosão, a perda de fertilidade do solo, o desmatamento e a redução da biodiversidade. O diagnóstico ambiental tem como objetivo a implementação de intervenções abrangentes, visando à recuperação da área degradada, o fortalecimento da resiliência do ecossistema local e à promoção de práticas sustentáveis de manejo ambiental, considerando as especificidades e funções de cada gleba.

As ações propostas incluem a análise e correção do solo, bem como a recomposição da cobertura vegetal, em conformidade com a Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012 (BRASIL, 2012), que estabelece a obrigatoriedade de que todo imóvel rural mantenha área com cobertura de vegetação nativa, destinada à constituição da Reserva Legal (RL). Para áreas de cerrado, a Reserva Legal deve corresponder a, no mínimo, 35% da área total do imóvel rural (EMBRAPA, 2024).

A recuperação da vegetação nativa será realizada através do consórcio entre espécies exóticas, utilizando sucessão ecológica em formato de ilhas para melhor desenvolvimento da ARL e recuperação da qualidade do solo. Além disso, serão implementados sistemas que conciliem a produção de alimentos, bens e serviços ambientais. A recuperação das áreas afetadas por processos erosivos será conduzida por meio de práticas de contenção e estabilização do solo, associadas à revegetação, com o objetivo de aumentar a eficiência das ações de restauração e promover a biodiversidade local.

Nesse contexto, torna-se necessária a avaliação dos aspectos positivos e dos principais desafios presentes na área. Dentre os fatores limitantes, destacam-se o desequilíbrio populacional de formigas, a acidificação do solo, a senescência vegetal, a escassez hídrica, a ocorrência de fitopatologias, a elevada declividade do terreno e a presença de material rochoso superficial. Tais fatores críticos demandam a adoção de estratégias específicas para sua mitigação durante a implementação do plano de recuperação.

Por outro lado, os pontos positivos e fatores facilitadores do processo de recuperação incluem o fácil acesso logístico à área, seu reduzido tamanho — o que implica menor demanda por mão de obra — e a elevada capacidade de troca catiônica (CTC) do solo, favorecendo a recuperação da fertilidade. Adicionalmente, a textura argilosa contribui para a retenção hídrica e proporciona suporte adequado ao manejo de matéria orgânica, criando condições favoráveis à implementação das ações de recuperação.

#### **4.4 Implementação**

A implementação das estratégias de recuperação foi planejada conforme as características de cada gleba, adotando-se técnicas adequadas às suas condições específicas. Foram consideradas as principais limitações ambientais da área, como a declividade acentuada do terreno, a baixa fertilidade do solo, a ocorrência de processos erosivos e a compactação do solo, entre outros fatores. Dessa forma, as ações de recuperação serão conduzidas conforme descrito a seguir:

Na 1ª Gleba, deverá ser realizada a recuperação da erosão laminar de forma simultânea à recomposição vegetal. Para isso, propõe-se a adoção de técnicas de Sistemas Agroflorestais (SAFs) associadas à nucleação, com implantação em linhas de plantio. A nucleação consiste em um processo natural no qual espécies pioneiras colonizam a área, promovendo a melhoria das condições ambientais e possibilitando o estabelecimento de novas espécies (MARTINS, 2021). Esse processo resulta na formação de ilhas de vegetação que, além de contribuírem para a estabilização do solo, favorecem o aumento da biodiversidade local ao facilitar o ingresso e o desenvolvimento de outras espécies vegetais. As interações ecológicas nesses núcleos, como polinização e predação, contribuem para a dinâmica do ecossistema, promovendo maior resiliência ao longo do tempo (EMBRAPA, 2024).

Seguindo as recomendações da Embrapa (2018), serão implantadas barreiras físicas dispostas em linhas, posicionadas perpendicularmente ao declive, com o objetivo de reduzir a velocidade do escoamento superficial na área. Em seguida, será realizada a semeadura de gramíneas para estabilização do solo, totalizando 100 m<sup>2</sup>, seguida pelo plantio de mudas arbóreas por meio do método de ilhas. O espaçamento entre as plantas influencia diretamente o controle de plantas daninhas, bem como os custos de implantação e manutenção. De acordo com Leles et al. (2015), o custo de implantação de um hectare com espaçamento de 2 m × 2 m é aproximadamente 40% superior ao de um plantio em espaçamento de 3 m × 2 m. Considerando as características da área e a necessidade de otimização dos custos, adotou-se o espaçamento de 3 m × 2 m entre as mudas.

Dessa forma, o reflorestamento (recomposição vegetal) contribui para o controle da erosão, mas também busca preservar a fertilidade do solo, recuperar as bacias hidrográficas, melhorar a flora e fauna local, e recuperar o banco de sementes. Considerando as características da vegetação local e a inclusão de espécies exóticas, o plantio das mudas seguirá uma sucessão ecológica secundária, com 60% de mudas pioneiras, 20% de mudas secundárias (iniciais e tardias) e 20% climácicas. Devido ao cultivo de banana na gleba, o plantio das árvores será realizado em consórcio de forma mais reduzida. Para a área de 0,084 ha, serão plantadas 80 mudas, distribuídas entre 48 pioneiras, 16 secundárias e 16 climácicas.

Na 2ª Gleba, será utilizada a técnica de SAFs, visto que 60% da área está destinada ao cultivo de hortaliças. Os 40% restantes serão dedicados ao reflorestamento baseado na sucessão ecológica, semelhante aos ecossistemas naturais, onde árvores exóticas ou nativas são consorciadas com culturas agrícolas, trepadeiras, forrageiras e arbustos, seguindo um arranjo espacial e temporal pré-estabelecido que promove alta diversidade de espécies e interações



entre elas. O plantio de mudas será realizado utilizando o método de ilhas, com espaçamento de 3m x 2m entre elas, conforme os princípios da sucessão ecológica. Para a área de reflorestamento de 0,01216 ha, serão plantadas 15 mudas, sendo 9 pioneiras, 3 secundárias e 3 climácicas.

Os SAFs são reconhecidos por promover a diversidade de espécies vegetais através do plantio de sementes ou mudas, resultando em produção contínua e em múltiplos estratos vegetativos. Ao integrarem práticas agrícolas e florestais de forma sustentável, esses sistemas contribuem para a preservação ambiental, ao mesmo tempo em que fornecem alimentos (EMBRAPA, 2024). Essa abordagem também ajuda a proteger a qualidade do solo e a reduzir a pressão sobre as áreas agrícolas na vez que seu desempenho está relacionado à promoção de interações positivas entre plantas e solo, incluindo o aproveitamento de micorrizas e outras simbioses. Tais interações estão ligadas diretamente a melhoria da qualidade do solo, no aumento da diversidade biológica e na promoção do ciclo de nutrientes. Esses benefícios contribuem significativamente para o desenvolvimento de sistemas agrícolas mais resilientes e sustentáveis (MICCOLIS et al., 2016).

Para a 3ª Gleba, também será realizado o reflorestamento através do plantio de mudas utilizando técnicas de nucleação e SAFs, com o método de ilhas e espaçamento de 3m x 2m entre elas, seguindo uma sucessão ecológica. A escolha desta técnica foi motivada pelo interesse dos proprietários em cultivar outras culturas na área. A extensão total a ser reflorestada é de 0,2776 hectares, com o plantio planejado de 300 mudas, distribuídas entre 180 pioneiras, 60 secundárias e 60 climácicas.

Ao implementar as estratégias de recuperação da área, torna-se necessária a adoção de medidas preventivas frente a fatores de degradação ambiental, como incêndios, atividades de pastoreio e a presença de formigas cortadeiras, que podem comprometer a regeneração natural e os plantios planejados (EMBRAPA, 2024). Uma das práticas recomendadas para a prevenção de incêndios é a construção de aceiros. No que se refere ao controle de formigas cortadeiras, como as saúvas, recomenda-se o uso de iscas formicidas específicas para esse tipo de praga (TERRA MAGNA, 2024). Para o projeto de plantio na área em estudo, serão utilizadas diferentes espécies arbóreas adaptadas às condições locais, conforme apresentado nas Tabelas 3, 4 e 5.

**Tabela 3-** Listagem de árvores pioneiras.

| Nome científico | Família | Nome comum |
|-----------------|---------|------------|
|-----------------|---------|------------|

|                                             |                 |                       |
|---------------------------------------------|-----------------|-----------------------|
| <i>Acacia mearnsii</i>                      | Fabaceae        | Acácia-negra          |
| <i>Acacia polyphylla</i> DC                 | Fabaceae        | Angico-branco         |
| <i>Acrocomia aculeata</i> Lodd. ex Mart     | Arecaceae       | Macaúba, Macaúva      |
| <i>Aegiphila sellowiana</i> Cham.           | Lamiaceae       | Tamanqueira, Papagaio |
| <i>Albizia hassleri</i> (Chod.) Burkart     | Fabaceae        | Farinha seca          |
| <i>Albizia glandulosa</i> Poepp & Endl.     | Fabaceae        | Tapiá                 |
| <i>Austroeupatorium inulaefolium</i>        | Asteraceae      | Alecrim-vassoura      |
| <i>Alchornea triplinervia</i>               | Euphorbiaceae   | Canela-de-ema         |
| <i>Campuloclinium macrocephalum</i>         | Asteraceae      | Erva pompom           |
| <i>Cecropia pachystachya</i>                | Urticaceae      | Embaúba               |
| <i>Gochnatia paniculata</i> (Less.) Cabrera | Asteraceae      | Cambará grande        |
| <i>Lithrea brasiliensis</i>                 | Verbenaceae     | Aroeira               |
| <i>Ruellia brevifolia</i>                   | Acanthaceae     | Pingo de Sangue       |
| <i>Solanum paniculatum</i> L                | Solanaceae      | Jurubeba              |
| <i>Spondia dulcis</i>                       | Anacardiaceae   | Cajá-manga            |
| <i>Stryphnodendron rotundifolium</i> Mart.  | Fabaceae        | Barbatimão            |
| <i>Tabernaemontana catharinensis</i> A.DC   | Apocynaceae     | Jasmim                |
| <i>Tibouchina heteromalla</i> (D.Don) Cogn  | Melastomataceae | Quaresmeira           |

Fonte: Autoria própria, 2024.

**Tabela 4-** Listagem de árvores secundárias.

| Nome científico                   | Família       | Nome comum           |
|-----------------------------------|---------------|----------------------|
| <i>Anadenanthera macrocarpa</i>   | Fabaceae      | Angico- vermelho     |
| <i>Annona crassiflora</i>         | Annonaceae    | Araticum-do- cerrado |
| <i>Astronium graveolens</i> Jacq. | Anacardiaceae | Guaritá              |
| <i>Byrsonima intermedia</i>       | Malpighiaceae | Murici               |
| <i>Croton floribundus</i>         | Euphorbiaceae | Capixingui           |
| <i>Euterpe spp.</i>               | Arecaceae     | Açaí                 |
| <i>Handroanthus impetiginosus</i> | Bignoniaceae  | Pau-d'arco           |
| <i>Morus nigra</i>                | Moraceae      | Amora                |
| <i>Myrsine umbellata</i>          | Primulaceae   | Capororoca           |
| <i>Persea americana</i>           | Lauraceae     | Abacateiro           |
| <i>Piptadenia gonoacantha</i>     | Fabaceae      | Angico-branco        |
| <i>Psidium longipetiolatum</i>    | Myrtaceae     | Araçá                |
| <i>Saccharum officinarum</i>      | Poaceae       | Cana de açúcar       |
| <i>Vernonia ferrugínea</i>        | Asteraceae    | Assa-peixe           |

Fonte: Autoria própria, 2024.

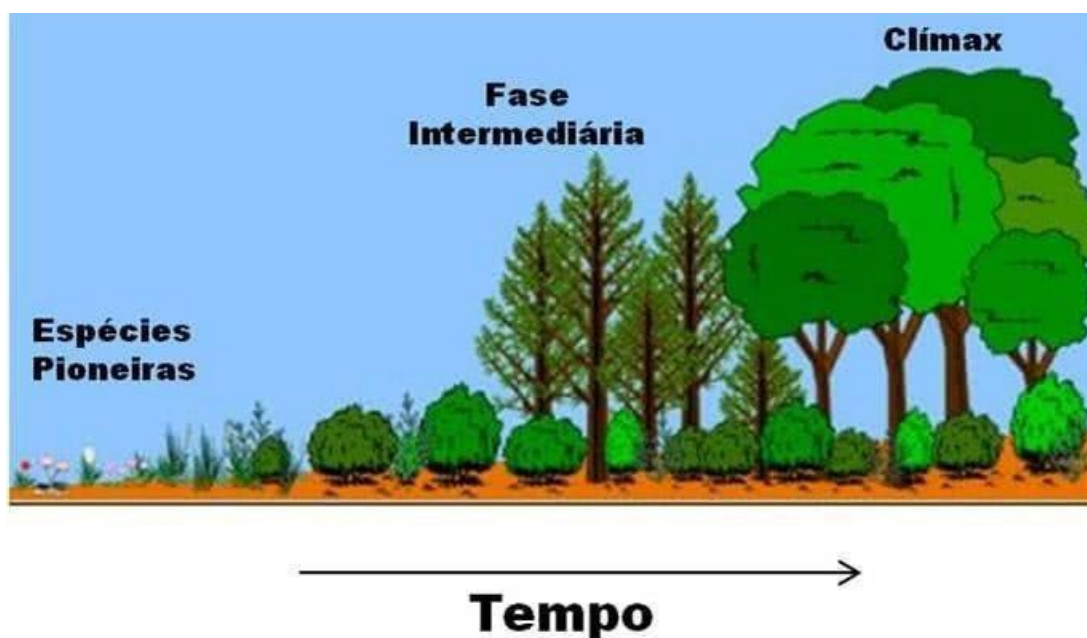
**Tabela 5-** Listagem de árvores climáticas.

| Nome científico               | Família       | Nome comum   |
|-------------------------------|---------------|--------------|
| <i>Banisteriopsis caapi</i>   | Malpighiaceae | Jagube       |
| <i>Cariniana estrellensis</i> | Lecythidaceae | Jequitibá    |
| <i>Caryocar brasiliense</i>   | Caryocaraceae | Pequi        |
| <i>Copaifera langsdorffii</i> | Fabaceae      | Copaíba      |
| <i>Eugenia uniflora</i>       | Myrtaceae     | Pitanga      |
| <i>Hymenaea courbaril</i>     | Fabaceae      | Jatobá       |
| <i>Myrciaria cauliflora</i>   | Myrtaceae     | Jabuticaba   |
| <i>Ocotea odorifera</i>       | Lauraceae     | Canela-preta |
| <i>Salvia rosmarinus</i>      | Lamiaceae     | Alecrim      |

Fonte: Autoria própria, 2024.

Serão plantadas um total de 395 mudas, distribuídas entre 297 pioneiras, 79 secundárias (iniciais e tardias) e 79 climáticas, sendo parte delas fornecidas pelo horto de Uberlândia e as demais adquiridas em viveiros comerciais. Árvores pioneiras, secundárias e climáticas desempenham funções distintas na sucessão ecológica, processo caracterizado pela mudança na composição vegetal de um ecossistema ao longo do tempo, como demonstrado pela Figura 32.

**Figura 32-** Sucessão ecológica.



Fonte: <https://www.todamateria.com.br/sucessao-ecologica>, 2024.

As espécies pioneiras são as primeiras a colonizar áreas perturbadas, como clareiras abertas após incêndios ou desmatamentos, caracterizadas por rápido crescimento e adaptação a condições adversas. Elas preparam o terreno, facilitando o estabelecimento de espécies

secundárias, que são mais competitivas por luz e nutrientes, e contribuem para a diversificação da vegetação. Por fim, as árvores climácicas são maduras, adaptadas a condições estáveis e dominam ecossistemas maduros, promovendo a estabilidade e a biodiversidade.

Além do plantio, será aplicado fosfato no solo para corrigir a acidez e suprir a deficiência de fósforo, totalizando cerca de 30 kg de fosfato ( $P_2O_5$ ). A presença adequada de fósforo é importante para o desenvolvimento das plantas, uma vez que o fósforo atua diretamente na síntese de ATP, responsável pelo fornecimento de energia metabólica, e na formação de ácidos nucleicos, como DNA e RNA, indispensáveis ao crescimento e desenvolvimento vegetal. A deficiência de fósforo pode comprometer o desenvolvimento das plantas, uma vez que impacta negativamente processos como a maturação, o crescimento radicular e a produtividade agrícola (FAQUIN, 2005).

A adubação verde consiste no cultivo de espécies vegetais com a finalidade de incorporá-las ao solo, visando à melhoria de sua fertilidade. Essa prática permite a reciclagem de nutrientes presentes em camadas mais profundas do solo ou provenientes da atmosfera, contribuindo para o aumento da fertilidade e da produtividade. Além disso, promove melhorias nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, enriquecendo-o com nutrientes minerais. As espécies utilizadas também atuam na proteção do solo contra o impacto direto das gotas de chuva, reduzindo o risco de deslocamento e lixiviação de nutrientes (AFONSO, 2009), conforme ilustrado na Figura 33.

**Figura 33-** Solo com cobertura morta.



Fonte: [www.institutoineaa.org.br](http://www.institutoineaa.org.br), 2024.

Adicionalmente, deve-se realizar a adubação orgânica com esterco, utilizando

aproximadamente 1 kg por cova, totalizando 395 kg em cada adubação. Além disso, haverá a aplicação de hidrogel em todas as covas para melhorar a retenção de água, o hidrogel é um polímero que, ao absorver água, expande-se e retém a umidade no solo, aumentando a disponibilidade de água para as plantas. Suas vantagens incluem a redução da necessidade de irrigação, o que contribui para economizar água e reduzir os custos com irrigação. É um produto seguro para o meio ambiente, não afetando o sabor nem a qualidade das colheitas, podendo ser utilizado durante o plantio ((POLIM AGRI, 2024)). Cada cova receberá 1 L de hidrogel, considerando que 1 kg de hidrogel rende 200 L, será utilizado um total de 2 kg de hidrogel para o plantio.

Além disso, cada planta será coroada para facilitar a aplicação de adubo e água durante períodos secos, e estacas serão utilizadas para orientar o crescimento vertical das plantas. Algumas árvores, como a embaúba, foram incluídas no projeto devido ao seu potencial de capturar formigas, úteis no controle desses insetos. Segundo o Horto Didático (2020), o tronco da embaúba, por ser oco, oferece um refúgio ideal para as formigas do gênero *Azteca*. Essa interação é benéfica para ambas as partes: as formigas encontram abrigo seguro e se alimentam dos corpúsculos-de-Müller na base dos pecíolos, enquanto a embaúba recebe proteção contra herbívoros e plantas trepadeiras. Além disso, essa relação favorece o desenvolvimento de outras plantas, pois as formigas se concentram na embaúba, evitando danos às árvores demais.

Também foram selecionadas árvores frutíferas e arbustos floridos para aumentar a biodiversidade da fauna e promover a polinização e dispersão de sementes por animais. O guapuruvu é uma escolha ideal para arborização urbana e paisagismo, controle de fertilizantes e melhoria do solo, devido à sua grande produção de biomassa. Esta árvore de crescimento rápido é típica de floresta ombrófila densa e floresta estacional decidual, suas flores são adequadas para o crescimento da biodiversidade local, sendo polinizadas por abelhas. Por esses atributos, o guapuruvu foi selecionado para plantio na área (BOSQUE DOS CONSTITUINTES, 2023).

A mão de obra para execução do plano de recuperação será provida pelos moradores do sítio, fortalecendo o engajamento local e a participação comunitária no projeto. Além de promover a colaboração da comunidade, essa iniciativa também contribui para a redução dos custos, pois elimina a necessidade de pagar por mão de obra externa.

Para mitigar a erosão nas proximidades da sede da propriedade, as medidas adotadas para controlar o escoamento interno de água representam um passo inicial significativo. Essas ações visam tanto o controle das águas em superfície quanto subsuperfície, contribuindo para a conservação do sistema de drenagem. Essa intervenção se torna necessária devido à declividade

do terreno, que intensifica o fluxo de água e aumenta o potencial de erosão do solo.

Além das intervenções internas na propriedade, será necessário implementar técnicas diretas na estrada adjacente. Uma abordagem viável é baseada na metodologia descrita por Casarin et al. (2009), que propõe elevar o leito da estrada utilizando tratores de esteiras. Isso envolve a remoção e reposicionamento do horizonte A do solo em leiras com fertilidade adequada, enquanto o horizonte B é escavado e usado para compactar o leito da estrada a cada 30 cm com um rolo compactador, elevando-o acima do nível da superfície local. Posteriormente, é necessário construir desviadores de fluxo de água para interceptar as águas na estrada. Para manejar as margens e prevenir a erosão do solo para áreas mais baixas, utiliza-se o mesmo equipamento, um trator de esteiras, para construir terraços com gradientes e bacias de captação embutidas.

De acordo com Verdum (2016), os terraços podem ser classificados com base em suas diferentes funções, métodos de construção, extensão de movimento de terra e configuração geral. Os terraços de retenção são estruturas projetadas com o canal nivelado e extremidades bloqueadas, permitindo que a água da chuva seja armazenada até que se infiltre naturalmente no solo. Por outro lado, os terraços de drenagem apresentam um leve declive no canal para direcionar a água para fora da área protegida. Os terraços mistos, por sua vez, combinam um canal inclinado com uma área de retenção para acumulação de água, onde um sistema de drenagem subterrânea gradualmente remove o excesso de água que não consegue infiltrar-se no solo. Essas variações na concepção dos terraços visam adaptar-se às condições específicas do terreno e às necessidades de manejo da água e do solo, contribuindo para a conservação e sustentabilidade ambiental das áreas agrícolas e vulneráveis à erosão.

Essas medidas são estratégias que ajudam a controlar o escoamento da água de forma gradual, desacelerando o fluxo para que possa ser absorvida ou desviada pelo solo de maneira mais eficiente, o que evita danos adicionais como o risco de erosão. No entanto, dado que a estrada é um bem público, é necessário coordenar essas medidas com o órgão municipal responsável para possíveis modificações futuras. Destaca-se que a implementação das medidas internas de drenagem já representa um passo importante para mitigar a erosão na área.

#### **4.5 Manutenção e monitoramento**

Durante a fase inicial do projeto de reflorestamento, a manutenção das mudas será considerada uma etapa prioritária para assegurar o bom desenvolvimento do plantio. Nos primeiros doze meses, será realizado o replantio das mudas que não sobreviverem, com



avaliações trimestrais. Após esse período inicial, a reposição passará a ocorrer semestralmente, conforme a necessidade observada em campo.

Além do replantio, será realizada a preservação da coroa ao redor das mudas, garantindo um espaço mínimo de 50 cm para seu desenvolvimento, por meio de técnicas manuais. Para o controle de pragas, será aplicado o finopril, um inseticida, especialmente em dias de chuva para maximizar sua eficácia. A adubação será iniciada após os primeiros 90 dias do plantio e repetida a cada três meses, com o objetivo de fornecer os nutrientes necessários ao estabelecimento das mudas e favorecer sua adaptação ao solo.

O monitoramento da recuperação será realizado de forma contínua, incluindo análises periódicas do solo para avaliar o desenvolvimento das plantas conforme o planejado. Adicionalmente, será feito um acompanhamento do crescimento das mudas, utilizando parâmetros específicos para medir seu progresso ao longo do tempo. Para garantir o sucesso do reflorestamento, será necessário controlar a vegetação competitiva, como gramíneas invasoras, pragas e doenças, por meio de capina manual. A estratégia adotada evitará o uso de herbicidas, preservando o ambiente e protegendo o desenvolvimento das demais plantas no ecossistema recuperado.

De acordo com EMBRAPA (2018), o controle de plantas daninhas pode ser realizado de forma mecânica, utilizando técnicas como capina e roçada, que podem ser executadas manualmente ou com o auxílio de máquinas. A capina é geralmente mais eficaz para um controle prolongado, pois além de cortar as plantas, expõe suas raízes ao processo de dessecação e, em alguns casos, pode enterrá-las. No entanto, a capina apresenta um desempenho operacional inferior em comparação à roçada. Por essa razão, seu uso em grandes áreas não é recomendado; é mais adequado aplicá-la em faixas ao redor das linhas de plantio ou em áreas onde a competição entre plantas específicas e espécies florestais é intensa.

Por fim, será conduzida uma verificação das espécies de animais na região, analisando sua interação com o ambiente replantado. Essa avaliação contribuirá para a conservação da biodiversidade local, assegurando que o projeto de reflorestamento não apenas recupere áreas degradadas, mas também promova um ambiente favorável à fauna regional.

#### **4.6 Cronogramas**

Os cronogramas são importantes para a organização e o ordenamento das atividades previstas, pois permitem visualizar, de forma clara, as etapas necessárias para o alcance dos objetivos de recuperação da área degradada. Além disso, possibilitam o acompanhamento do

progresso das ações ao longo do tempo, favorecendo a realização de ajustes e correções sempre que necessário. No aspecto financeiro, o cronograma orçamentário contribui para o gerenciamento adequado dos recursos, permitindo que os investimentos sejam direcionados conforme as prioridades, metas e fases estabelecidas no plano. Dessa forma, evita-se a aplicação desordenada dos recursos e assegura-se maior controle sobre os custos envolvidos na execução do projeto.

Para o cronograma físico do PRAD, foram definidas as principais atividades relacionadas à implantação, manutenção, monitoramento e avaliação da área em recuperação. Cada etapa foi planejada de modo a organizar a execução das ações dentro dos prazos previstos, com distribuição trimestral ao longo dos três anos de implementação do projeto, conforme apresentado no cronograma físico do PRAD na Tabela 6.

**Tabela 6-** Cronograma físico.

|                       | 1º Ano |    |    | 2º Ano |    |    | 3º Ano |    |    | Demais anos |    |    |
|-----------------------|--------|----|----|--------|----|----|--------|----|----|-------------|----|----|
| Atividades            | 1º     | 2º | 3º | 1º     | 2º | 3º | 1º     | 2º | 3º | 1º          | 2º | 3º |
| Capina                | x      | x  | x  | x      | x  | x  | x      | x  | x  | x           | x  | x  |
| Fosfatagem            | x      |    |    | x      |    |    | x      |    |    |             |    |    |
| Furar covas           | x      |    |    |        |    |    |        |    |    |             |    |    |
| Finopril              | x      |    | x  |        | x  |    | x      |    | x  |             | x  |    |
| Plantio da grama      | x      |    |    |        |    |    |        |    |    |             |    |    |
| Adubação              | x      |    | x  |        | x  |    | x      |    | x  |             | x  |    |
| Aplicação de hidrogel | x      |    | x  |        | x  |    | x      |    | x  |             | x  |    |
| Plantio de mudas      | x      | x  | x  | x      | x  | x  | x      | x  | x  | x           | x  | x  |
| Linhas de contenção   | x      | x  | x  | x      | x  | x  | x      | x  | x  | x           | x  | x  |
| Manejo                | x      | x  | x  | x      | x  | x  | x      | x  | x  | x           | x  | x  |

Fonte: Autoria própria, 2024.

O cronograma orçamentário define os valores das atividades planejadas, incluindo o custo por unidade e o investimento total previsto para o período de execução do plano de recuperação.

Ressalta-se que os valores indicados foram estimados com base no ano vigente, podendo sofrer alterações em razão de reajustes futuros. Dessa forma, o planejamento contribui para a alocação dos recursos financeiros e para a viabilidade econômica do projeto, conforme apresentado na Tabela 7.

**Tabela 7- Orçamento.**

| Atividade         | Custo<br>(R\$)/ Und. | 1º Ano |           | 2º Ano |       | 3º Ano |       | Total |           |
|-------------------|----------------------|--------|-----------|--------|-------|--------|-------|-------|-----------|
|                   |                      | Qtd.   | Custo     | Qtd.   | Custo | Qtd.   | Custo | Qtd.  | Custo     |
|                   |                      |        | (R\$)     |        | (R\$) |        | (R\$) |       | (R\$)     |
| Gramíneas (m²)    | 5,00                 | 100    | 500       | -      | -     | -      | -     | 100   | 500,00    |
| Hidrogel (Kg)     | 29,00                | 4      | 116       | 2      | 58    | 4      | 116   | 10    | 290,00    |
| Adubo (Kg)        | 2,00                 | 790    | 1.580     | 395    | 790   | 790    | 1.580 | 1975  | 3.950,00  |
| Finopril (Kg)     | 1.190                | 2      | 2.380     | 1      | 1.190 | 2      | 2.380 | 5     | 5.950,00  |
| Fosfato (Kg)      | 11,50                | 30     | 345       | 30     | 345   | 30     | 345   | 90    | 1.035,00  |
| Mudas Und.        | -                    | 156    | 18.656,10 |        |       |        |       |       | 18.656,10 |
| Custo Total (R\$) |                      |        |           |        |       |        |       |       | 30.381,10 |

Fonte: Autoria própria, 2024.

Com a elaboração dos cronogramas, foi possível analisar as condições necessárias para a execução do PRAD, evidenciando sua viabilidade técnica e econômica. Por apresentar dimensões reduzidas, a área em questão possui um aspecto favorável, pois demanda menor quantidade de insumos, mão de obra e tempo de execução, o que contribui para tornar a implementação do projeto financeiramente mais acessível.

A participação ativa dos moradores locais também representa um fator determinante para a viabilidade econômica do PRAD. Além de fornecerem mão de obra voluntária, eles estão profundamente envolvidos no processo de desenvolvimento do projeto. Essa colaboração reduz os custos de implementação e fortalece o compromisso coletivo com os objetivos do plano, favorecendo a continuidade e a efetividade das etapas de recuperação.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a análise das condições para a execução do PRAD, verificou-se a viabilidade e a necessidade de sua implementação na área estudada. A metodologia utilizada demonstrou-se efetiva ao abordar diversas etapas, como a caracterização detalhada do clima, geologia, hidrologia e vegetação, tanto em nível regional quanto local. Durante esse processo, identificou-se a urgência de intervenções para prevenir a perda de fertilidade do solo, especialmente

considerando que os proprietários dependem da área para cultivo familiar, bem como a necessidade de mitigar as erosões internas e externas presentes no local.

Com base nessa análise, o PRAD foi elaborado e entregue aos proprietários, contendo medidas específicas para garantir uma recuperação eficaz, econômica e rápida da área. Entre as ações propostas, destacam-se o reflorestamento por meio de nucleação e a implementação de Sistemas Agroflorestais (SAFs), que não só visam recuperar a fertilidade do solo, como também promover o reflorestamento e resuperar o equilíbrio do ecossistema local, beneficiando também os moradores que dependem da área para o cultivo familiar.

## REFERÊNCIAS

- AFONSO, A. A.** Apostila de recuperação de áreas degradadas. Instituto INEAA, 2009.
- AGÊNCIA MINAS.** Pesquisa identifica espécies de mamíferos no Parque Estadual do Pau Furado, 2020. Disponível em: <https://www.agenciaminas.mg.gov.br/noticia/pesquisa-identifica-especies-de-mamiferos-no-parque-estadual-do-pau-furado>. Acesso em: 22 jul. 2024.
- ALMEIDA, D. S.** Plano de recuperação de áreas degradadas (PRAD). Recuperação ambiental da Mata Atlântica. 3. ed. Ilhéus/BA: Editus, 2016.
- ASSUNÇÃO, Sophia.** A história de Uberlândia. *Uberlândia Cult*, 2018. Disponível em: <https://uberlandiacult.wixsite.com/udicult/a-historia-de-uberlandia>. Acesso em: 19 jul. 2024.
- ATLAS ESCOLAR.** 3. ed. Uberlândia: EDUFU, 2020. Disponível em: [https://edufu.ufu.br/sites/edufu.ufu.br/files/edufu\\_atlas\\_escolar\\_e-book\\_3ed\\_2020\\_10mb.pdf](https://edufu.ufu.br/sites/edufu.ufu.br/files/edufu_atlas_escolar_e-book_3ed_2020_10mb.pdf). Acesso em: 14 nov. 2024.
- BACCARO, C. D.** As unidades geomorfológicas e a erosão nos Chapadões do Município de Uberlândia. *Revista Sociedade e Natureza*, Uberlândia: EDUFU, v. 6, n. 11 e 12, p. 19-33, 1994.
- BARBOSA, Luiz Mauro (Coord.).** *Restauração ecológica: novos rumos e perspectivas: VI simpósio de restauração ecológica*. São Paulo: Instituto de Botânica, 2015.
- BELLOTO, A. F. et al.** *Metodologia para monitoramento e avaliação de PRADs na Mata Atlântica*. 2009.
- BOAVENTURA, K. J.; CUNHA, E. L.; SILVA, S. D.** Recuperação de áreas Degradadas no Brasil: conceito, História e perspectivas. *Tecnia*, v. 4, n. 1, 2019.
- BOSQUE DOS CONSTITUINTES.** Guapuruvu. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/a-camara/estruturaadm/gestao-na-camara-dos-deputados/responsabilidade-social-e-ambiental/ecocamara/recursos/bosque-dos-constituintes/flora-local/as-20-especies-originais/guapuruvu>. Acesso em: 05 out. 2023.
- BRASIL BIOMA.** Guia fotográfico para a identificação de plantas. Disponível em: <URL>. Acesso em: 22 jul. 2024.
- BRASIL, A. B.** A importância da vegetação na estabilização do solo em áreas degradadas. *Revista Brasileira de Ecologia*, v. 12, n. 3, p. 45-58, 2024.
- BRASIL.** *Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 369, de 28 de março de 2006.* Dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente - APP. Disponível em: <https://www legisweb.com.br/legislacao/?id=104080>. Acesso em: 19 jul. 2024.

**BRASIL.** *Decreto nº 84.685, de 6 de maio de 1980.* Regulamenta a Lei nº 6.746, de 10 de dezembro de 1979, que trata do Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural (ITR) e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 7 maio 1980. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/1980-1989/d84685.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/d84685.htm). Acesso em: 19 jul. 2024.

**BRASIL.** *Decreto nº 97.632, de 10 de abril de 1989.* Dispõe sobre a obrigatoriedade de apresentação de plano de recuperação de área degradada por empreendimentos destinados à exploração de recursos minerais, quando da apresentação do EIA-RIMA, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 11 abr. 1989. Seção 1, p. 12140.

**BRASIL.** *Decreto Federal nº 97.623, de 10 de abril de 1989.* Dispõe sobre a regulamentação do artigo 2º, inciso VIII, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, e dá outras providências. Meio Ambiente. Disponível em: <https://legis.senado.leg.br/norma/520272/publicacao/15646760>. Acesso em: 19 jul. 2024.

**BRASIL.** *Instituto Estadual de Florestas - IEF. Parque Estadual Pau Furado.* Disponível em: <https://comites.igam.mg.gov.br/web/ief/w/parque-estadual-do-pau-furado>. Acesso em: 19 jul. 2024.

**BRASIL.** *Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012.* Estabelece normas gerais com o fundamento central da proteção e uso sustentável das florestas e demais formas de vegetação nativa em harmonia com a promoção do desenvolvimento econômico. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/L12651compilado.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/L12651compilado.htm). Acesso em: 19 jul. 2024.

**BRASIL.** *Lei nº 6.746, de 9 de dezembro de 1979.* Dispõe sobre o conceito de propriedade particular. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 10 dez. 1979. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/1970](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/1970). Acesso em: 19 jul. 2024.

**BRASIL. Ministério do Meio Ambiente.** Manual de Recuperação de Áreas Degradadas. 2. ed. Brasília: MMA, 2019.

**CASARIN, R. D.; OLIVEIRA, E. L.** Controle de erosão em estradas rurais não pavimentadas, utilizando sistema de terraceamento com gradiente associado a bacias de captação. Irriga, Botucatu, 2009. Recebido em 23 out. 2008 e aprovado para publicação em 22 set. 2009.

**CHAZDON, R. L.** *Regeneração de florestas tropicais.* Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais, 2012.

**COMITÊS IGAM.** Parque Estadual do Pau-Furado é aberto para visitação. 2024. Disponível em: [https://comites.igam.mg.gov.br/web/ief/w/-parque-estadual-do-pau-furado-e-aberto-para-visitacao?p\\_1back\\_url=%2Fweb%2Fief%2Fnoticias%3Fp\\_1back\\_url%3D%252Fweb%252Fief%252Fbusca%253Fp\\_1back\\_url%253D%25252Fweb%25252Fief%25252Fbusca%25253Fdelta%25253D8%252526start%25253D51%2526delta%253D40%2526start%253D42%26delta%3D21%26start%3D72](https://comites.igam.mg.gov.br/web/ief/w/-parque-estadual-do-pau-furado-e-aberto-para-visitacao?p_1back_url=%2Fweb%2Fief%2Fnoticias%3Fp_1back_url%3D%252Fweb%252Fief%252Fbusca%253Fp_1back_url%253D%25252Fweb%25252Fief%25252Fbusca%25253Fdelta%25253D8%252526start%25253D51%2526delta%253D40%2526start%253D42%26delta%3D21%26start%3D72). Acesso em: 14 nov. 2024.

**CROUZEILLES, R. et al.** *Relatório temático sobre restauração de paisagens e ecossistemas.* 2019. Documento em PDF.

**EMBRAPA.** *Código florestal: contribuições para adequação ambiental da paisagem rural.* Disponível em: <https://www.embrapa.br/codigo-florestal/area-de-reserva-legal-arl>. Acesso em: 19 jul. 2024.

**EMBRAPA.** *Controle de plantas daninhas: métodos físico, mecânico, cultural, biológico e alelopatia.* OLIVEIRA, M. F. de; BRIGHENTI, A. M. 2018. Embrapa Milho e Sorgo. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1103281/controle-de-plantas-daninhas-metodos-fisico-mecanico-cultural-biologico-e-alelopatia>.

**EMBRAPA.** *Florestas Estacionais Semidecíduais.* Disponível em: <https://www.embrapa.br>. Acesso em: 22 jul. 2024.

**EMBRAPA.** *Prosa Rural: Como usar gesso para corrigir a deficiência de cálcio nos solos do Cerrado.* Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2389888/prosa-rural---como-usar-gesso-para-corrigir-a-deficiencia-de-calcio-nos-solos-do-cerrados>. Acesso em: 22 jul. 2024.

**EMBRAPA.** *Recuperação de áreas degradadas.* 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/recuperacao-de-areas-degradadas>. Acesso em: 26 jun. 2024.

**EMBRAPA.** *Sistemas Agroflorestais (SAFs), 2024.* Disponível em: <https://www.embrapa.br/codigo-florestal/sistemas-agroflorestais-safs>. Acesso em: 22 jul. 2024.

**FAQUIN, Valdemar.** *Nutrição mineral de plantas.* Lavras: Universidade Federal de Lavras / Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão, 2005. Curso de Pós-Graduação “Lato Sensu” (Especialização) a Distância: Solos e Meio Ambiente. Bibliografia.

**FERREIRA, E. M. et al.** *Recuperação de áreas degradadas, adubação verde e qualidade da água.* Revista Monografias Ambientais, v. 15, n. 1, p. 228-246, jan./abr. 2016.

**FILHO, A. C. et al.** *Recuperação de áreas degradadas.* In Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia CONTECC, Fortaleza/CE, setembro de 2015.

**FRANÇA, Luciano Cavalcante de Jesus et al.** *Zoneamento da fragilidade ambiental de ecossistemas naturais e antropizados por meio de avaliação multicritério.* Nativa, Sinop, v. 7, n. 5, p. 589-599, set./out. 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.31413/nativa.v7i5.7300>. Disponível em: <http://www.ufmt.br/nativa>. ISSN: 2318-7670.

**FUNVERDE.** *Sucessão ecológica.* Funverde, 2018. Disponível em: <https://www.funverde.org.br/blog/sucessao-ecologica/>. Acesso em: 22 jul. 2024.

**G1.** *Parque Estadual do Pau Furado é reaberto com nova trilha para visitantes em Uberlândia.* G1, 29 jan. 2023. Disponível em: <https://g1.globo.com/mg/triangulo-mineiro/noticia/2023/01/29/parque-estadual-do-pau-furado-e-reaberto-com-nova-trilha-para-visitantes-em-uberlandia.ghtml>. Acesso em: 22 jul. 2024.

**GOOGLE EARTH.** Google Earth. Disponível em: <https://earth.google.com>. Acesso em: 22 jul. 2024.



HORTO DIDÁTICO. *Embaúba vermelha*, 2020. Disponível em: <https://hortodidatico.ufsc.br/embauba-ver>. Acesso em: 22 jul. 2024.

**IBAMA.** *Instrução Normativa n. 4, de 13 de abril de 2011.* Estabelece exigências mínimas para nortear a elaboração de Projetos de Recuperação de Áreas Degradadas - PRAD ou Áreas Alteradas, Brasília, DF, 4 abr. 2011.

**IBGE.** *Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística., 2019. Biomas e sistema costeiro-marinho do Brasil: compatível com a escala 1:250.000.* Rio de Janeiro, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. 168 p. (Relatórios metodológicos, v. 45).

**IBGE.** *Uberlândia*, 2024. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mg/uberlandia.html>. Acesso em: 19 jul. 2024.

**IEF.** *Inventário da Vegetação.* Instituto Estadual de Florestas, 2011. Disponível em: <https://www.ief.mg.gov.br>. Acesso em: 22 jul. 2024.

**INMET - INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA.** *Dados meteorológicos. 2023.* Disponível em: <https://www.inmet.gov.br>. Acesso em: 12 mar. 2024.

**INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS.** *Áreas protegidas.* Disponível em: <http://www.ief.mg.gov.br/areas-protegidas/205?task=view>. Acesso em: 22 jul. 2024.

**INSTITUTO INEA** Instituto Inea. Disponível em: <https://www.inea.rj.gov.br/> Acesso em: 22 jul. 2024.

**IPCC.** *Summary for Policymakers. In: Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)].* IPCC, Geneva, Switzerland, 2023. pp. 1-34. doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001.

**JONES, S.** *Geomorfologia e processos de dissecação.* São Paulo: Editora Universitária, 2010.

**LEAL, Josabeth Viana; TODT, Viviane; THUM, Adriane Brill.** *O uso de SIG para monitoramento de áreas degradadas: estudo de caso: APP do Arroio Gil, Triunfo-RS.* Ciências Exatas e Tecnológicas – Especialização em Informações Espaciais Georreferenciadas, Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS, 2012. Disponível em: <https://www.unisinos.br>. Acesso em: 19 jul. 2024.

**LELES, P. S. S.; OLIVEIRA NETO, S. N.; ALONSO, J. M.** *Restauração florestal em diferentes espaçamentos.* In: LELES, P. S. S.; OLIVEIRA NETO, S. N. (Ed.) *Restauração florestal e a Bacia do Rio Guandu.* Seropédica: Editora Rural, 2015.

**LIMA, A. R. F.** *Análise das mudanças no uso do solo nos distritos de Cruzeiro dos Peixotos e Martinésia em Uberlândia (MG) entre 1997 e 2017.* Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Goiás. 2018. Disponível

**LIMA, S. J. S.** Avaliação da recuperação de área degradada por meio de poleiros artificiais e plantio consorciado de mudas nativas do Cerrado. 2017. Trabalho de conclusão de curso (Engenheiro Florestal) – Universidade Federal de Brasília, Brasília, 2017. em: <https://repositorio.bc.ufg.br/tede/bitstream/tede/8560/5/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20-%20C3%81dria%20Rodrigues%20Fontes%20Lima%20-%20202018.pdf>. Acesso em: 11 de outubro de 2023.

**MARTINS, Sebastião Venâncio et al.** Recomendações técnicas e procedimentos gerais para a restauração florestal de paisagens no Estado do Espírito Santo. Revista Diálogo Florestal, 2021.

**MARTINS, S. V. (Ed.).** Restauração ecológica de ecossistemas degradados. Viçosa, MG: Editora UFV, 2012.

**MICCOLIS, A. et al.** Restauração ecológica com sistemas agroflorestais: como conciliar conservação com produção: opções para Cerrado e Caatinga. Brasília, DF: Centro Internacional de Pesquisa Agroflorestal, 2016. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/161912/1/ICRAF-SAFs-Cerrado-e-Caatinga.pdf>. Acesso em: 22 jul. 2024.

**MILLER, R. B.; LEE, S. J.** *Tropical Climate and Water Resources Management*. Cambridge: Cambridge University Press, 2018.

**MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA).** 2024. Bioma Cerrado. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade-e-biomas/ecossistemas/biomas/cerrado>. Acesso em: 19 jul. 2024.

**MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA; INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE - ICMBio.** Roteiro de Apresentação para Plano de Recuperação de Área Degradada (PRAD) Terrestre. Versão 03. Janeiro de 2013. Parque Nacional da Serra da Bocaina. Disponível em: [https://www.icmbio.gov.br/parnaserradabocaina/images/stories/o\\_que\\_fazemos/gestao\\_e\\_manejo/Roteiro\\_PRAD\\_versao\\_3.pdf](https://www.icmbio.gov.br/parnaserradabocaina/images/stories/o_que_fazemos/gestao_e_manejo/Roteiro_PRAD_versao_3.pdf). Acesso em: 19 jul. 2024.

**OLIVEIRA, D. A.** Áreas de preservação permanente em topo de chapada e sua adequação à legislação federal. UFU: Dissertação de Mestrado. 2013.

**PARQUE ESTADUAL DO PAU-FURADO.** Sobre o PEPF. 2024. Disponível em: <https://paufurado.blogspot.com/p/sobre-o-pepf.html>. Acesso em: 14 nov. 2024.

**PAU FURADO.** Parque Estadual do Pau Furado, 2024. Disponível em: <http://paufurado.blogspot.com.br/>. Acesso em: 22 jul. 2024.

**PEREIRA, A. C. et al.** Controle de erosão em áreas degradadas: técnicas e recomendações. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2020.

**PEREIRA, F. G.** Sequestro de carbono por espécies vegetais em áreas de restauração ambiental. Ciência e Sustentabilidade, v. 15, n. 4, p. 78-91, 2021.

**PEREIRA, L. S. et al.** O lobo-guará como indicador de saúde ambiental em áreas de ecológica. *Revista de Conservação da Fauna*, v. 9, n. 3, p. 110-125, 2022.

**PIOLLI, A. L.; CELESTINI, R. M.; MAGON, R.** Teoria e prática em recuperação de áreas degradadas: Plantando a semente de um mundo melhor. Planeta água. Serra Negra – SP, 2004.

**PIVELLO, V. R. et al.** Impactos de espécies exóticas invasoras sobre as Contribuições da Natureza para as Pessoas, o Desenvolvimento Sustentável e a boa qualidade de vida. In: DECHOUM, M. S. et al. (Org.). Relatório Temático sobre Espécies Exóticas Invasoras, Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos. São Carlos: Editora Cubo, 2024.

**PLANTNET.** *Plantnet Identificação Planta*. Disponível em: <https://identify.plantnet.org/pt-br>. Acesso em: 22 jul. 2024

**POLIM AGRI.** Gel de irrigação no reflorestamento. Polim Agri. Disponível em: <https://polim-agri.com.br/gel-de-irrigacao-no-reflorestamento/>. Acesso em: 22 jul. 2024.

**RIBEIRO, CARLOS FREDERICO DIAS DE ALENCAR.** Recuperação de Áreas Degradadas / Carlos Frederico Dias de Alencar Ribeiro – 1. ed. – Brasília: NT Editora, 2015.

**RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T.** As principais fitofisionomias do Bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. (eds.). *Cerrado: ecologia e flora*. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2008. p. 151-212.

**RODRIGUES, A. B. M.; GIULIATTI, N. M.; JÚNIOR, A. P.** Aplicação de metodologias de recuperação de áreas degradadas nos biomas brasileiros / Application of methodologies for degraded areas recovering in the Brazilian Biomes. *Brazilian Applied Science Review*, v. 4, n. 1, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.34115/basrv4n1-021>. Acesso em: 22 jul. 2024.

**Rodrigues, Ricardo Ribeiro, Sergius Gandolfi e Pedro Henrique Santin Brancalion.** Restauração florestal. Oficina de Textos, 2015.

**SANTOS, Juliana; OLIVEIRA, Luiz.** Avaliação dos parâmetros quali-quantitativos das águas da bacia hidrográfica do Córrego Marimbondo, Uberlândia (MG). *Caminhos de Geografia*, v. 15, p. 1-14, 2014. DOI: 10.14393/RCG155022528.

**SANTOS, M. R. et al.** Fornecimento de habitat pela vegetação em áreas de recuperação ambiental. *Conservação da Natureza*, v. 5, n. 1, p. 20-34, 2022.

**SILVA, C. D.** Ciclagem de nutrientes em ecossistemas restaurados: implicações para a conservação da biodiversidade. *Ecologia Aplicada*, v. 8, n. 2, p. 112-125, 2023.

**SILVA, J. F. et al.** Indicadores ecológicos para monitoramento de áreas recuperadas. *Revista de Ecologia*, v. 15, 2015.

**SILVA, J. P.; SOUZA, A. B.** Conservação da arara-azul: desafios e perspectivas para espécies ameaçadas. *Biodiversidade Brasileira*, v. 18, n. 2, p. 55-68, 2021.

**SILVEIRA, E. M.; LIMA, R. S.** Sucessão ecológica em áreas degradadas: estudo de caso na região de Uberlândia. *Revista Brasileira de Ecologia Aplicada*, v. 7, n. 1, 2020.

**Smith, J.** *Landforms and dissection*. *Geological Review*, v. 78, n. 4, 2008.

**SMITH, J.; JOHNSON, L.** *Climatic Effects on Hydrology: A Tropical Perspective*. *Journal of Hydrological Studies*, v. 15, n. 3, p. 145-160, 2020. DOI: 10.1234/jhs.2020.01234

**SOCIETY OF ENVIRONMENTAL PROTECTION.** Título da página. Disponível em: <https://uc.socioambiental.org/pt-br/arp/4825>. Acesso em: 22 jul. 2024.

**SOUZA, Maurício Novaes (organizador).** *Tópicos em recuperação de áreas degradadas: Volume II*. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.4322/mp.978-65-994457-2-9>. Acesso em: 22 jul. 2024.

**TAVARES, S.** Parque Nacional do Itatiaia celebra 78 anos de criação. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio. Ministério do Meio Ambiente. 2015.

**TAVARES, Silvio Roberto de Lucena.** Recuperação de áreas degradadas e/ou contaminadas: um desafio para as ciências agrárias. In: SIMPÓSIO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DA AMAZÔNIA, 2., 2015, Santarém. Uso sustentável dos solos: um desafio para as ciências agrárias: anais. Santarém: UFOPA, 2015.

**TAVARES, S. R. L.** Curso de recuperação de áreas degradadas: a visão da Ciência do Solo no contexto do diagnóstico, manejo, indicadores de monitoramento e estratégias de recuperação. [et al.]. Dados eletrônicos. 2008. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br>. Acesso em: 19 jul. 2024.

**TERRAMAGNA.** Formiga cortadeira. Disponível em: <https://terramagna.com.br/blog/formiga-cortadeira/>. Acesso em: 22 jul. 2024.

**TODAMATERIA.** Sucessão ecológica. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/sucessao-ecologica/>. Acesso em: 22 jul. 2024.

**VERDUM, Roberto; VIEIRA, Carmem Lucas; CANEPPELE, Jean Carlo Gessi.** Métodos e técnicas para o controle da erosão e conservação do solo. Porto Alegre: IGEO/UFRGS, 2016.

**VIEIRA, S. R. et al.** Manual de métodos de análise de solo. 3. ed. rev. e ampl. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2017.

**WHITE, L.** Erosão e dissecação do solo em áreas tropicais. *Journal of Tropical Geology*, v. 55, n. 1, 2015.

**WWF BRASIL.** Restauração ecológica no Brasil: Desafios e oportunidades. Brasília/DF: 2014.