

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUALIDADE AMBIENTAL

ÁREA CIÊNCIAS AMBIENTAIS

SIOMAR MARIA DE RESENDE

**AVALIAÇÃO DA RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DE CAPTAÇÃO HÍDRICA DE
UBERLÂNDIA, MINAS GERAIS, BRASIL**

UBERLÂNDIA
2024

SIOMAR MARIA DE RESENDE

**AVALIAÇÃO DA RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DE CAPTAÇÃO HÍDRICA DE
UBERLÂNDIA, MINAS GERAIS, BRASIL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Uberlândia, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Meio Ambiente e Qualidade Ambiental – Mestrado, área de concentração em Meio Ambiente e Qualidade Ambiental, para a obtenção do título de “Mestre”.

Orientador:

Prof. Dr. Guilherme Resende Corrêa

Coorientadora:

Prof^ª. Dr^ª. Prímula Viana Campos

UBERLÂNDIA
MINAS GERAIS - BRASIL

202

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

R433a Resende, Siomar Maria de, 1973-
2024 Avaliação da recuperação de áreas de captação hídrica de Uberlândia,
Minas Gerais, Brasil [recurso eletrônico] / Siomar Maria de Resende. -
2024.

Orientador: Guilherme Resende Corrêa.
Coorientadora: Prímula Viana Campos.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia,
Programa de Pós-graduação em Qualidade Ambiental.
Modo de acesso: Internet.
Disponível em: <http://doi.org/10.14393/ufu.di.2024.5134>
Inclui bibliografia.
Inclui ilustrações.

1. Qualidade ambiental. I. Corrêa, Guilherme Resende, 1981-,
(Orient.). II. Campos, Prímula Viana, 1987-, (Coorient.). III. Universidade
Federal de Uberlândia. Programa de Pós-graduação em Qualidade
Ambiental. IV. Título.

CDU: 574

André Carlos Francisco
Bibliotecário Documentalista - CRB-6/3408



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
 Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Qualidade Ambiental
 BR 050, Km 78, Bloco 1CCG, Sala 206 - Bairro Glória, Uberlândia-MG, CEP 38400-902
 Telefone: (34) 2512-6717 - www.ppgmq.iciag.ufu.br - ppgmq@iciag.ufu.br



ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em:	Qualidade Ambiental (PPGMQ)				
Defesa de:	Dissertação de Mestrado Acadêmico, 05/2024, PPGMQ				
Data:	27 de maio de 2024	Hora de início:	18:00	Hora de encerramento:	21:00
Matrícula do Discente:	12212MQA019				
Nome do Discente:	Siomar Maria Resende				
Título do Trabalho:	Avaliação da recuperação de áreas hidromórficas: vegetação e solo à montante do abastecimento público de Uberlândia, Minas Gerais, Brasil				
Área de concentração:	Meio Ambiente e Qualidade Ambiental				
Linha de pesquisa:	Monitoramento e Gestão Ambiental				
Projeto de Pesquisa de vinculação:	PRPRIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS E MORFOLÓGICAS DE SOLOS HIDROMÓRFICOS CONTROLANDO A OCORRÊNCIA DE ESPÉCIES VEGETAIS NATIVAS NO TRIÂNGULO MINEIRO				

Reuniu-se por meio de web conferência, a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Qualidade Ambiental (PPGMQ), assim composta: Prof. Dr. Guilherme Resende Corrêa (Orientador); Prof. Dr. Hugo Galvão Candido (UFV), Prof. Dr. Diogo Costa Nascimento (CEFET-MG) e Prof. Dr. Eduardo Osório Senra (UFU).

Iniciando os trabalhos o presidente da mesa Prof. Dr. Guilherme Resende Corrêa apresentou a Comissão Examinadora e a candidata, agradeceu a presença do público, e concedeu a Discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação da Discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do Programa.

A seguir o senhor presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos examinadores, que passaram a arguir a candidata. Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando a candidata:

Aprovada

Esta defesa faz parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre.

O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna da UFU.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata que após lida foi assinada pela Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Guilherme Resende Correa, Professor(a) do Magistério Superior**, em 15/07/2024, às 12:05, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Eduardo Osório Senra, Professor(a) do Magistério Superior**, em 17/07/2024, às 16:50, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Hugo Galvão Candido, Usuário Externo**, em 23/07/2024, às 14:44, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Diogo Costa Nascimento, Usuário Externo**, em 23/07/2024, às 18:31, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **5521911** e o código CRC **4789DE24**.

Referência: Processo nº 23117.043973/2024-15

SEI nº 5521911

Dedico este trabalho ao meu esposo,
pelo estímulo, carinho e compreensão.

AGRADECIMENTOS

A Deus que me deu forças para concluir este projeto. Senti sua presença ao meu lado durante todo o projeto de pesquisa.

A todos os professores do programa de pós-graduação em Qualidade Ambiental, que durante esse período de formação mostraram-se disponíveis para orientar no que fosse necessário.

Aos professores e professoras que tive a honra de aprender ao longo de todo o percurso acadêmico para o meu desenvolvimento pessoal e científico em especial a professora Dr^a Adriane que sempre me orientou e apoiou no que fosse preciso.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pelo fomento, apoio financeiro e consolidação do programa de pós-graduação stricto sensu em Qualidade Ambiental e demais programas no Brasil.

À Universidade Federal de Uberlândia (UFU), à Pró-reitora de Pesquisa e Pós-Graduação (PROPP-UFU), ao Instituto de Ciências Agrárias (ICIAG) e ao Programa de Pós-Graduação em Qualidade Ambiental – UFU pelo incentivo a pesquisa e ao desenvolvimento sustentável e ambiental.

Ao meu orientador professor Dr. Guilherme Resende Corrêa pela oportunidade, orientação, presteza e compreensão durante elaboração desse trabalho, sempre demonstrando interesse e disponibilidade para as conversas em busca da melhor solução para as dúvidas levantadas ao longo da pesquisa.

A minha coorientadora, Prímula Viana Campos, pela orientação e disponibilidade em todos os momentos, tanto no trabalho de campo quanto na escrita (tabulação dos dados de florística). Agradeço pela sua compreensão e carinho prestados em tantos momentos adversos neste trabalho.

Ao professor Dr. Ednaldo que gentilmente ajudou-me e orientou a tabular os dados estatístico da pesquisa de solo.

Aos amigos um agradecimento especial, ao Gabriel, Diogo e Prímula que sempre participaram do trabalho de campo com muito afinho e por estarem sempre presentes nas conversas e descontração durante o tempo dedicado a este trabalho e me incentivar mesmo com a correria dos seus estudos sempre acharam um tempo para me auxiliar na elaboração

deste. E por fim, a todos do Laboratório (LAPEP) da Universidade Federal de Uberlândia – Instituto de Geografia – que de uma maneira ou outra contribuíram para que esta pesquisa fosse realizada.

Ao meu amigo de trabalho Geraldo Sílvio pelo apoio, conselhos, conversas, incentivo e orientação técnica.

Ao meus amigos de trabalho e curso Fernando, Elaine e Sueli pelos encontros, desabafos, conselhos, conversas e aprendizados. Há Sueli quantas ligações, praticamente conversávamos todos os dias tanto quanto para trocas de experiências e para nos acalmar e acalantar nos dando força para prosseguir a caminhada.

A minha família em especial aos meus pais e minha irmã pela compreensão nos momentos de ausência.

Ao meu esposo Aziz Rodrigues Ferreira pelo amor, carinho e compreensão incondicional em todos os momentos vivenciados. Por me apoiar e incentivar ultrapassar todos os obstáculos presentes nesta caminhada. Essa conquista também é sua.

Ao DMAE representado pelo Diretor Geral Renato Machado de Rezende e a Diretora de Meio Ambiente e Sustentabilidade na pessoa da Maria do Rosário pelo apoio prestado a realização desse mestrado e pesquisa. Agradeço em especial, a Gerência Ambiental na pessoa do Masterson pela sua colaboração e orientação técnica e aos demais Celismar, Priscilla e Cláudio pelo apoio.

SUMÁRIO

RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	ii
1 INTRODUÇÃO.....	14
1.1 Objetivos.....	18
1.1.1 Objetivo Geral.....	18
1.1.2 Objetivos específicos.....	19
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	20
2.1 Veredas.....	20
2.2 Programa Buriti e Projeto Técnico de Restauração Florestal (PTRF).....	21
2.3 Relação solo-vegetação.....	25
2.4 Serviços ecossistêmicos.....	27
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	29
3.1 Área de estudo.....	29
3.2 Coleta de dados.....	41
3.2.1 Coleta florística.....	41
3.2.2 Coleta de solos.....	42
3.3 Análise de dados.....	42
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	48
4.1 Composição florística e riqueza de espécies.....	48
4.2 Estrutura da comunidade.....	55
4.3 Caracterização edáfica.....	56
4.4 Relação solo-vegetação.....	60
5 CONCLUSÃO.....	63
.....	
.....	66
ANEXO A.....	75

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Diagrama de serviços ecossistêmicos	308
Figura 2 - Mapa das áreas com vegetação nativa preservada e em recuperação pelo programa Buriti dos plantios.....	400
Figura 3 - Áreas em recuperação (vermelho) plantio 2009, 2012 e 2015 pelo Programa Buriti, com suas áreas adjacentes (azul).....	37
Figura 4 - Áreas em recuperação (vermelho) plantio 2009, 2012 e 2015 pelo Programa Buriti, com suas áreas adjacentes (azul).....	37
Figura 5 - Áreas em recuperação (vermelho) plantio 2009, 2012 e 2015 pelo Programa Buriti, com suas áreas adjacentes (azul).....	37
Figura 6 - Vereda com a presença da palmeira de buriti	38
Figura 7 - Solos úmidos.....	38
Figura 8 - Mata Galeria	39
Figura 9 - Mata Galeria.....	39
Figura 10 - Mata Galeria.....	39
Figura 11 - Avaliação multitemporal das áreas de estudo. (A) Área 1: Beija Flor-Plantio 2015 e no ano de 1964 com sua fitosfisionomia original. (B) Área 2: Rancho Queimado-Plantio 2012 e no ano de 1964 com sua fitosfisionomia original. (C) Área 3: Fazenda Rocinha.....	40
Figura 12 - Diagrama de Venn de espécies exclusivas e compartilhadas entre banco de dados de DMAE, os remanescentes amostrados no ano de 2022 (Remanescente Plantio-2009-2012-2015) e as áreas que receberam os plantios (Fazenda Rocinha-Plantio 2009; Rancho Queimado.....	53
Figura 13 - Diagrama de ordenação da análise de NMDS das áreas em recuperação e remanescentes amostradas.....	54
Figura 14 - Correlograma dos atributos do solo das áreas em recuperação e remanescentes. Legenda: Ds: Densidade do solo; Dp: Densidade de partículas; MO: Matéria orgânica.....	58
Figura 15 - Análise de componentes principais (PCA) para as variáveis edáficas das diferentes áreas em regeneração e remanescentes na Bacia do rio Uberabinha, Minas Gerais, Brasil. O nível de correlação de Pearson de cada vetor é indicado como \cos^2 . Ds: Densidade do solo; Dp: Densidade de partículas; MO: Matéria orgânica.....	59
Figura 16 - Análise de correspondência canônica (CCA), abundância de espécies e parcelas em função das variáveis edáficas, áreas em regeneração e remanescentes na Bacia do Rio Uberabinha, Minas Gerais, Brasil.....	61

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Fitossociológicos estimados das espécies amostradas nas áreas recuperadas da Fazenda Rocinha	31
Tabela 2: Remanescentes da Fazenda Rocinha	32
Tabela 3: Fitossociológicos estimados das espécies amostradas nas áreas recuperadas do Rancho Queimado.....	33
Tabela 4: Remanescentes do Rancho Queimado.....	34
Tabela 5: Fitossociológicos estimados das espécies amostradas nas áreas recuperadas no Beija Flor.....	35
Tabela 6: Remanescentes do Beija Flor	35
Tabela 7 – Parâmetros físico-químicos do solo da área de recuperação da Fazenda Beija Flor, 2015.....	44
Tabela 8 – Parâmetros físico-químicos do solo da área de recuperação da Fazenda do Onça, 2012.....	44
Tabela 9 – Parâmetros físico-químicos do solo da área de recuperação da Fazenda Rocinha, 2009.....	45
Tabela 10 – Parâmetros físico-químicos do solo da área remanescente da Fazenda Beija Flor.....	45
Tabela 11 – Parâmetros físico-químicos do solo da área remanescente da Fazenda Rancho Queimado.....	46
Tabela 12 – Parâmetros físico-químicos do solo da área remanescente da Fazenda Rocinha.....	46
Tabela 13: Espécies plantadas nas áreas em recuperação em 2009 pelo Programa Buriti.....	49
Tabela 14: Espécies plantadas nas áreas em recuperação em 2012 pelo Programa Buriti.....	50
Tabela 15: Espécies plantadas nas áreas em recuperação em 2012 pelo Programa Buriti.....	51
Tabela 16 - Teste de Tukey, Scott Not e Kruskal-Wallis para os atributos do solo das áreas em recuperação e remanescentes	577

RESUMO

O Programa Buriti, destinado à recuperação e conservação dos recursos hídricos da cidade de Uberlândia, integra ações que envolvem educação ambiental, recuperação de nascentes e veredas, bem como recomposição de matas ciliares. Essas ações foram realizadas nos anos de 2009, 2012 e 2015, à montante da captação do abastecimento público da cidade de Uberlândia, com a introdução de espécies nativas do cerrado. A importância deste trabalho reside na avaliação e comparação da diversidade florística e das propriedades do solo em áreas de preservação permanente (APP) recuperadas pelo Programa Buriti, contribuindo para a conservação dos recursos hídricos e biodiversidade. Ao investigar a relação entre solo e vegetação, o estudo auxilia na implementação de ações mais eficazes para a restauração ecológica, promovendo a sustentabilidade dos corpos hídricos e fornecendo dados cruciais para monitorar os efeitos da recuperação ambiental ao longo do tempo. Os objetivos deste trabalho foram avaliar e comparar a heterogeneidade florística e estrutural de diferentes Áreas de Preservação Permanente (APP) do Programa Buriti com áreas remanescente adjacentes, assim como investigar se as propriedades físicas e químicas do solo influenciam a distribuição das espécies vegetais. Foram selecionadas três áreas isoladas com plantios realizados nos anos de 2009, 2012 e 2015 para comparação com três áreas nativas adjacentes. Em cada área de plantio e de vegetação nativa, foram alocadas dez parcelas de 10 × 10 metros, totalizando 60 parcelas. Amostras de solo (0-20 cm de profundidade) foram submetidas às análises químicas e físicas. A similaridade florística entre as diferentes áreas foi calculada por meio do índice de *Jaccard*. Para analisar a variabilidade da composição de espécies, foi empregado o método de escalonamento multidimensional não métrico. Parâmetros fitossociológicos de densidade, dominância e frequências absolutas e relativas, assim como o valor de importância, foram avaliados. Os índices de diversidade de Shannon-Wiener, Simpson e equabilidade de Pielou foram calculados. As propriedades físicas e químicas do solo foram resumidas por meio da Análise de Componentes Principais. Para avaliar uma possível relação entre variáveis edáficas e a abundância das espécies, foi empregada a análise de correspondência canônica. Avaliação de comunidades vegetais e/ou do solo em áreas degradadas em processo de recuperação, especialmente em veredas e matas de galerias, é um trabalho essencial, uma vez que permite implementar ações que podem beneficiar a manutenção dos corpos hídricos e a criação de um banco de dados florísticos que permitam acompanhar os benefícios da restauração. Os resultados revelaram baixa similaridade florística entre áreas em recuperação e remanescentes, indicando que as espécies plantadas não foram adequadamente escolhidas para as condições ecológicas locais. A diversidade foi baixa em todas as áreas, sugerindo degradação devido a atividades agrícolas. Além disso, a densidade do solo e a matéria orgânica foram influenciadas principalmente pela natureza do solo, não pelo manejo. Esses resultados destacam a necessidade de um melhor planejamento na escolha de espécies e de um monitoramento de longo prazo para aprimorar as estratégias de regeneração no Cerrado, visando uma conservação mais eficaz.

Palavras-chaves: Áreas Recuperadas; Veredas; Relação Solo-Vegetação; Rio Uberabinha; Ribeirão Bom Jardim; Serviços Ecossistêmicos.

ABSTRACT

The Buriti Program, destined to the recovery and preservation of hydric resources in the city of Uberlândia, integrates actions which involve environmental education, the recovery of springs, footpaths, and riparian forests. These actions were accomplished in the years of 2009, 2012 and 2015, upstream the public supply catchment for the city of Uberlândia, with the introduction of native Cerrado species. The importance of this paper lies on the evaluation and comparison of the floristic diversity and soil properties in permanent preservation areas (PPA) recovered by the Buriti Program, contributing to the preservation of hydric resources and biodiversity. While investigating the relation between soil and vegetation, the studies helps implementing more efficient actions regarding ecological restoration, promoting the sustainability of water bodies and delivering crucial data to monitor the effects of environmental preservation along the years. The objectives of this paper were to evaluate and compare the floristic and structural heterogeneity of different Permanent Preservation Areas (PPA) of the Buriti Program with adjacent remnant areas, as well as to investigate whether the physical and chemical properties of the soil influence the distribution of plant species. Three isolated areas with plantations in the years of 2009, 2012 and 2015 were selected for comparison with three adjacent native areas. In each native vegetation planting area, ten portions of 10 x 10 meters were assigned, totaling 60 portions. Soil samples (0 - 20 cm depth) were subjected to chemical and physical analysis. The floristic similarity among the different areas was calculated through *Jaccard* index. To analyze the variability of the species composition, the non-metric multidimensional scaling method was applied. Phytosociological parameters of density, dominance and absolute and relative frequency, as well as the importance value were evaluated. The diversity indexes by Shannon-Wiener, Simpson and equity by Pielou were calculated. The physical and chemical properties of the soil were resumed through Principal Component Analysis. To evaluate a possible relation between edaphic variables and the abundance of species, the canonical correlation analysis was used. The evaluation of vegetation and/or soil communities in degraded areas in the recovery process, especially in footpaths and gallery forests, is an essential work, once it allows us to implement actions which may benefit the maintenance of water bodies and the creation of floristic database that allow us to monitor the restoration benefits. The results revealed low floristic similarity between recovery and remaining areas, indicating that planted species were not properly chosen according to the local ecological conditions. The diversity was low in all the areas, suggesting degradation due to agricultural activities. Furthermore, the soil density and the organic matter were influenced especially by the nature of the soil, not by

its management. These results show the need to a better planning and choice of species, as well as a long-term monitoring to improve regeneration strategies of the Cerrado, aiming a more efficient preservation.

Keywords: recovered areas; footpaths, soil-vegetation relation, Uberabinha river; Bom Jardim riverside; ecosystems services.

1 INTRODUÇÃO

O cerrado é o segundo maior bioma brasileiro, um hotspot mundial de biodiversidade, abriga importantes bacias hidrográficas e várias fitofisionomias com formações florestais, savânicas e campestres que desempenham importantes funções ambientais como repositórios naturais de carbono, água e biodiversidade (Moreira *et al.*, 2021). No entanto, o cerrado está ameaçado pelo desmatamento e degradação devido à expansão do agronegócio e agricultura com uma perda de 46% da sua área nativa (Lahasen *et al.*, 2016; 2020, Trigueiro *et al.*, 2020). Este bioma localiza-se principalmente no Planalto Central do Brasil, abrangendo as regiões dos estados da Bahia, Maranhão, Goiás, Mato Grosso do Sul, Bahia, Mato Grosso, Minas Gerais, Piauí, Rondônia, São Paulo, Tocantis e Distrito Federal (Júnior; Araújo, 2007).

Em Minas Gerais estima-se que 70 % do cerrado está alterado principalmente pela pecuária, carvoeiras, agroindústria, e pelo reflorestamento com espécies exóticas (Martins, 2000), além disso, outras atividades humanas geradora de perda da biodiversidade presentes na região, incluindo a urbanização, agricultura e a construção de usinas (Pedrosa, 2014).

No Triângulo Mineiro a degradação ambiental é bastante crítica, pelo uso intenso do solo, principalmente pela lavoura que tem substituído a vegetação original, restando apenas fragmentos do Cerrado em áreas não agricultáveis (Pedrosa, 2014).

A degradação ambiental é a perda de qualidade dos elementos do meio como ar, solo e água, pela intervenção humana. De acordo com a lei nº 6938 art. 3º inciso II define como: “degradação da qualidade ambiental, a alteração adversa das características do meio ambiente”. Dentre as principais ações antrópicas de forma descontrolada que impacta diretamente os recursos naturais podem se citar: despejo de águas residuais domésticas e industriais, de práticas agrícolas inadequadas (Coletta; Vasconcellos, 2022), crescimento desordenado das áreas urbanas, queimadas, irrigação e manejo inadequado dos solos. (Moraes; Jordão, 2002).

De acordo com Guimarães *et al.* (2013), um dos fatores que contribuem diretamente para a alteração dos parâmetros da qualidade e quantidade da água é a degradação do solo, principalmente pela ausência de cobertura vegetal e intensificação de atividades agrícolas sem o manejo adequado. A antropização acelerada tem levado a inúmeros impactos negativos, desde a fragmentação, perda de habitat e biodiversidade (MEA, 2005), e mudanças nos fluxos das funções e dos serviços ecossistêmicos oferecidos pelo bioma cerrado (Carvalho, 2021). Com essas perdas os ecossistemas tem se tornado cada vez mais frágeis e incapazes de sustentar

os processos ecológicos básicos que suportam a vida no planeta terra (NAEEM *et al.*, 1997).

Com há crescente demanda dos recursos naturais o conceito de serviços ecossistêmicos foi preconizado nos meados dos anos 2000, pela Avaliação Ecossistêmica do Milênio (Hassen *et al.*, 2005), com intuito de avaliar as consequências das alterações dos serviços ecossistêmicos no bem estar do ser humano. A implementação de processos de recomposição do solo torna-se crucial para a preservação e conservação dos recursos hídricos, tanto em termos de quantidade, quanto de qualidade (Holanda *et al.*, 2010). Diante desse cenário, o restabelecimento da vegetação em áreas degradadas emerge como uma medida de extrema importância, visando ao equilíbrio, funcionamento e sustentabilidade desses ecossistemas, diminuindo assim os impactos gerados pela ação antrópica (Holanda *et al.*, 2010).

A restauração de áreas degradadas são processos que possibilitam ao ambiente reconstituir suas características físicas, químicas e/ou biológicas próximas ao estado original, incluindo a vegetação, fauna e micro-organismos, com o restabelecimento da sua estrutura e toda dinâmica das comunidades existentes (Souza; Gonçalves 2019). De acordo com Pereira e Figueiredo (2018), é fundamental que o processo de recuperação das áreas degradadas disponha das condições mínimas necessárias para a regeneração e desenvolvimento da vegetação. As matas ciliares e as veredas contribuem para a conservação da qualidade e disponibilidade dos recursos hídricos, estando diretamente relacionadas com a vegetação e o equilíbrio dinâmico do meio ambiente (Aquino *et al.*, 2015).

As áreas de matas ciliares e veredas, caracterizadas por possuírem nascentes, são protegidos por lei, sendo designadas como Áreas de Preservação Permanentes (APP) (Brasil, 2012). Entretanto, a intensificação da ação antrópica tem provocado sua degradação, especialmente às veredas, que apresentam um elevado grau de degradação devido à forte pressão sobre os seus recursos (Faxina, 2019). Segundo a Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012, as Áreas de Preservação Permanente são importantes para manter e preservar os recursos hídricos, a fauna e flora, assim como a diversidade dos ecossistemas e o fluxo gênico, além disso, têm como função conservar o solo para manter em equilíbrio todas as comunidades existentes nesse meio e assegurar o bem-estar dos seres humanos (Brasil, 2012; Faxina, 2019).

Portanto, devido ao exposto, estudos relacionados às APPs são de extrema relevância, visto que essas áreas possuem baixa capacidade de resiliência frente aos impactos ambientais negativos, como degradação. Na cidade de Uberlândia (MG), há uma carência de estudos relacionados às APPs, sobretudo àquelas localizadas à montante das nascentes de abastecimento público da cidade, sendo que, devido à sua importância ecológica e para a preservação dos

corpos hídricos relacionadas, promovem a conservação dos ecossistemas a elas associados (Santos, 2021).

O monitoramento do Programa Buriti objetiva, conforme a Lei Municipal nº 10.066/2008, e suas alterações por meio das Leis Ordinárias nº 11.806/2014 e nº 12.736/2017 (Uberlândia, 2014; 2017), garantir a proteção e recuperação das Áreas de Preservação Permanente nas propriedades rurais localizadas à montante das captações de água, Sucupira e Bom Jardim, responsáveis pelo abastecimento público da cidade de Uberlândia (Uberlândia, 2008). O objetivo da preservação e conservação da água e do solo é garantir a qualidade e quantidade dos recursos hídricos da bacia.

18.2. A água é necessária em todos os aspectos da vida. O objetivo geral é assegurar que se mantenha uma oferta adequada de água de boa qualidade para toda a população do planeta, ao mesmo tempo em que se preserve as funções hidrológicas, biológicas e químicas dos ecossistemas, adaptando as atividades humanas aos limites da capacidade da natureza e combatendo vetores de moléstias relacionadas com a água. Tecnologias inovadoras, inclusive o aperfeiçoamento de tecnologias nativas, são necessárias para aproveitar plenamente os recursos hídricos limitados e protegê-los da poluição (Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, 1995, p. 267).

Apesar de no documento produzido na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, na cidade do Rio de Janeiro no ano de 1992, denominada de Agenda 21, aponte que o acesso à água para toda população do planeta deve ser garantido, ainda não se pode concluir que o acesso à esse recurso está garantido. No ano de 2006, no Relatório de Desenvolvimento Humano (RDH), houve referência explícita a tal direito: “A água, a essência da vida e um direito humano básico, encontra-se no cerne de uma crise diária que afeta vários milhões das pessoas mais vulneráveis do mundo - uma crise que ameaça a vida e destrói os meios de subsistência a uma escala arrasadora” (PNUD, 2006, p. 1).

Portanto, este tipo de avaliação torna-se importante para fornecer subsídios ao Departamento Municipal de Água e Esgotos (DMAE) e órgãos responsáveis associados, a fim de adotar uma gestão política para a melhoria da qualidade da água dos corpos hídricos, por meio da implementação de medidas mitigadoras seguras. Assim, uma análise do Programa Buriti na bacia hidrográfica do rio Uberabinha proporcionará uma avaliação do trabalho realizado pelas gestões municipais e mostrar os resultados já alcançados, dando subsídios para os órgãos competentes para o cumprimento da lei, além de garantir uma água de qualidade para a população. Devido à complexidade inerente à avaliação da conservação, qualidade e quantidade

da água e, considerando que a água é um dos recursos mais importantes para a sustentação da vida no planeta, o presente trabalho pretende contribuir com a busca do conhecimento através da avaliação de comunidades vegetais e/ou do solo em áreas degradadas em processo de recuperação, em específico nas veredas, matas galerias e matas ciliares. Trata-se de um trabalho essencial que possibilitará o acompanhamento dos benefícios da restauração local, bem como permitirá implementar ações que podem beneficiar a manutenção dos corpos hídricos na região.

As veredas, matas galerias e matas ciliares apresentam importância na paisagem, garantindo um gradiente de ambientes capazes de prover serviços ecossistêmicos para o bem estar humano. A Cobertura vegetal traz infinitos benefícios para o solo e a água como auxiliar no controle dos processos erosivos pela infiltração da água no solo, e paralelamente a serrapilheira depositadas no solo pode ajudar a diminuir o carreamento de sedimentos para o leito do rio e nascentes, além de proteger o solo e ser um componente importante na ciclagem de nutrientes pela decomposição (Odum; Barret, 2005), funciona como isolante térmico por ser um compartimento de armazenamento de água, apesar de pouca capacidade em termos de quantidade, contribui para redução e manutenção de microclima estável na superfície do solo propiciando condições para germinação de sementes e de espécies nativas recém-germinadas (Moraes *et al.*, 1999).

Assim, o DMAE - Departamento Municipal de Água e Esgoto instituiu o Programa Buriti pela Lei nº 10.066, de 15 de dezembro de 2008, alterada pela Lei nº 11.806/2014 e Lei nº 12.736 de 2017 (Prefeitura de Uberlândia, 2022), em cumprimento à Lei Estadual nº 12.503, de 1997. A autarquia apoia os produtores rurais em ações de proteção e recuperação das nascentes do rio Uberabinha, ribeirão Bom Jardim e rio Araguari. Cada produtor rural se torna um “Conservador de Água”. O DMAE trabalha em conjunto com algumas entidades e empresas como a Archer Daniels Midland Company (ADM), Confederação Nacional das Cooperativas Médicas (UNIMED), Comitê de Bacias Hidrográficas de Araguari (CBH), Pequena Central Hidrelétrica Dias (PCH) e Instituto Estadual de Floresta (IEF).

Portanto, o Programa Buriti ajuda na conservação e manutenção dos serviços ecossistêmicos através do controle da erosão, controle de escoamento superficial, armazenamento de carbono, manutenção da qualidade da água e do solo, manutenção da biodiversidade pela sua atuação à montante das nascentes na bacia do rio Uberabinha, sub bacia Ribeirão bom Jardim e Rio Araguari através de suas atividades de cercamento das APPs, recomposição vegetal, e/ ou conservação do solo (barraginhas, terraceamento e readequação de estradas),

O Programa Buriti executou, desde 2008, o plantio de 499 mil mudas de espécies nativas do cerrado nas Áreas de Preservação Permanente, além de ter instalado 595 mil metros lineares de cercas e 7 mil horas-máquinas de trabalho, incluindo a construção de barraginhas, terraceamento, curva de nível e readequação de estradas vicinais. Com todas estas atividades, aproximadamente 6.5 mil hectares de Área de Preservação de Permanente foram preservados em parceria com os produtores rurais (Uberlândia, 2008).

Dessa forma, este tipo de avaliação torna-se importante para fornecer subsídios ao Departamento Municipal de Água e Esgotos (DMAE) e órgãos responsáveis associados, a fim de adotar uma gestão política para a melhoria da qualidade da água dos corpos hídricos, por meio da implementação de medidas mitigadoras seguras. Assim, uma análise do Programa Buriti na bacia hidrográfica do rio Uberabinha proporcionará uma avaliação do trabalho realizado pelas gestões municipais e mostrar os resultados já alcançados, dando subsídios para os órgãos competentes para o cumprimento da lei, além de garantir uma água de qualidade para a população. Devido à complexidade inerente à avaliação da conservação, qualidade e quantidade da água e, considerando que a água é um dos recursos mais importantes para a sustentação da vida no planeta, o presente trabalho pretende contribuir com a busca do conhecimento através da avaliação de comunidades vegetais e/ou do solo em áreas degradadas em processo de recuperação, em específico nas veredas, matas galerias e matas ciliares . Trata-se de um trabalho essencial que possibilitará o acompanhamento dos benefícios da restauração local, bem como permitirá implementar ações que podem beneficiar a manutenção dos corpos hídricos na região.

Portanto, parte-se da hipótese que as Áreas de Preservação Permanente (APP) restauradas pelo Programa Buriti apresentam uma composição florística e estrutural menos diversa em comparação com as áreas nativas adjacentes, e essa diferença é influenciada pelas propriedades físicas e químicas do solo. No entanto, com o tempo de recuperação, as áreas restauradas tendem a convergir em estrutura e diversidade para as características observadas nas áreas nativas, especialmente quando as propriedades edáficas são favoráveis à perpetuação das espécies vegetais.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

Avaliar e comparar a composição florística e estrutural de diferentes Áreas de Preservação Permanente (APP) restauradas pelo Programa Buriti, localizadas à montante das nascentes de abastecimento público da cidade de Uberlândia, com áreas nativas preservadas em áreas adjacentes; além disso, investigar se as propriedades físicas e químicas do solo influenciam a perpetuação e manutenção das espécies vegetais.

1.1.2 Objetivos específicos

- a) Comparar os avanços temporais nas áreas que estão em processo de recuperação pelo Programa Buriti na Fazenda Rocinha-Plantio 2009; Rancho Queimado-Plantio 2012 e Beija Flor- Plantio 2015, em relação à composição florística e riqueza de espécies;
- b) Comparar as áreas que estão em processo de recuperação pelo Programa Buriti Fazenda Rocinha-Plantio 2009; Rancho Queimado-Plantio 2012 e Beija Flor- Plantio 2015 com o banco de dado pré-existente do DMAE dos plantios executados nos anos de 2009, 2012 e 2015, em relação à composição florística e riqueza de espécies;
- c) Avaliar a estrutura fitossociológica das áreas correspondentes à Fazenda Rocinha-Plantio 2009; Rancho Queimado-Plantio 2012 e Beija Flor-Plantio 2015, bem como das três áreas nativas adjacentes;
- d) Comparar as propriedades físicas e química dos solos das áreas correspondentes à Fazenda Rocinha-Plantio 2009; Rancho Queimado-Plantio 2012 e Beija Flor-Plantio 2015 com as três áreas nativas adjacentes;
- e) Avaliar a relação entre as propriedades edáficas e estrutura da vegetação nas três áreas em recuperação pelo programa Buriti (2009, 2012 e 2015) e nas três áreas nativas adjacentes.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Veredas

O estado de Minas Gerais preza por seus recursos hídricos, que funcionam como o berço da fauna. Algumas obras de um dos mais renomados escritores brasileiros, João Guimarães Rosa, como “*Sagarana*” (1946), “*Grande Sertão Veredas*” (1956) e “*Tutameia – Terceiras Estórias*” (1967), descreveram em suas caminhadas os recursos hídricos, a fauna, a flora e a vida do povo do lugar. Para Guimarães Rosa, pela sua forte ligação com o sertão urucuiano, as veredas foram descritas da seguinte forma:

[...] por entre as chapadas separando-as (ou, às vezes, mesmo no alto, em depressões no meio das chapadas) há as veredas. São vales de chão argiloso ou turfo-argiloso, onde aflora a água absorvida. Nas veredas, há sempre o Buriti. De longe a gente avista os Buritis, e já se sabe: lá se encontra água. As veredas são sempre férteis. Cheias de animais, de pássaros (Rosa, 1956, p. 41).

As veredas na mesorregião do Triângulo Mineiro se caracterizam geomorfologicamente por estarem localizadas em superfícies de chapadas e arenitos do Grupo Bauru (Carvalho, 1991). Nas veredas dos chapadões de cobertura detrito-laterítica, predominam Organossolos Mésicos, Gleissolos Melânicos e Háplicos, enquanto que, nas veredas no Grupo Bauru, ocorrem Gleissolos em todos os segmentos da vegetação que correspondem a subsistemas típicos do cerrado, com solos hidromórficos (Santos, 2021). Em seu entorno, possuem campos típicos úmidos formado por espécies arbustivos e herbáceas e, nos vales adjacentes, solos encharcados e brejosos (Carvalho, 1991; Brasil, 2012). Estes ambientes são caracterizados principalmente pela presença da palmeira *Mauritia flexuosa* L.f. (Buriti) que ocorre geralmente na porção mais alagada da vereda. A maior parte dessa comunidade é ocupada por uma densa vegetação herbácea, principalmente por espécies das famílias Cyperaceae, Eriocaulaceae e Poaceae, bem como, por um estrato arbustivo e subarbustivo compostos por espécies das famílias Melastomataceae e Rubiaceae (Carvalho, 1991).

As veredas são consideradas como corredores ecológicos por conectar diferentes ambientes, o que possibilita o fluxo gênico e o movimento de toda a biota, incluindo a dispersão de espécies, inclusive servem como áreas de descanso para os animais e são de grande importância para a conservação do solo (Santos *et al.*, 2018). Assim, verifica-se a importância

da preservação dessas áreas onde ocorrem as veredas em face da sua importância ecológica e ambiental. Segundo Pereira e Figueiredo (2018), elas desempenham uma função de filtro ambiental, regulando o fluxo de água, matéria orgânica e nutrientes, armazenando carbono no solo e atuando na purificação da água pela degradação de contaminantes decorrentes de atividades microbianas.

De acordo com Carvalho (1991) e Santos *et al.* (2018), as veredas possuem quatro estágios que se caracterizam pela sua formação geológica e pela paisagem florística. Sua gênese é condicionada por três fatores físicos principais: presença de relevo plano, um substrato geológico composto por camadas de permeabilidades diferenciadas, e um clima caracterizado por duas estações bem definidas. Boa Ventura (2007) associa a formação das veredas à existência de superfície de aplainamento, à superposição de camadas geológicas litificadas e ao nível de base local.

Os solos de veredas geralmente sofrem com a ação antrópica devido às atividades agrícola e, principalmente, ao uso intenso dessas áreas. Devido à sua fragilidade, o solo pode sofrer vários danos, tais como: assoreamento, rebaixamento do lençol freático, conseqüentemente, redução no volume de água e perda da qualidade de água com maior deposição de sedimentos (Ramos *et al.*, 2006).

Portanto, as veredas podem perder suas características de solos encharcados (hidromórfico), vegetação formada por um tapete de gramíneas (capim hidrófilo), vegetação herbácea e circundados por Buritis (*Mauritia flexuosa*) em função das atividades humanas (Santos *et al.*, 2018; Faxina, 2019). Diante disso, é crucial preservar e recompor as Áreas de Preservação Permanente (veredas e mata ciliares) por meio de técnicas de restauração ambiental. Essa abordagem é fundamental para proteger a fauna, flora e os recursos hídricos, com vistas a manter o equilíbrio do ecossistema como um todo.

2.2 Programa Buriti e Projeto Técnico de Restauração Florestal (PTRF)

Para a recuperação das áreas ambientais na cidade de Uberlândia (MG), foi instituído o Programa Buriti por meio da Lei municipal nº 10.066/2008, alterada pela Lei nº 11.806/2014 e pela Lei nº 12.736 de 2017 (Uberlândia, 2008), baseada na Lei nº 12.651 do Código Florestal (Brasil, 2012). Com relação à execução do referido programa, foi elaborado o Projeto Técnico de Restauração Florestal (PTRF), que inclui todas as etapas desenvolvidas ao longo do processo.

Um das etapas que direciona o projeto é o histórico ambiental de toda a área. Dentro desse estudo ambiental, são determinadas as atividades para a conservação do solo na zona rural do município de Uberlândia, que estão inseridas no programa, em uma distância de até 70 km do perímetro urbano, à montante dos locais de captação de água para o abastecimento público da cidade (Uberlândia, 2008). Dentre as atividades desenvolvidas pelo Programa Buriti para recuperação das Áreas de Preservação Permanente, estão o terraceamento, a construção de barraginhas, o nivelamento de curvas e/ou cercamento da área, a readequação de estradas vicinais, o plantio das espécies nativas do cerrado e a manutenção por cinco anos das áreas que foram recompostas, principalmente o controle de formigas (Uberlândia, 2021)¹.

De acordo com Besen *et al.* (2018) e Souza (2021), o terraceamento e as barragens de contenção de água pluvial contribuem para minimizar o carreamento de solo para as APPs e, conseqüentemente, contribuem para aumentar a qualidade da água. Além disso, favorecem a infiltração hídrica no perfil do solo, diminuem a velocidade da água, bem como no arraste de nutrientes do solo, destruição da microbiota e da matéria orgânica.

A Lei nº 12.651 Código Florestal (Brasil, 2012), em seu artigo 4º inciso I, dispõe sobre a proteção de vegetação nativa em áreas de APP sem zonas rurais:

- I- As faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de:
- a) 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;
 - b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;
 - c) 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;
 - d) 200 (duzentos) metros, para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;
 - e) 500 (quinhentos) metros, para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros; (Brasil, 2012).

O cercamento das Áreas de Preservação Permanente de veredas (nascentes e olhos d'água perenes) ocorre em um raio de 50 metros a partir do "barranco seco". Segundo Sartori (2015), o isolamento da área a ser recuperada é essencial para o crescimento da vegetação e

¹ Uberlândia. **Programa Buriti faz mais de 60 mil metros de cerca linear em 2019**. Uberlândia: Portal de Notícias da Prefeitura Municipal de Uberlândia, 2021. Disponível em: <https://www.uberlandia.mg.gov.br/2019/11/21/programa-buriti-faz-mais-de-60-mil-metros-de-cerca-linear-em-2019/>. Acesso em 10 maio 2024.

preservação do solo. De acordo com referido autor, o método utilizado são cercas com fios de arame, geralmente, lisos e com espaçamentos que permitam a passagem do fluxo da fauna desse ambiente.

A metodologia utilizada para a recomposição das espécies nativas do cerrado pelo Programa Buriti consiste no plantio de espécies em uma proporção de 50% pioneiras, 35% secundárias e 15% tardias, de acordo com cada área a ser recuperada (Uberlândia, 2008). Além disso, envolve a abertura de covas em curva de nível para evitar a ocorrência de erosão pela ação das chuvas, espaçamento do plantio de 3 × 3m com 1.100 mudas por hectares e o coroamento (raio de 0,9 a 1,0 m). Ademais, inclui a roçada nas linhas de plantio, em que o material roçado é deixado na área e é, posteriormente, usado para cobrir as covas, formando uma camada de matéria orgânica para maior proteção do solo, além de facilitar a infiltração de água e diminuir a erosão. De acordo com Sartori (2015), a serrapilheira acumulada mantém a umidade do solo por mais tempo em períodos secos, evitando a ação direta dos raios solares e a erosão causada pela chuva.

No Programa Buriti, o plantio e a manutenção das mudas foram divididos em duas etapas: a primeira, ocorrendo 60 dias após o plantio e, a segunda, no início do próximo período chuvoso (Coelho Junior *et al.*, 2018). Ambas as etapas incluem a capina da coroa, adubação (mistura de terra, calcário, esterco, adubo, bem como o uso do Hidrogel) e a substituição dos exemplares que não vingaram. Não se utiliza a capina química, mecanização e ferramentas nas referidas covas. Qualquer espécie nativa oriunda de regeneração natural que não seja invasora é preservada. As mudas são plantadas nas propriedades determinadas, de acordo com o Termo de Cooperação Mútua celebrado entre o produtor rural e o DMAE para fins de proteção das nascentes dos rios Araguari, Uberabinha e Bom Jardim, conforme determinado no Art. 2º da Lei Estadual nº 12.503/1997 (Minas Gerais, 1997), regulamentado pela Lei Municipal nº 10.066/2008, alterada pelas leis Municipais nº 11.806/2014 e nº 12.736/2017 (Uberlândia, 2008).

O Programa Buriti executa o PTRF de acordo com as técnicas recomendadas por vários autores, como Sartori (2015), Souza e Gonçalves (2019) e Martins, Zerbelli e Watzlawick (2016). No caso das áreas abertas, ou seja, sem indivíduo arbóreo quando se faz a delimitação da área, é realizado o plantio de enriquecimento para completar os espaços vazios. As inspeções são periódicas para evitar ataques de formigas nas mudas, pois estas não resistem ao desfolhamento até que estejam bem estabelecidas no local. Em caso de formigueiro, deve ser imediatamente exterminado utilizando formicidas biodegradáveis registrados e observando as

recomendações técnicas do fabricante, além do receituário agrônomo, conforme a legislação vigente.

Segundo Souza e Gonçalves (2019) e Sartori (2015), o Projeto Técnico de Restauração Florestal, para cumprir sua função e garantir a reconstituição e recomposição vegetal da área, deve ser mantido sob cuidados por cinco anos e ter um estudo de diagnóstico ambiental de toda a área da região. Isso inclui observação tipo de vegetação e o tipo de atividade desenvolvida na região, ou seja, o histórico da área em questão.

Para recuperar uma determinada área pelo Projeto Técnico de Restauração Florestal (PTRF) elaborado para o Programa Buriti, é necessário realizar um estudo de diagnóstico ambiental para avaliar o grau de degradação, o tipo de vegetação, as condições do solo e o histórico da área, além de identificar o potencial para regeneração natural, como a ocorrência de vegetação natural espontânea, matas preservadas e fontes de sementes (Souza; Gonçalves 2019). Com base no relatório desse diagnóstico ambiental e nas constatações do estado de degradação, torna-se prático definir a técnica de restauração mais adequada a ser aplicada, considerando o custo/benefício da atividade. De acordo com Souza e Gonçalves (2019), o diagnóstico ambiental é um dos parâmetros para avaliar a possibilidade de regeneração natural ao longo do tempo.

Em geral, são indicadas as seguintes abordagens para restauração: regeneração natural, plantio direto via semeadura e plantio de mudas de espécies arbustivo-arbóreas nativas da área. Essa última técnica é recomendada em locais onde ocorreram atividades antrópicas, como o desmatamento e/ou agricultura intensa, resultando na perda do poder de regeneração natural (Durigan *et al.*, 2011). Além disso, outra técnica utilizada é a nucleação que envolve a transposição do solo, utilização de poleiros artificiais, bem como abrigos para animais e flora (Rodrigues; Giulinatti; Pereira Júnior, 2020).

Segundo Rodrigues, Giulinatti e Pereira Júnior (2020), a técnica mais aplicada é a condução da regeneração natural, mesmo em áreas com histórico de pastagem. Essa técnica consiste no aproveitamento do poder regenerativo da vegetação por meio dos processos sucessionais naturais. De acordo com Durigan *et al.* (2011) e Sartori (2015), em uma mesma área podem ser aplicadas várias técnicas concomitantemente.

Ao se optar por uma ou mais estratégias de recuperação, devem ser tomadas algumas medidas para minimizar a degradação ambiental e obter sucesso na restauração, como o controle do fogo, o manejo do pisoteio de animais e das formigas. Além disso, o monitoramento é importante para avaliar se a técnica utilizada foi adequada e se está sendo bem sucedida. A

qualidade do solo pode ser analisada pelo atributos físicos e químicos onde avaliam a estrutura, a fertilidade e o teor de matéria orgânica. Por exemplo, a densidade e matéria orgânica do solo são consideradas indicadores potenciais para qualidade do solo, assim como o pH (Fockink, 2020). A composição florística, a diversidade e estrutura de comunidades, são características avaliadas em um monitoramento de restauração ecológica, sendo capazes de predizer o sucesso da recomposição vegetal, ou seja, a eficiência do Projeto Técnico de Restauração Florestal (Fockink, 2020).

2.3 Relação solo-vegetação

Segundo Kotchetkoff-Henriques, Joly e Bernacci (2005), o conhecimento do solo serve para determinar e indicar uma lista de espécies daquela localidade, contribuindo para orientar os projetos de recuperação e para auxiliar na conservação da biodiversidade remanescente. Em um estudo realizado por Rossi *et al.* (2005) foi demonstrado que existe uma estreita relação entre a cobertura pedológica, a cobertura vegetal natural, o relevo e a litologia.

As principais classes de solo encontradas no Cerrado de acordo com Reatto, Correia e Spera (1998) são:

Latossolos: São os solos predominantes no Cerrado, caracterizados por uma alta profundidade e bem drenados. Apresentam uma textura variada, que vai de argilosa a arenosa. São solos muito intemperizados, com baixa fertilidade natural devido à lixiviação intensa, mas são muito utilizados na agricultura com o uso de corretivos como calcário e fertilizantes. São amplamente dominados por espécies de plantas que se adaptaram às suas condições ácidas e pobres em nutrientes. Espécies como *Vochysia thyrsoidea* (cerrado-vagem) e *Qualea grandiflora* (pau-terra) são comuns nesses solos. Plantas adaptadas a solos profundos e bem drenados, com sistemas radiculares extensos, também são comuns, como o Barbatimão (*Stryphnodendron adstringens*).

Argissolos: Esses solos possuem uma argila de atividade baixa a moderada e apresentam um horizonte B textural, onde há maior acúmulo de argila em relação ao horizonte A. Têm uma fertilidade natural mais baixa e requerem manejo adequado para a agricultura. Tendem a ser dominados por espécies que conseguem penetrar as camadas mais profundas para acessar nutrientes, como *Caryocar brasiliense* (pequi) e *Byrsonima coccolobifolia* (murici). Espécies do cerrado *sensu stricto* e do cerrado típico são frequentes em Argissolos.

Neossolos Quartzarênicos: São solos jovens, com pouca ou nenhuma diferenciação de

horizontes, predominantemente arenosos e com baixa fertilidade. Sua capacidade de reter água e nutrientes é limitada, o que exige um manejo mais intenso para atividades agrícolas. São colonizados por espécies altamente adaptadas à seca e pobreza nutricional. Espécies de gramíneas como *Andropogon* spp. e *Aristida* spp. são comuns, assim como plantas de porte herbáceo e algumas espécies arbustivas que têm estratégias para sobreviver em condições edáficas limitadas.

Cambissolos: Solos com um horizonte B incipiente, são relativamente pouco desenvolvidos em comparação com os Latossolos e Argissolos. Possuem fertilidade variável e são utilizados tanto para agricultura quanto para pastagens. São habitados por uma mistura de espécies do cerrado sensu stricto e de matas ciliares, como *Hymenaea stigonocarpa* (jatobá) e *Anadenanthera colubrina* (angico). A presença de plantas que toleram solos menos profundos e parcialmente intemperizados é notável.

Plintossolos: Caracterizados pela presença de plintita, um material endurecido rico em ferro que pode se transformar em petroplintita (concreções de ferro) se exposto a ciclos de umidade e secura. Esses solos apresentam problemas de drenagem e são comumente encontrados em áreas de relevo mais plano. São propícios para espécies como *Mauritia flexuosa* (buriti), que tem preferência por áreas mais úmidas, assim como outras plantas adaptadas a condições de encharcamento sazonal.

Gleissolos: Encontrados em áreas de baixa drenagem, como várzeas e regiões alagadas, esses solos são saturados com água por longos períodos. São pobres em nutrientes e apresentam desafios para uso agrícola devido ao excesso de umidade. Esses solos abrigam espécies que toleram inundações periódicas, como *Tabebuia aurea* (ipê-amarelo) e várias espécies de *Erythrina* (mulungu). A vegetação tende a ser mais rala e composta por espécies que conseguem suportar a saturação hídrica.

Planossolos: Solos com horizonte B nítico ou gléico, que apresentam má drenagem e são sujeitos a inundações temporárias. A fertilidade é geralmente baixa, e a utilização agrícola é limitada. Encontram-se espécies adaptadas a solos compactados e temporariamente inundados, como *Hymenachne amplexicaulis* (capim-de-água) e *Eleocharis* spp. (junco), além de árvores que toleram condições úmidas, como *Copaifera langsdorffii* (copaíba).

Estudos realizados em cinco veredas distintas na região do Triângulo Mineiro revelaram que a riqueza, distribuição das espécies vegetais, a profundidade do lençol freático e a textura do solo nas zonas de borda, meio e fundo diferem entre si, interferindo diretamente na paisagem (Oliveira; Araújo; Barbosa, 2009). A distribuição florística variou entre as veredas de acordo

com o tipo de solo (argiloso e arenoso) e entre as áreas com maior quantidade de umidade do solo, sendo que a maior retenção de água no solo pode ter contribuído para a variação da vegetação nos solos argiloso e arenoso (Oliveira; Araújo; Barbosa, 2009).

De acordo com Faxina (2019), nas localidades em que são realizadas ações antrópicas próximo às veredas, são sentidos reflexos na qualidade de água, com maior deposição de sedimentos e arraste de matéria orgânica do que nas áreas não impactadas, a acidez elevada também pode estar relacionada com o alto nível de impacto ambiental. Santos *et al.* (2018), em seu estudo morfopedológico de composição florística e efeito sociológico de uma vereda no sudoeste de Goiás, constataram que os valores de pH e Alumínio (Al) limitam a disponibilidade de nutrientes para espécies mais exigentes quanto à fertilidade do solo e todas as amostras de solos apresentaram baixa saturação, indicando um solo distrófico. A baixa saturação, de acordo com Santos *et al.* (2018), pode estar correlacionados com a presença de sílica a qual está relacionada com a vegetação dos Buritis na vereda, e a maior concentração do teor de matéria orgânica encontrada é explicada pelo processo de anaerobiose, devido à atividade microbiana ser menor na zona encharcada. De modo geral, a vereda estudada apresenta sinais de impactos por atividades antrópicas, e tais impactos podem influenciar a composição florística (Santos *et al.*, 2018).

2.4 Serviços ecossistêmicos

O desenvolvimento e a expansão da humanidade sempre dependeram da natureza como uma fonte primordial de subsistência, uma relação que atualmente é compreendida de maneira mais abrangente sob o conceito de Serviços Ecossistêmicos. Segundo Burkhard *et al.* (2012), os serviços ecossistêmicos (SE) são definidos como as contribuições das funções e estruturas dos ecossistemas para o bem-estar humano, incluindo os sistemas agroecológicos. Na figura 1, temos as categorias nas quais são classificados os serviços ecossistêmicos.

Figura 1 – Diagrama de serviços ecossistêmicos



Fonte: metrovancouver.org, s.d.

Esses serviços, conforme descrito no Millennium Ecosystem Assessment (2005), podem ser assim definidos: **Serviços de Provisão:** Relacionados ao fornecimento direto de bens como alimentos, água, madeira e fibras. **Serviços de Suporte:** Incluem processos que mantêm outras formas de vida e que são fundamentais para a produção de outros serviços, como a formação do solo, a ciclagem de nutrientes e a produção primária. **Serviços Culturais:** Referem-se aos benefícios não materiais que as pessoas obtêm dos ecossistemas através de enriquecimento espiritual, desenvolvimento cognitivo, reflexão, recreação e experiências estéticas. **Serviços de Regulação:** Essenciais para a saúde e bem-estar humanos, pois incluem a regulação do clima, o controle de pragas e doenças, a purificação da água e do ar, entre outros. Este último é particularmente crucial para a saúde e o bem-estar humano, especialmente nos dias atuais, uma vez que abrange a regulação do clima, o controle de pragas e doenças, entre outros.

A Avaliação Ecosistêmica do Milênio (Millennium Ecosystem Assessment, 2005) destacou a dependência humana do Capital Natural e identificou que os serviços ecossistêmicos (SE) em diversas regiões do mundo sofreram degradação mais rápida e profunda nos últimos

50 anos do que em qualquer outro período comparável da história humana. A avaliação projeta declínios acentuados nos SE para as próximas décadas, considerando o crescimento populacional, a lenta transição para uma economia circular e as mudanças climáticas globais (Ferraz *et al.*, 2019).

Desde então, diversos estudos têm sido realizados globalmente para avaliar, monitorar, modelar e valorar economicamente os SE. No âmbito das políticas públicas e da tomada de decisões, foram desenvolvidos instrumentos que buscam incentivar e promover a conservação ambiental, além de ações voltadas para a mitigação das emissões de gases de efeito estufa e a adaptação às mudanças climáticas (Ferraz *et al.*, 2019).

O valor dos ecossistemas nunca é nulo e pode ser extremamente elevado (Post, 2007). Os ecossistemas possuem valor intrínseco por manterem a vida na Terra e por fornecerem os serviços essenciais para atender às necessidades humanas, tanto materiais quanto imateriais (MEA, 2005). Existem diferentes abordagens para a valoração dos ecossistemas, incluindo valor ecológico, sociocultural e econômico (Watanabe, 2008). Esses serviços, portanto, sustentam quase todos os outros serviços ecossistêmicos. Os ecossistemas fornecem habitats para plantas e animais, além de manterem uma diversidade essencial de espécies.

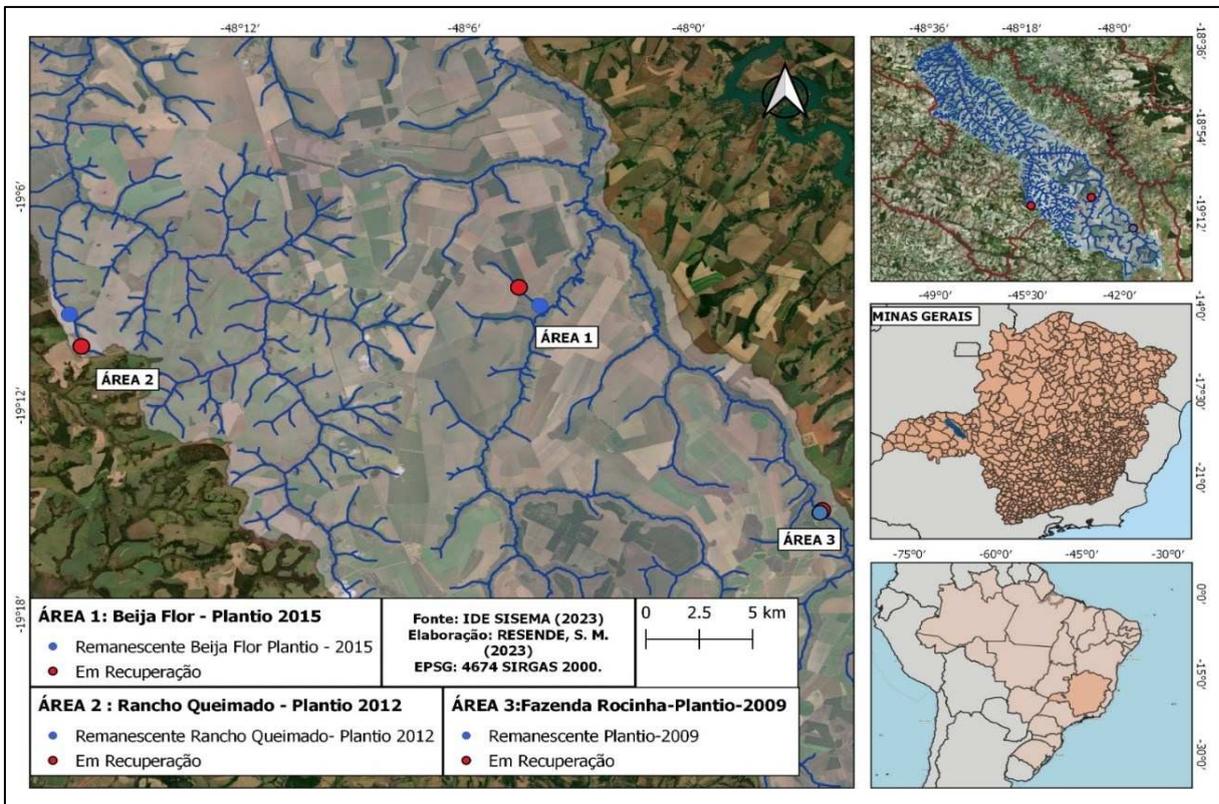
3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

O estudo foi realizado na bacia hidrográfica do rio Uberabinha, localizado na porção sudoeste do estado de Minas Gerais, mesorregião do Triângulo Mineiro (Figura 2). O clima da região é classificado como Aw (tropical), com inverno seco e o verão chuvoso (Novais, 2011). A temperatura média anual corresponde a 22,4°C (Corrêa, 2011) e precipitação média anual de 1.550 milímetros (Brito, 2002).

A litologia é constituída pela cobertura Detrítico-Laterítica terciária e quaternária, bem como coberturas areníticas derivadas de rochas sedimentares da Formação Marília. Além disso, a Formação Serra Geral, composta por rochas de natureza basáltica e pequenas lentes de arenitos intercalados aos derrames basálticos, aflora ao longo dos cursos médio e baixo do vale do rio Uberabinha e Bom Jardim (RADAMBRASIL, 1983).

Figura 2 - Mapa das áreas com vegetação nativa preservada e em recuperação pelo programa Buriti dos plantios



Fonte: Infraestrutura de Dados Espaciais (INDE - Sistema) (2023); Org.: Resende (2023)

As áreas em recuperação e seus remanescentes estão localizadas na bacia Rio Uberabinha (Figura 2). A área Fazenda Rocinha-Plantio 2009 está localizada na bacia Rio Uberabinha, especificamente na APP do Rio Uberabinha, (23k 190874.00mE 7868904.04mS)

A área Rancho Queimado-Plantio 2012 está localizada na bacia Bom Jardim, compõe-se do Ribeirão Bom Jardim, juntamente com seus afluentes córregos Campo Alegre, Fundo, do Glória, da Paula, da Estiva, da Enxada, Rancho Queimado, Paiol, Curicacas, Limoeiro, Pombeira, da Moeda, do Meio, do Retiro, da Harmonia, da Divisa e da Morta. Área em questão está especificamente no afluente Rancho Queimado (22k 787076.45 mE 7877851.90 mS).

A área Beija Flor-Plantio 2015 está localizada na bacia Rio Uberabinha, compõe-se do Rio Uberabinha juntamente com seus afluentes, sendo os principais ribeirões Bom-Jardim, Beija-Flor Área em questão está especificamente no afluente Beija Flor (22k 807793.32 mE 7880495.00 mS).

A seguir são apresentadas na forma de tabelas (Tabelas 1, 3 e 5) os fitossociológicos estimados das espécies amostradas nas áreas recuperadas nos anos de 2009, 2012, 2015 e seus respectivos remanescentes (Tabelas 2, 4 e 6) pelo Programa Buriti na bacia do rio uberabinha e

bacia Bom Jardim à montante das captações para abastecimento público da cidade de Uberlândia, MG. os dados estão apresentados em ordem decrescente de valor de importância (IVI). Abundância; dominância absoluta (DoA) densidade relativa (DeR); dominância relativa (DoR); frequência absoluta (FrA) frequência relativa (FrR); valor de importância (IVI).

Tabela 1: Fitossociológicos estimados das espécies amostradas nas áreas recuperadas da Fazenda Rocinha

Fazenda Rocinha-Plantio 2009									
Espécies	Área								
	Basal	Abundância	DoA	DoR	FrA	FrR	DeA	DeR	IVI
<i>Inga sessilis</i>	1.44	15	35.94	41.42	900.00	20.93	375.00	18.07	80.42
<i>Schinus terebinthifolia</i>	0.75	20	18.85	21.73	700.00	16.28	500.00	24.10	62.11
<i>Cyntharexylum myrianthum</i>	0.49	16	12.27	14.14	800.00	18.60	400.00	19.28	52.02
<i>Guazuma ulmifolia</i>	0.44	15	11.04	12.73	600.00	13.95	375.00	18.07	44.75
<i>Tapirira guianensis</i>	0.20	8	4.93	5.68	400.00	9.30	200.00	9.64	24.63
<i>Croton urucurana</i>	0.10	4	2.59	2.99	400.00	9.30	100.00	4.82	17.11
<i>Cecropia pachystachia</i>	0.03	2	0.84	0.97	200.00	4.65	50.00	2.41	8.03
<i>Psidium guajava</i>	0.00	2	0.07	0.08	200.00	4.65	50.00	2.41	7.14
<i>Myrsine umbellata</i>	0.01	1	0.23	0.26	100.00	2.33	25.00	1.20	3.79
TOTAL	3.47	83	86.76	100.00	4300.00	100.00	2075.00	100.00	300.00

Remanescente Plantio 2009									
Espécies	Área								
	Basal	Abundância	DoA	DoR	FrA	FrR	DeA	DeR	IVI
<i>Tapirira guianensis</i>	1.19	40	29.76	29.13	1000.00	11.76	1000.00	20.62	61.52
<i>Siparuna guianensis</i>	0.18	27	4.49	4.39	1000.00	11.76	675.00	13.92	30.08
<i>Xylopiya sericea</i>	0.27	28	6.87	6.72	700.00	8.24	700.00	14.43	29.39
<i>Unonopsis lindmanii</i>	0.12	28	2.93	2.87	800.00	9.41	700.00	14.43	26.71
<i>Jacaranda macrocarpa</i>	0.44	10	10.97	10.74	500.00	5.88	250.00	5.15	21.78
<i>Copaiba sp.</i>	0.48	8	11.91	11.66	500.00	5.88	200.00	4.12	21.67
<i>Cupania vernalis</i>	0.46	4	11.43	11.19	300.00	3.53	100.00	2.06	16.78
<i>Terminalia brasiliensis</i>	0.40	5	10.02	9.81	300.00	3.53	125.00	2.58	15.91
<i>Guapira graciliflora</i>	0.08	8	2.07	2.03	400.00	4.71	200.00	4.12	10.86
<i>Indeterminada</i>	0.01	5	0.34	0.33	500.00	5.88	125.00	2.58	8.79
<i>Ormosia sp.</i>	0.04	8	0.91	0.89	300.00	3.53	200.00	4.12	8.55
<i>Protium sp.</i>	0.12	4	2.93	2.87	300.00	3.53	100.00	2.06	8.46
<i>Hirtella grandulosa</i>	0.08	3	2.03	1.99	300.00	3.53	75.00	1.55	7.06
<i>Callisthene major</i>	0.01	3	0.13	0.13	300.00	3.53	75.00	1.55	5.21
<i>Protium heptaphyllum</i>	0.04	2	0.96	0.94	200.00	2.35	50.00	1.03	4.32
<i>Apuleia sp.</i>	0.02	2	0.57	0.56	200.00	2.35	50.00	1.03	3.94
<i>Guapira noxia</i>	0.01	2	0.25	0.25	200.00	2.35	50.00	1.03	3.63
<i>Aspidosperma discolor</i>	0.05	1	1.27	1.25	100.00	1.18	25.00	0.52	2.94
<i>Tabebuia rósea</i>	0.05	1	1.27	1.25	100.00	1.18	25.00	0.52	2.94
<i>Licania apetala</i>	0.02	1	0.56	0.55	100.00	1.18	25.00	0.52	2.24
<i>Alchornea grandulosa</i>	0.01	1	0.24	0.23	100.00	1.18	25.00	0.52	1.92
<i>Piper aduncum</i>	0.01	1	0.13	0.13	100.00	1.18	25.00	0.52	1.82
<i>Lafoensia pacari</i>	0.00	1	0.05	0.05	100.00	1.18	25.00	0.52	1.74
<i>Croton urucurana</i>	0.00	1	0.05	0.05	100.00	1.18	25.00	0.52	1.74
TOTAL	4.09	194	102.14	102.14	8500.00	100.00	4850.00	100.00	300.00

Fonte: A autora, (2023)

Tabela 3: Fitossociológicos estimados das espécies amostradas nas áreas recuperadas do Rancho Queimado

Rancho Queimado-Plantio 2012									
Espécies	Área								
	Basal	Abundância	DoA	DoR	FrA	FrR	DeA	DeR	IVI
<i>Inga sessilis</i>	2.431	18	60.79	53.39	600.00	13.04	450.00	21.69	88.12
<i>Croton floribundus</i>	0.940	23	23.50	20.64	700.00	15.22	575.00	27.71	63.56
<i>Cecropia sp.</i>	0.126	7	3.14	2.76	500.00	10.87	175.00	8.43	22.06
<i>Inga laurinia</i>	0.301	7	7.52	6.60	200.00	4.35	175.00	8.43	19.38
<i>Anadenanthera macrocarpa</i>	0.114	3	2.85	2.50	300.00	6.52	75.00	3.61	12.64
<i>Anadenanthera colubrina</i>	0.068	2	1.70	1.50	400.00	8.70	50.00	2.41	12.60
<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i>	0.059	3	1.47	1.29	200.00	4.35	75.00	3.61	9.26
<i>Croton urucurana</i>	0.106	2	2.64	2.32	200.00	4.35	50.00	2.41	9.08
<i>Cecropia pachystachia</i>	0.135	3	3.37	2.96	100.00	2.17	75.00	3.61	8.75
<i>Lithraea molleoides</i>	0.027	2	0.67	0.59	200.00	4.35	50.00	2.41	7.35
<i>Tabebuia róseo alba</i>	0.020	2	0.50	0.43	200.00	4.35	50.00	2.41	7.19
<i>Schinus terebinthifolius</i>	0.012	2	0.30	0.27	200.00	4.35	50.00	2.41	7.03
<i>Albizia niopoides</i>	0.072	1	1.80	1.58	100.00	2.17	25.00	1.20	4.96
<i>Tabebuia avellaneda</i>	0.007	2	0.17	0.15	100.00	2.17	50.00	2.41	4.74
<i>Enterolobium contortisiluquum</i>	0.047	1	1.18	1.04	100.00	2.17	25.00	1.20	4.41
<i>Clitoria fairchildiana</i>	0.034	1	0.84	0.74	100.00	2.17	25.00	1.20	4.12
<i>Handroanthus heptaphyllus</i>	0.031	1	0.76	0.67	100.00	2.17	25.00	1.20	4.05
<i>Guazuma ulmifolia</i>	0.020	1	0.51	0.45	100.00	2.17	25.00	1.20	3.83
<i>Jacaranda mimosifolia</i>	0.005	1	0.12	0.11	100.00	2.17	25.00	1.20	3.49
<i>Dipteryx alata</i>	0.001	1	0.02	0.02	100.00	2.17	25.00	1.20	3.40
TOTAL	4.55	83	113.86	100.00	4600.00	100.00	2075.00	100.00	300.00

Fonte: A autora, (2023)

Tabela 4: Remanescentes do Rancho Queimado

Remanescente Plantio-2012									
Espécies	Área								
	Basal	Abundância	DoA	DoR	FrA	FrR	DeA	DeR	IVI
Cecropia sp.	0.238	85	5.94	10.78	1000.00	20.41	2125.00	54.49	85.68
Mauritia flexuosa	0.738	6	18.44	33.49	400.00	8.16	150.00	3.85	45.50
Tapirira guianensis	0.296	21	7.39	13.42	700.00	14.29	525.00	13.46	41.17
Xylopia emarginata	0.309	10	7.73	14.04	300.00	6.12	250.00	6.41	26.57
Styrax ferrugineus	0.046	6	1.14	2.08	500.00	10.20	150.00	3.85	16.13
Tapirira Guianensis	0.184	2	4.59	8.34	200.00	4.08	50.00	1.28	13.70
Guarea Kunthiana	0.148	2	3.71	6.74	100.00	2.04	50.00	1.28	10.06
Unonopsis sp.	0.023	5	0.57	1.04	200.00	4.08	125.00	3.21	8.33
Terminalia brasiliensis	0.115	1	2.86	5.20	100.00	2.04	25.00	0.64	7.88
Protium heptaphyllum	0.030	2	0.74	1.35	200.00	4.08	50.00	1.28	6.72
Tapirira obtusa	0.005	3	0.13	0.24	200.00	4.08	75.00	1.92	6.24
Cupania vernalis	0.010	2	0.26	0.47	200.00	4.08	50.00	1.28	5.83
Rudgea viburnoides	0.009	2	0.23	0.41	200.00	4.08	50.00	1.28	5.78
Ficus pertusa	0.016	3	0.40	0.73	100.00	2.04	75.00	1.92	4.70
Cardiopetalum calophyllum	0.010	2	0.26	0.47	100.00	2.04	50.00	1.28	3.79
Magnolia ovata	0.016	1	0.41	0.75	100.00	2.04	25.00	0.64	3.43
Calophyllum brasiliense	0.005	1	0.12	0.23	100.00	2.04	25.00	0.64	2.91
Sapium glandulosum	0.004	1	0.10	0.19	100.00	2.04	25.00	0.64	2.87
Diospyros hispida	0.001	1	0.02	0.04	100.00	2.04	25.00	0.64	2.72
TOTAL	2.20	156	55.07	100.00	4900.00	100.00	3900.00	100.00	300.00

Fonte: A autora, (2023)

Tabela 5: Fitossociológicos estimados das espécies amostradas nas áreas recuperadas no Beija Flor

Beija Flor-Plantio 2015									
Espécies	Área								
	Basal	Abundância	DoA	DoR	FrA	FrR	DeA	DeR	IVI
Anadenanthera colubrina	0.29	15	7.30	22.93	1000.00	22.73	375.00	20.27	65.93
Inga sessilis	0.24	12	5.88	18.48	400.00	9.09	300.00	16.22	43.78
Guazuma ulmifolia	0.11	13	2.86	9.00	500.00	11.36	325.00	17.57	37.93
Piptadenia gonoacantha	0.22	4	5.56	17.46	300.00	6.82	100.00	5.41	29.69
Luehea divaricata	0.16	4	3.88	12.20	200.00	4.55	100.00	5.41	22.15
Croton floribundus	0.10	5	2.50	7.87	300.00	6.82	125.00	6.76	21.44
Cecropia sp.	0.06	3	1.53	4.79	200.00	4.55	75.00	4.05	13.39
Jacaranda cuspidifolia	0.01	4	0.37	1.18	200.00	4.55	100.00	5.41	11.13
Psidium_guajava	0.02	2	0.47	1.48	200.00	4.55	50.00	2.70	8.73
Zanthoxylum rhoifolium	0.01	2	0.13	0.42	200.00	4.55	50.00	2.70	7.66
Aspidosperma subincanum	0.00	2	0.08	0.25	200.00	4.55	50.00	2.70	7.50
Cariniana legalis	0.01	2	0.26	0.83	100.00	2.27	50.00	2.70	5.81
Enterolobium contortisilquum	0.02	1	0.52	1.63	100.00	2.27	25.00	1.35	5.25
Tapirira guianensis	0.01	1	0.22	0.70	100.00	2.27	25.00	1.35	4.32
Vernonia polysphaera	0.00	1	0.09	0.30	100.00	2.27	25.00	1.35	3.92
Triplaris americana	0.00	1	0.08	0.27	100.00	2.27	25.00	1.35	3.89
Samanea tubulosa	0.00	1	0.06	0.18	100.00	2.27	25.00	1.35	3.80
Citharexylum myrianthum	0.00	1	0.02	0.06	100.00	2.27	25.00	1.35	3.69
TOTAL	1.27	74	31.82	100.00	4400.00	100.00	1850.00	100.00	300.00

Fonte: A autora, (2023)

Tabela 6: Remanescentes do Beija Flor

Remanescente-Plantio 2015									
Espécies	Área								
	Basal	Abundância	DoA	DoR	FrA	FrR	DeA	DeR	IVI

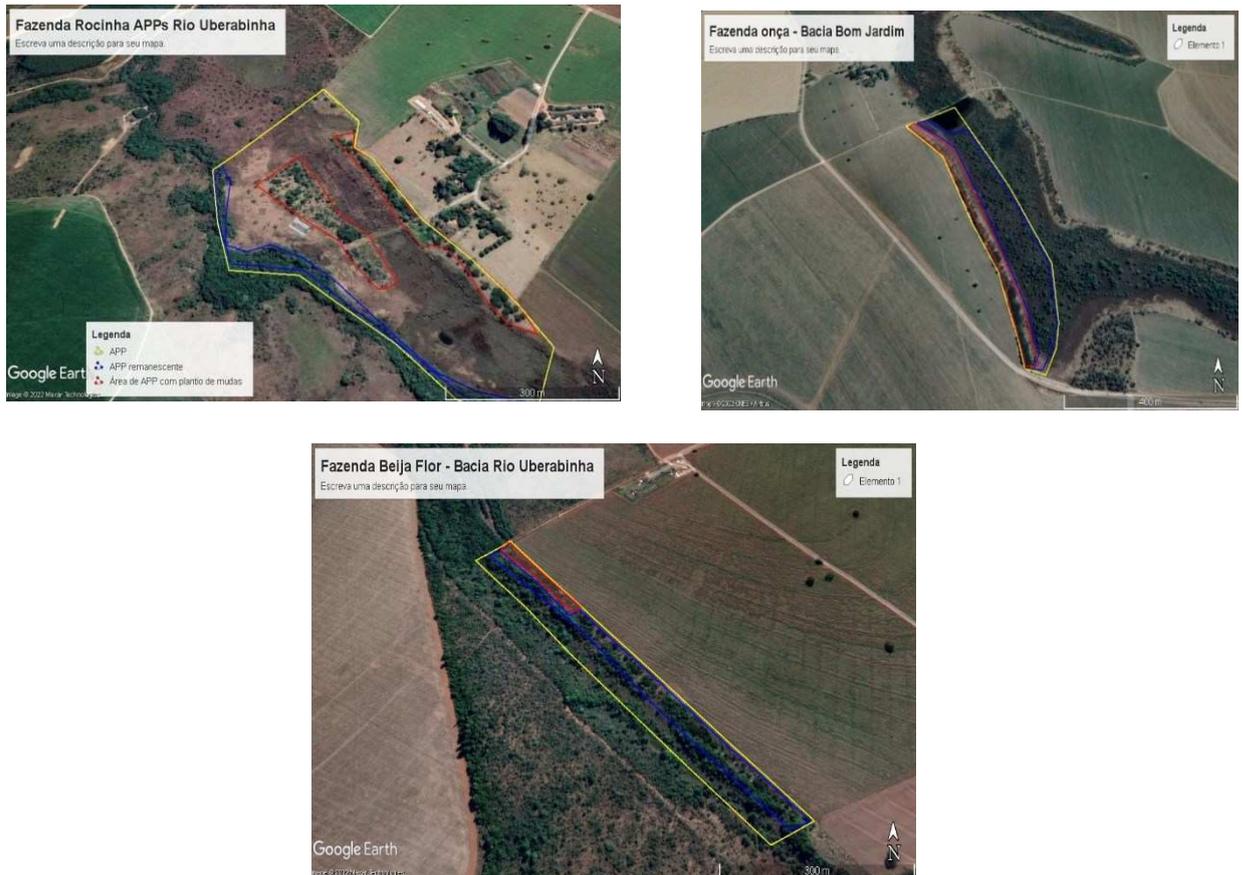
Mauritia flexuosa	0.86	8	21.59	50.19	600.00	11.54	200.00	6.20	67.93
Tapirira obtusa	0.23	34	5.85	13.61	800.00	15.38	850.00	26.36	55.35
Myrsine guianensis	0.03	11	0.82	1.91	300.00	5.77	275.00	8.53	16.21
Cyathea sp.	0.10	8	2.39	5.57	200.00	3.85	200.00	6.20	15.61
Ormosia arbórea	0.13	5	3.25	7.55	100.00	1.92	125.00	3.88	13.35
Desmoscelis villosa	0.03	5	0.71	1.65	400.00	7.69	125.00	3.88	13.22
Dicksonia sellowiana	0.05	10	1.24	2.88	100.00	1.92	250.00	7.75	12.56
Apuleia leiocarpa	0.05	8	1.20	2.78	100.00	1.92	200.00	6.20	10.91
Calophyllum									
brasilense	0.01	5	0.30	0.69	300.00	5.77	125.00	3.88	10.34
Styrax ferrugineus	0.01	5	0.19	0.45	300.00	5.77	125.00	3.88	10.10
Cecropia sp.	0.02	6	0.52	1.22	200.00	3.85	150.00	4.65	9.71
Guarea kuntiana	0.09	2	2.36	5.49	100.00	1.92	50.00	1.55	8.96
Clusia burcherllii	0.01	2	0.32	0.74	200.00	3.85	50.00	1.55	6.13
Ocotea corymbosa	0.01	2	0.19	0.43	200.00	3.85	50.00	1.55	5.83
Byrsonima sp.	0.00	2	0.10	0.24	200.00	3.85	50.00	1.55	5.63
Protium sp.	0.00	2	0.09	0.21	200.00	3.85	50.00	1.55	5.61
Alchornea glandulosa	0.02	3	0.54	1.25	100.00	1.92	75.00	2.33	5.50
Copaifera langdorffii	0.02	2	0.59	1.36	100.00	1.92	50.00	1.55	4.83
Xylopia aromatica	0.00	2	0.11	0.26	100.00	1.92	50.00	1.55	3.73
Miconia sp.	0.00	2	0.08	0.18	100.00	1.92	50.00	1.55	3.66
Tibouchina sp.	0.01	1	0.30	0.70	100.00	1.92	25.00	0.78	3.40
Didymopanax									
morototoni	0.01	1	0.16	0.36	100.00	1.92	25.00	0.78	3.06
Tapirira guianenses	0.00	1	0.05	0.12	100.00	1.92	25.00	0.78	2.82
Banisteriopsis sp.	0.00	1	0.04	0.09	100.00	1.92	25.00	0.78	2.79
Maprounea guianensis	0.00	1	0.02	0.06	100.00	1.92	25.00	0.78	2.75
TOTAL	1.72	129	43.02	100.00	5200.00	100.00	3225.00	100.00	300.00

Fonte: A autora, (2023)

As figuras 3, 4 e 5 a seguir ilustram as áreas em recuperação (destacadas em vermelho) referentes aos plantios realizados nos anos de 2009, 2012 e 2015 pelo Programa Buriti. Essas áreas estão comparadas com suas respectivas áreas adjacentes preservadas (indicadas em azul). A comparação entre essas áreas é essencial para avaliar a efetividade das estratégias de

recuperação adotadas, observando como a vegetação nativa tem respondido ao longo do tempo em relação às intervenções realizadas.

Figura 3, 4 e 5: Áreas em recuperação (vermelho) plantio 2009, 2012 e 2015 pelo Programa Buriti, com suas áreas adjacentes (azul)



Fonte: A autora, (2023)

As principais classes de solos correspondem aos Latossolos Vermelho Amarelo Distrófico (LVAd) nos topos, bem como Gleissolo Háptico Tb Distrófico, Organossolos Hápticos e Latossolos Vermelho-Amarelo distrófico nos vale do ribeirão Bom Jardim e rio Uberabinha (Rosa; Ferreira; Brito, 2019).

Na paisagem do cerrado, nas áreas de Veredas, com características hidromórficas, observa-se solos como os Gleissolos Melânicos e dos Organossolos Hápticos (PEREIRA; FIGUEIREDO, 2018) com a presença da palmeira buriti - *Mauritia flexuosa* – (Figura 6), e nas áreas de Mata Galeria (Figuras 8, 9 e 10), apresentam solos úmidos (Figura 7), com

características principalmente de solos do tipo Cambissolo Háplico com a presença de espécies como a *Tapirira obtusa* da família Anacardiaceae (Borges, 2011).

Figura 6: Vereda com a presença da palmeira de buriti



Fonte: A autora, 2023.

Figura 7: Solos úmidos



Fonte: A autora, 2023.

Figuras 8, 9 e 10 - Mata Galeria

Figura 8



Fonte: A autora, 2023.

Figura 9



Fonte: A autora, 2023.

Figura 10



Fonte: A autora, 2023.

A análise da cobertura natural das áreas em recuperação pelo Programa Buriti, conforme observado por meio de georreferenciamento realizado em 2024, revelou que as áreas restauradas em 2009, 2012 e 2015 apresentavam fitofisionomias predominantemente compostas por Campos Úmidos, Veredas e Morundus (Figura 11). Por outro lado, levantamentos subsequentes, conduzidos em 2022 e 2023, nas áreas adjacentes, permitiram a

observação e comparação das espécies plantadas, indicando uma predominância de vegetação típica de áreas florestais, em comparação ao observado em 1964.

Figura 11 - Avaliação multitemporal das áreas de estudo. (A) Área 1: Beija Flor-Plantio 2015 e no ano de 1964 com sua fitosfisionomia original. (B) Área 2: Rancho Queimado-Plantio 2012 e no ano de 1964 com sua fitosfisionomia original. (C) Área 3: Fazenda Rocinha



Fonte: Sentinel 2 (2024); Org: A autora (2024)

3.2 Coleta de dados

Para o estudo, foram selecionadas áreas do banco do Departamento Municipal de Água e Esgoto- DMAE das espécies plantadas nas áreas em recuperação nos anos de 2009, 2012, 2015 pelo Programa Buriti na bacia do rio Uberabinha e bacia Bom Jardim à montante das captações para abastecimento público da cidade de Uberlândia, MG, no qual os proprietários realizaram o cadastro no Programa Buriti e celebraram o termo de cooperação mútua entre o DMAE e o produtor rural, conforme estabelecido pela Lei Municipal nº 10.066 de 15 de dezembro de 2008 (Uberlândia, 2008). A partir do banco de dados, foram selecionadas três áreas nas quais foram efetuadas práticas de recomposição florestal nos anos de 2009, 2012 e 2015, sendo elas: Fazenda Rocinha-Plantio 2009, Rancho Queimado-Plantio 2012 e Beija Flor-Plantio 2015.

O plantio foi realizado com espécies nativas do Cerrado em Áreas de Preservação Permanente (APP), em conformidade com as legislações vigentes, incluindo a Lei Florestal nº 12.651/2012 e suas alterações. Além disso, foram escolhidas três áreas remanescentes adjacentes a cada área de plantio com menor interferência antrópica. Remanescente-Plantio 2009, Remanescente-Plantio 2012 e Remanescente-Plantio 2015. Além disso, a menor interferência antrópica pode ser constatada pela escolha criteriosa das áreas remanescentes adjacentes aos locais de plantio, as quais foram selecionadas devido à sua baixa perturbação humana.

3.2.1 Coleta florística

O estudo fitossociológico das comunidades foi realizado a partir do método de parcelas de área fixa (Mueller-Dombois; Ellenberg, 1974), com alocação de 60 parcelas 10 x 10 m, sendo 30 parcelas em Áreas de Preservação Permanente (APP) e de Reserva Legal em recuperação (10 parcelas em cada ano avaliado), e 30 parcelas em áreas remanescentes adjacentes (10 parcelas em cada ano avaliado), com espaçamento de no mínimo 10 m entre parcelas.

Foram amostrados todos os indivíduos com Circunferência a Altura do Peito (CAP) maior que 10 cm (Moro; Martins, 2011). O CAP foi mensurado com auxílio de fita métrica e a altura foi estimada. A identificação taxonômica foi realizada, quando possível, no campo. Os demais materiais foram identificados por meio de literatura especializada, análise de coleções depositadas em herbários e consulta a especialistas. Os espécimes coletados foram tratados

segundo o procedimento usual de herborização (Mori *et al.*, 1989). A classificação das espécies foi segundo a *Angiosperm Phylogeny Group*, mais conhecida como APG IV (2016). A nomenclatura das espécies e respectivas abreviações dos autores foram conferidas de acordo com a Lista de Espécies da Flora do Brasil (Brasil, 2022).

3.2.2 Coleta de solos

Para avaliação dos parâmetros físicos do solo, foram coletadas três amostras simples (0-20 cm de profundidade) em cada parcela, para formar uma amostra composta. As amostras foram coletadas em cilindros de aço e seu volume determinado pelo volume do cilindro.

Para o processo de peneiramento foram utilizadas peneiras com abertura de malha de 2 mm, 0,053 mm e de 0,020 mm, para que fosse possível determinar a percentagem em peso retida de areia, silte e argila nas gramas de solo de cada amostra. O ensaio foi realizado com o peneiramento grosso para o material granular. Consiste no método de peneiramento em separar as partículas até a dimensão de 0,074 mm e o método da sedimentação para solos finos em água destilada para as partículas menores que 0,074 mm.

Para a estimativa do teor de Carbono orgânico das amostras, foi determinado pela oxidação da matéria orgânica pelo bicromato de potássio em meio sulfúrico, com aquecimento externo e titulação por sulfato ferroso (Yeomans; Bremner, 1988). Para a determinação da Matéria Orgânica (MO) as amostras foram previamente secas em estufa a uma temperatura de 105°C, por um período de 24 horas. Após combustão na mufla (600°C por 6h), o conteúdo de MO foi determinado pela diferença de massa em relação à amostra seca em estufa (Teixeira *et al.*, 2017).

3.3 Análise de dados

Para avaliar a conexão florística entre as áreas, com base na presença e ausência das espécies, foi confeccionado um Diagrama de Venn, utilizando o pacote *Venn Diagram* (Chen; Boutros, 2011). A similaridade florística entre as áreas foi calculada através do índice de *Jaccard* (Magurran, 2004). Para analisar a variabilidade da composição de espécies, empregou-se o método de escalonamento multidimensional não métrico (*non-metric multidimensional scaling* - NMDS), com base na distância de Bray-Curtis (Bray; Curtis, 1957).

A estrutura da vegetação foi descrita por meio dos parâmetros fitossociológicos usuais

para cada espécie: densidade, dominância e frequência (absolutas e relativas), bem como valor de importância (Mueller-Dombois; Ellenberg, 1974; Moro; Martins, 2011). A diversidade taxonômica foi analisada a partir do índice de Shannon-Weaver (H'), Simpson e Equabilidade de Pielou (J) (Pielou, 1975; Magurran, 1988).

O método de Análise de Componentes Principais (PCA) foi aplicado a fim de sintetizar o conjunto de dados. Foi utilizado o método de correlação de Pearson, por meio do coeficiente de Correlação de Pearson, para a identificação das associações significativas. Para comparações entre os indicadores foram utilizadas Análise de Variância (ANOVA) com teste Scott-Knott para dados normais, bem como Kruskal-Wallis, seguido de Mann-Whitney para dados não normais. Para verificar uma possível relação entre as variáveis edáficas e a abundância das espécies, foi empregada a Análise de Correspondência Canônica (CCA) (Ter Braak, 1987). A CCA foi realizada no programa PC-ORD versão 6.0 (McCune; Mefford, 2011). As demais análises estatísticas foram processadas com auxílio do software R versão 3.6.3 (R Development Core Team, 2020).

As amostras de solos foram analisadas quanto à granulometria, densidade, matéria orgânica e pH. O método utilizado para medir a densidade do solo, a qual está diretamente relacionada com a porosidade, composição orgânica e mineralogia, foi pela obtenção da densidade média do solo pelo método do anel volumétrico (VAP) (Teixeira *et al.*, 2017). A densidade foi determinada pela massa e volume da amostra.

As análises granulométricas foram realizadas segundo a Teixeira *et al.* (2017) através do método da pipeta (Day, 1965). O preparo do solo para os ensaios envolveu procedimentos, como a secagem em estufa a 110°C, destorroamento e determinação da umidade higroscópica, tais como estabelecido.

Abaixo são apresentadas algumas tabelas (Tabelas 7, 8, 9, 10, 11 e 12) sobre os parâmetros físico-químicos estimados dos solos amostrados nas áreas recuperadas nos anos de 2009, 2012, 2015 e seus respectivos remanescentes pelo Programa Buriti na bacia do Rio Uberabinha e bacia Bom Jardim à montante das captações para abastecimento público da cidade de Uberlândia, MG. Ds: Densidade do solo; Dp: Densidade de partículas; Porosidade (%): Por(%); MO: Matéria orgânica; Ph-H₂O.

Tabela 7 – Parâmetros físico-químicos do solo da área de recuperação da Fazenda Beija Flor, 2015

Fazenda Beija Flor 2015 – Área 1 – Recuperação								
Ds (g/cm ³)	Dp (g/cm ³)	Porosidade (%)	MO dag/kg	pH-H ₂ O	Areia Fina	Areia Grossa	Silte	Argila
0.98	2.44	60	15.85	5.65	73	157	66	704
1.00	2.51	60	16.50	5.22	65	148	61	726
0.99	2.37	58	16.09	5.23	52	169	60	719
1.02	2.41	58	15.62	5.42	65	143	74	718
0.93	2.36	61	16.96	5.55	47	159	74	720
0.89	2.39	63	16.73	5.39	77	138	70	715
1.07	2.42	56	15.07	5.34	86	152	64	699
1.03	2.49	59	16.21	5.4	69	155	76	700
0.93	2.54	63	15.75	5.31	85	152	64	699
0.99	2.48	60	17.39	5	69	155	56	721

Fonte: A autora, (2023)

Tabela 8 – Parâmetros físico-químicos do solo da área de recuperação da Fazenda do Onça, 2012

Fazenda do Onça 2012 – Área 2 – Recuperação								
Ds (g/cm ³)	Dp (g/cm ³)	Porosidade (%)	MO dag/kg	pH-H ₂ O	Areia Fina	Areia Grossa	Silte	Argila
1.61	2.6	37	4.31	5.00	223	657	20	100
1.60	2.3	31	4.24	5.12	399	464	17	120
1.39	2.5	45	3.77	5.42	416	473	14	98
1.45	2.4	40	3.78	5.27	427	449	14	111
1.58	2.5	37	3.90	5.16	366	503	18	113
1.49	2.5	41	4.02	5.03	448	424	19	109
1.51	2.6	41	3.65	5.42	227	655	18	101

1.45	2.5	43	4.26	5.59	292	591	10	107
1.52	2.5	39	3.72	5.47	402	476	8	114
1.54	2.4	37	3.87	4.44	378	501	4	118

Fonte: A autora, (2023)

Tabela 9 – Parâmetros físico-químicos do solo da área de recuperação da Fazenda Rocinha, 2009

Fazenda Rocinha 2009- Área 3 – Recuperação

Ds (g/cm3)	Dp (g/cm3)	Porosidade (%)	MO dag/kg	pH-H2O	Areia Fina	Areia Grossa	Silte	Argila
0.84	2	58	28.07	4.86	259	106	180	455
1.00	2.21	55	25.04	4.71	263	143	132	462
0.82	2.2	63	19.49	4.83	264	173	96	466
0.92	2.21	58	19.49	5.27	262	141	136	461
0.90	1.97	54	23.69	5.23	274	93	264	369
0.78	1.84	58	27.99	5.35	271	90	317	321
0.69	1.97	65	31.11	5.32	236	80	390	295
0.80	1.84	57	32.9	4.96	260	89	323	328
0.70	1.91	63	35.65	4.83	232	53	347	368
0.79	1.87	58	32.99	4.86	242	75	353	330

Fonte: A autora, (2023)

Tabela 10 – Parâmetros físico-químicos do solo da área remanescente da Fazenda Beija Flor

Beija Flor APP - Área 1 – Remanescente

Ds (g/cm3)	Dp (g/cm3)	Porosidade (%)	MO dag/kg	pH- H2O	Areia Fina	Areia Grossa	Silte	Argila
0.84	2	58	28.07	4.86	259	106	180	455
1.00	2.21	55	25.04	4.71	263	143	132	462
0.82	2.2	63	19.49	4.83	264	173	96	466
0.92	2.21	58	19.49	5.27	262	141	136	461
0.90	1.97	54	23.69	5.23	274	93	264	369

0.78	1.84	58	27.99	5.35	271	90	317	321
0.69	1.97	65	31.11	5.32	236	80	390	295
0.80	1.84	57	32.9	4.96	260	89	323	328
0.70	1.91	63	35.65	4.83	232	53	347	368
0.79	1.87	58	32.99	4.86	242	75	353	330

Fonte: A autora, (2023)

Tabela 11 – Parâmetros físico-químicos do solo da área remanescente da Fazenda Rancho Queimado

Rancho Queimado – Área 2 - Remanescente								
Ds (g/cm3)	Dp (g/cm3)	Porosidade (%)	MO dag/kg	pH- H20	Areia Fina	Areia Grossa	Silte	Argila
0.30	1.76	83	31.92	4.66	12	262	242	484
0.26	1.63	84	30.74	4.17	7	378	161	454
0.35	1.69	79	40.34	4.31	23	339	182	456
0.32	1.74	82	31.15	4.64	28	287	187	498
0.29	1.71	83	43.98	4.67	26	245	199	530
0.33	1.72	81	36.84	4.85	48	213	173	566
0.52	1.73	70	31.82	4.37	74	167	289	470
0.38	1.53	75	46.77	4.55	33	296	189	482
0.3	1.67	82	40.04	4.34	97	261	286	356
0.43	1.61	73	46.58	4.4	26	246	184	544

Fonte: A autora, (2023)

Tabela 12 – Parâmetros físico-químicos do solo da área remanescente da Fazenda Rocinha

Fazenda Rocinha – Área 3 – Remanescente								
Ds (g/cm3)	Dp (g/cm3)	Porosidade (%)	MO dag/kg	pH- H20	Areia Fina	Areia Grossa	Silte	Argila
0.88	2.33	62	7.52	4.46	296	274	55	375
0.82	2.33	65	8.63	4.56	291	195	76	439

0.93	2.26	59	8.18	4.35	273	228	70	429
1.08	2.40	55	4.51	4.25	247	307	45	401
1.01	2.55	60	5.65	4.35	181	338	46	435
0.88	2.15	59	4.71	4.37	184	269	12	535
0.95	2.08	54	7.1	4.41	121	249	30	600
0.82	2.04	60	7.71	4.47	204	247	35	514
0.92	2.26	59	8.16	4,5	218	165	88	528
1.04	2.24	54	5.94	4.42	203	264	40	493

Fonte: A autora, (2023)

Os dados obtidos nas áreas em recuperação e remanescentes destacam variações significativas nos parâmetros físico-químicos do solo, que podem impactar diretamente a eficácia dos projetos de restauração. Na "Fazenda Beija Flor" (plantio de 2015), a porosidade do solo é relativamente alta, com uma média de 60%, e o teor de matéria orgânica varia de 15,07 a 17,39 dag/kg, indicando um solo ainda em processo de estabilização. Já a "Fazenda do Onça" (plantio de 2012) apresenta solos com densidades e porosidades mais baixas (porosidade média de 39%) e níveis de matéria orgânica significativamente reduzidos, o que pode sugerir um solo mais compactado e menos fértil.

Em contrapartida, as áreas remanescentes, como a "Rancho Queimado", mostram uma porosidade muito maior (média de 82%) e um conteúdo de matéria orgânica substancialmente elevado, com valores que chegam até 46,77 dag/kg. Esses dados indicam que, mesmo em áreas preservadas, há variações na composição e estrutura do solo, possivelmente devido a diferentes históricos de uso e intervenções humanas. A comparação entre essas áreas evidencia a necessidade de considerar as condições físico-químicas do solo na escolha das espécies vegetais a serem introduzidas, além de possíveis intervenções para melhorar a qualidade do solo, como práticas de adubação verde e transposição de solo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Composição florística e riqueza de espécies

No ano de 2009, o DMAE realizou o plantio de 34 espécies, no total de 8.800 mudas, na Fazenda Rocinha. Em 2022, durante um trabalho de campo para o levantamento de dados florísticos e fitossociológicos no mesmo local (Fazenda Rocinha-Plantio 2009), foram encontradas um total de nove espécies, sendo que entre essas, seis eram da mesma espécie, dentre elas *Croton urucurana* (Baill.), *Guazuma ulmifolia* (Lam.), *Cecropia pachystachya* (Trécul), *Inga sessilis* (Vell.) Mart., *Myrsine umbellata* (Mart.) e *Tapirira guianensis* (Aubl.).

No ano de 2012, foram plantadas 49 espécies, no total de 1.672 mudas, no Rancho Queimado. Em 2022, no mesmo local (Rancho Queimado-Plantio 2012), foi encontrado um total de 19 espécies, das quais 14 espécies são comuns aos dois levantamentos (ano 2012 e 2022): *Croton floribundus* (Spreng.), *Croton urucurana*, *Inga sessilis*, *Guazuma ulmifolia*, *Inga laurina* (Sw.) Willd., *Cecropia pachystachya*, *Schinus terebinthifolia* (Raddi), *Dipteryx alata* (Vogel), *Tabebuia roseoalba* (Ridl.) Sandwith, *Clitoria fairchildiana* (R.A.Howard), *Albizia niopoides* (Spruce ex Benth.) Burkart, *Aspidosperma cylindrocarpon* (Müll.Arg.) e *Lithraea molleoides* (Vell.) Engl.

No ano de 2015, foram plantadas 36 espécies, no total de 2.331 mudas na área Beija Flor. No mesmo local (Beija Flor-Plantio 2015), no ano de 2022, foram encontradas 18 espécies, das quais 14 foram comuns aos dois levantamentos (ano 2015 e 2022): *Guazuma ulmifolia*, *Inga sessilis*, *Piptadenia gonoacantha* (Mart.) J.F.Macbr., *Samanea tubulosa* (Benth.) Barneby & J.W.Grimes, *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong, *Croton floribundus*, *Tapirira guianensis*, *Aspidosperma subincanum* (Mart.), *Jacaranda cuspidifolia* (Mart.), *Triplaris americana* (L.), *Cariniana legalis* (Mart.) Kuntze. e *Luehea divaricata* (Mart.).

A seguir são apresentadas as tabelas (Tabelas 13, 14 e 15) extraídas do Banco de dados do Departamento Municipal de Água e Esgoto- DMAE das espécies plantadas nas áreas em recuperação nos anos de 2009, 2012, 2015 pelo Programa Buriti na bacia do rio Uberabinha e bacia Bom Jardim à montante das captações para abastecimento público da cidade de Uberlândia, MG.

Tabela 13: Espécies plantadas nas áreas em recuperação em 2009 pelo Programa Buriti

Fazenda Rocinha-Plantio 2009		
Família	Espécies	Quantidade plantadas
Lamiaceae	<i>Aegiphila sellowiana</i>	341
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	341
Fabaceae	<i>Machaerium aculeatum</i>	341
Fabaceae	<i>Piptadenia gonoacantha</i>	341
Canabaceae	<i>Trema micranta</i>	341
Myristicaceae	<i>Virola sebifera</i>	341
Calophyllaceae	<i>Calophyllum brasiliense</i>	208
Fabaceae	<i>Dipteryx alata</i>	221
Malvaceae	<i>Luehea divaricata</i>	265
Sapindaceae	<i>Matayba guianensis</i>	164
Rhamnaceae	<i>Rhamnidium elaeocarpum</i>	184
Rubiaceae	<i>Alibertia sessilis</i>	208
Lecythidaceae	<i>Cariniana estrellensis</i>	217
Fabaceae	<i>Copaifera langsdorffii</i>	261
Fabaceae	<i>Hymenaea</i>	261
Celastraceae	<i>Salacia elliptica</i>	217
Combretaceae	<i>Terminalia brasiliensis</i>	261
Cecropiaceae	<i>Cecropia</i>	342
Malvaceae	<i>Chorisia speciosa</i>	341
Euphorbiaceae	<i>Croton urucurana</i>	341
Fabaceae	<i>Enterolobium contortissiliquum</i>	341
Anacardiaceae	<i>Lithraea Molleoides</i>	341
Primulaceae	<i>Myrsine umbellata</i>	341
Salicaceae	<i>Casearia mariquitensis</i>	222
Rubiaceae	<i>Genipa americana</i>	208
Meliaceae	<i>Guarea guidonia</i>	184
Fabaceae	<i>Inga laurina</i>	208
Fabaceae	<i>Inga sessilis</i>	208
Fabaceae	<i>Platypodium elegans</i>	221
Burseraceae	<i>Protium heptaphyllum</i>	207
Bignoneaceae	<i>Tabebuia avellanedeia</i>	185
Bignoneaceae	<i>Tabebuia roseoalba</i>	184
Bignoneaceae	<i>Tabebuia serratifolia</i>	185

Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i>	207
Total		8779

Tabela 14: Espécies plantadas nas áreas em recuperação em 2012 pelo Programa Buriti

Rancho Queimado-Plantio 2012		
Familia	Species	Quantidade
Anacardiaceae	<i>Schinus terebinthifolia</i>	43
Fabaceae	<i>Dipteryx alata</i>	3
Fabaceae	<i>Anadenanthera macrocarpa</i>	27
Anacardiaceae	<i>Schinus terebinthifolia</i>	31
Anacardiaceae	<i>Copaifera langsdorffii</i>	38
Cecropiaceae	<i>Cecropia pachystachia</i>	51
Anacardiaceae	<i>Psidium guajava</i>	41
Fabaceae	<i>Inga edulis</i>	71
Fabaceae	<i>Tabebuia impetiginosa</i>	32
Fabaceae	<i>Hymenaea courbaril</i>	43
Malvaceae	<i>Ceiba speciosa</i>	25
Verbenaceae	<i>Citharexylum myrianthum</i>	40
Apocynaceae	<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i>	25
Primulaceae	<i>Rapanea guianensis</i>	105
Fabaceae	<i>Clitoria fairchildiana</i>	44
Euphorbiaceae	<i>Croton floribundus</i>	75
Fabaceae	<i>Albizia niopoides</i>	20
Calophyllaceae	<i>Calophyllum brasiliense</i>	54
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	39
Euphorbiaceae	<i>Croton urucurana</i>	69
Fabaceae	<i>Peltophorum dubium</i>	38
Bignoneaceae	<i>Tabebuia serratifolia</i>	39
Bignoneaceae	<i>Tabebuia róseoalba</i>	30
Meliaceae	<i>Guarea guidonia</i>	31
Bignoneaceae	<i>Jacaranda cuspidifolia</i>	51
Celastraceae	<i>Salacia elliptica</i>	2
Rhamnaceae	<i>Rhamnidium elaeocarpum</i>	31
Moraceae	<i>Maclura tinctoria</i>	28
Fabaceae	<i>Parapiptadenia rígida</i>	31

Myrtaceae	<i>Eugenia uniflora</i>	34
Rutaceae	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	10
Malvaceae	<i>Luehea divaricata</i>	20
Sapindaceae	<i>Matayba elaeagnoides</i>	29
Lecythidaceae	<i>Cariniana legalis</i>	27
Magnoliaceae	<i>Talauma ovata</i>	45
Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i>	2
Rubiaceae	<i>Genipa americana</i>	73
Primulaceae	<i>Rapanea gardneriana</i>	19
Fabaceae	<i>Inga laurina</i>	41
Sapotaceae	<i>Pouteria torta</i>	39
Lamiaceae	<i>Aegiphila sellowiana</i>	24
Lecythidaceae	<i>Cariniana estrellensis</i>	21
Crassulaceae	<i>Cotyledon orbiculata</i>	10
Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i>	29
Myrtaceae	<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	9
Myrtaceae	<i>Eugenia dysenterica</i>	4
Caryocaraceae	<i>Caryocar brasiliense</i>	4
Anacardiaceae	<i>Lithraea molleoides</i>	16
Rubiaceae	<i>Alibertia sessilis</i>	21

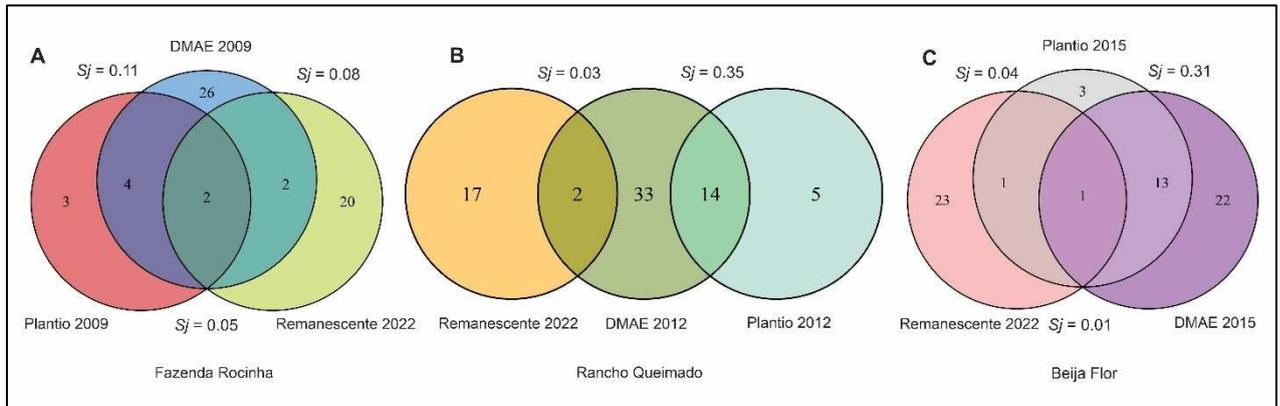
Tabela 15: Espécies plantadas nas áreas em recuperação em 2012 pelo Programa Buriti

Beija Flor-Plantio 2015		
Familia	Species	Quantidade
Rhamnaceae	<i>Rhamnidium elaeocarpum</i>	15
Meliaceae	<i>Guarea guidonia</i>	32
Polygonaceae	<i>Triplaris americana</i>	64
Verbenaceae	<i>Citharexylum myrianthum</i>	30
Myrtaceae	<i>Eugenia pyriformis</i>	103
Fabaceae	<i>Inga sessilis</i>	350
Rubiaceae	<i>Genipa americana</i>	52
Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i>	301
Magnoliaceae	<i>Talauma ovata</i>	44
Crassulaceae	<i>Cotyledon orbiculata</i>	42
Lauraceae	<i>Cinnamomum verum</i>	44

Fabaceae	<i>Anadenanthera macrocarpa</i>	67
Fabaceae	<i>Copaifera langsdorffii</i>	20
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i>	79
Bignoniaceae	<i>Tabebuia avellanedea</i>	45
Laureceae	<i>Laurus nobilis</i>	70
Malvaceae	<i>Chorisia speciosa</i>	86
Myrtaceae	<i>Eugenia uniflora</i>	21
Fabaceae	<i>Anadenanthera peregrina</i>	65
Malvaceae	<i>Luehea divaricata</i>	4
Fabaceae	<i>Dipteryx alata</i>	24
Myrtaceae	<i>Eugenia dysenterica</i>	15
Anacardiaceae	<i>Anacardium occidentale L</i>	33
Euphorbiaceae	<i>Croton floribundus</i>	45
Fabaceae	<i>Albizia niopoides</i>	24
Mirthaceae	<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	27
Apocynaceae	<i>Aspidosperma subincanum</i>	15
Anacardiaceae	<i>Astronium fraxinifolium</i>	47
Bignoniaceae	<i>Jacaranda cuspidifolia</i>	105
Lecythidaceae	<i>Cariniana legalis</i>	137
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	200
Fabaceae	<i>Piptadenia gonoacantha</i>	17
Fabaceae	<i>Samanea tubulosa</i>	27
Fabaceae	<i>Enterolobium contortissiliquum</i>	44
Fabaceae	<i>Tamarindus indica</i>	20
Caryocaraceae	<i>Caryocar brasiliense</i>	17

A comparação florística entre o banco de dados de DMAE, os remanescentes amostrados no ano de 2022 (Remanescente Plantio-2009-2012-2015) e as áreas que receberam os plantios (Fazenda Rocinha-Plantio 2009; Rancho Queimado-Plantio 2012; Beija Flor-Plantio 2015), indicaram maiores similaridades pelo índice de Jaccard entre os dados do DMAE 2012 e Plantio-2012 no Rancho Queimado (35%; Figura 12B) e os dados do DMAE 2015 e Beija Flor-Plantio 2015 (31%; Figura 12C).

Figura 12 - Diagrama de Venn de espécies exclusivas e compartilhadas entre banco de dados de DMAE, os remanescentes amostrados no ano de 2022 (Remanescente Plantio-2009-2012-2015) e as áreas que receberam os plantios (Fazenda Rocinha-Plantio 2009; Rancho Queimado



Fonte: A autora (2024)

As análises pelo índice de *Jaccard* indicou baixa similaridade entre todas as áreas de regeneração e seus respectivos remanescentes de comparação, a saber: Fazenda Rocinha-Plantio 2009 e Remanescente-Plantio 2009 (5%) e Beija Flor-Plantio 2015 e Remanescente-Plantio 2015 (4%), como pode ser observado na Figura 12. Não houve compartilhamento entre Rancho Queimado-Plantio 2012 e Remanescente-Plantio 2012.

Foram amostrados um total de 719 indivíduos, distribuídos em 84 espécies, pertencentes a 65 gêneros e 51 famílias. Entre as áreas em recuperação, a área Rancho Queimado-Plantio 2012 apresentou o maior número de espécies (19), seguido de Beija Flor-Plantio 2015 (18) e Fazenda Rocinha-Plantio 2009 (9). A área Remanescente-Plantio 2015 apresentou a maior riqueza de espécies (25), seguida de Remanescente-Plantio 2009 (24) e Remanescente-Plantio 2012 (19).

Para as áreas em recuperação, *Fabaceae* foi a família com maior representatividade em relação ao número de espécies para Rancho Queimado-Plantio 2012 (8). *Anacardiaceae* destacou-se com três espécies para Fazenda Rocinha-Plantio 2009. Ambas as famílias destacaram-se em Remanescente-Plantio 2015, com três espécies cada. *Anacardiaceae* apresentou três espécies em Remanescente-Plantio 2012. *Fabaceae* apresentou duas espécies em Remanescente-Plantio 2009.

Em relação ao número de indivíduos por espécies, *Inga sessilis* destacou-se nas três áreas em recuperação, com maior número na Fazenda Rocinha-Plantio 2009, no total de 53, que representa 18,7%. Para as áreas remanescentes, *Tapirira guianensis* destacou-se, com 49

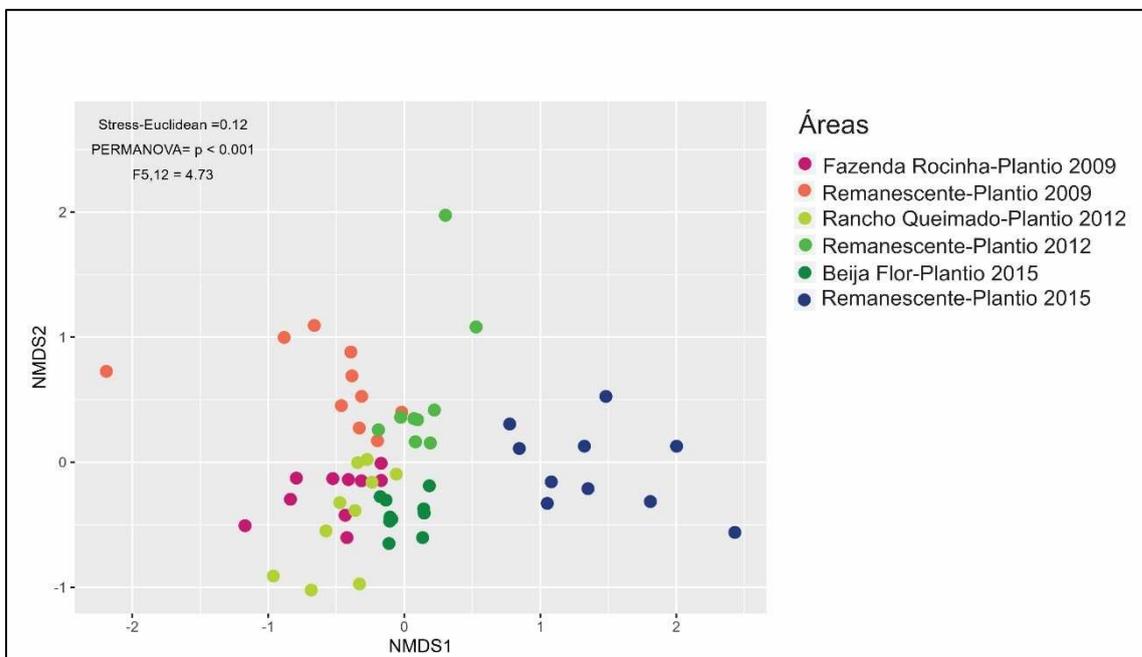
indivíduos (24%) para Remanescente-Plantio 2009 e 22 indivíduos para Remanescente-Plantio 2012 (12%). *Tapirira obtusa* (Benth.) J.D.Mitch., com 38 indivíduos (28,4%), foi a mais representativa para Remanescente-Plantio 2015.

Em relação às áreas de recuperação e remanescente, entre Fazenda Rocinha-Plantio 2009 e Remanescente-Plantio 2009, *Anacardiaceae* destacou-se com o maior número de indivíduos, representado por *Tapirira guianensis* (19; 49, respectivamente); entre Rancho Queimado-Plantio 2012 e Remanescente-Plantio 2012, *Cecropiaceae* foi a família em comum, representada pela espécie *Cecropia* sp.; entre Beija Flor-Plantio 2015 e Remanescente-Plantio 2015, *Anacardiaceae* foi a família em comum.

Da riqueza total dos 719 indivíduos amostrados, distribuídos em 84 espécies, 62 espécies (73,8%) ocorreram exclusivamente em uma área, 17 espécies (20,23%) foram comuns a duas áreas. *Inga sessilis* foi comum às três áreas em recuperação. *Tapirira guianensis* não foi amostrada apenas no Remanescente-Plantio 2012. Não houve espécie comum às seis áreas.

A NMDS indicou que a composição de espécies variou significativamente entre as áreas (PERMANOVA: $F_{5,12} = 4,73$; $p < 0,001$), como pode ser verificado na Figura 13.

Figura 13 - Diagrama de ordenação da análise de NMDS das áreas em recuperação e remanescentes amostradas



Fonte: A autora (2024)

O número de espécies compartilhadas no levantamento de 2022 foram baixas entre as

áreas em recuperação, comparadas ao banco de dados florísticos do DMAE referentes aos plantios nos anos de 2009, 2012 e 2015, respectivamente e, pelo índice de *Jaccard*, a similaridade entre as áreas remanescentes e os plantios também foram baixas. As diferenças entre as classes de solo têm efeito na composição e estrutura das comunidades lenhosas do Cerrado (Medeiros; Walter, 2012). Isso contribui para inferir que os fatores edáficos foram responsáveis por importantes mudanças na estrutura da comunidade e na diversidade de espécies vegetais.

A falta de identificação dos limiares de restauração (solo degradado, fogo constante, utilização de espécies inapropriadas) pode levar a projetos de recuperação mal sucedidos ou ao desperdício de esforços em ambientes nos quais processos autógenos poderiam naturalmente conduzir à recuperação (Hobbs, 2007). Em outros casos, a exemplo das áreas em recuperação abordadas, os ecossistemas podem evoluir para um estado alternativo, distinto do seu estado natural prévio, anterior à perturbação (Suding; Lejeune; Seastedt, 2004).

A diversidade florística foi menor na Fazenda Rocinha-Plantio 2009 em comparação com Remanescente-Plantio 2009, com uma maior uniformidade de distribuição dos indivíduos. A área Rancho Queimado-Plantio 2012 também apresentou baixa diversidade, provavelmente devido a ação antrópica na área. Do mesmo modo, Beija Flor-Plantio 2015 apresentou baixa diversidade comparado ao Remanescente-Plantio 2015. Os valores encontrados neste estudo para a diversidade de Shannon-Weaver estão abaixo dos encontrados por Naves (2018), Verly *et al.* (2020) e Pereira *et al.* (2020).

4.2 Estrutura da comunidade

Entre as áreas analisadas existem diferenças nos valores de abundâncias relativas (Kruskal-Wallis: $H = 16.11$; $p < 0,05$). As cinco espécies mais abundantes de cada área representam aproximadamente 87,97%, 56,48%, 68,58%, 71,68%, 66,49% e 56,15% do Valor de Importância (IVI) total para Fazenda Rocinha-Plantio 2009, Remanescente-Plantio 2009, Rancho Queimado-Plantio 2012, Remanescente-Plantio 2012, Beija Flor-Plantio 2015 e Remanescente-Plantio 2015, respectivamente, como pode ser verificado nas tabelas 1, 2, 3, 4, 5 e 6.

Entre a Fazenda Rocinha-Plantio 2009 e a Remanescente Plantio-2009, *Tapirira guianensis* foi a espécie comum com IVI de 24,63 e 61,52, respectivamente, isso se deve ao

fato dos elevados valores de Densidade Relativa (9,64%; 20,62%; respectivamente) e Dominância Relativa (5,68%; 29,13%; respectivamente), conforme tabelas 1 e 2.

A espécie comum entre Rancho Queimado-Plantio 2012 e Remanescente-Plantio 2012, corresponde a *Cecropia* sp. com IVI de 22,06 (DR = 8,43%; DoR = 2,76%) e 85,68 (DR = 54,49%; DoR = 10,78%) respectivamente, Tabelas 3 e 4. *Inga sessilis* foi a espécie comum às três áreas em recuperação: Fazenda Rocinha-Plantio 2009 (IVI = 80,42), Rancho Queimado-Plantio 2012 (IVI = 88,12) e Beija Flor-Plantio 2015 (IVI = 43,78), Tabelas 1, 3 e 5. O maior IVI desta espécie foi na área Rancho Queimado-Plantio 2012, devido aos seus maiores valores de Densidade Relativa (21,69%) e Dominância Relativa (53,39%).

A espécie *Tapirira guianensis* foi identificada em duas áreas, com maior IVI em Remanescente Plantio-2009 (61,52) em comparação ao Remanescente Rancho Queimado-Plantio 2012 (41,17). *Guazuma ulmifolia* ocorreu em duas áreas em recuperação, com maior IVI na Fazenda Rocinha-Plantio 2009 (44,75) em comparação a Beija Flor-Plantio 2015 (37,93). *Croton floribundus* foi comum em duas áreas: Rancho Queimado-Plantio 2012 (IVI = 63,56) e Beija Flor-Plantio 2015 (IVI = 21,44). O maior IVI desta espécie para Rancho Queimado-Plantio 2012 foi devido aos maiores valores de Densidade relativa (27,71%) e Dominância relativa (20,64 %), (Tabelas 2, 4 e 6).

O índice de diversidade de Shannon-Wiever (H') e Equabilidade de Pielou (J) para as seis áreas foram, respectivamente: Fazenda Rocinha-Plantio 2009 (1,88 e 0,86); Remanescente Plantio-2009 (2,51 e 0,79); Rancho Queimado-Plantio 2012 (2,38 e 0,79); Remanescente Rancho Queimado-Plantio 2012 (1,79 e 0,60); Beija Flor-Plantio 2015 (2,45 e 0,85); Remanescente Beija Flor 2015 (2,72 e 0,84).

As abundâncias relativas variam de forma significativa entre as áreas. Destaca-se as espécies *Tapirira guianensis*, *Cecropia pachystachya*, *Inga sessilis*, *Guazuma ulmifolia* e *Croton floribundus*, presentes em todos os ambientes com IVI elevados. Esse fato, especialmente nas áreas remanescentes, sugere um nível considerável de degradação e espécimes em estágio iniciais de sucessão. Por outro lado, são espécies que se adaptaram em vários ambientes.

4.3 Caracterização edáfica

Entre as áreas em recuperação e remanescentes foi observado uma grande variabilidade

nas propriedades físicas e químicas do solo, ou seja, os fatores se diferem entre as áreas recuperadas e remanescentes. Nas áreas Beija Flor-Plantio 2015 e Remanescente-Plantio 2015 destacaram as variáveis Silte, Argila, Areia Grossa, Matéria Orgânica e $\text{pH}^{\text{H}_2\text{O}}$ (Figura 14). Entre Rancho Queimado-Plantio 2012 e Remanescente-Plantio 2012 ocorre variabilidade dos atributos do solo, sendo que a área em recuperação apresenta textura arenosa (877 g/Kg^{-1}), baixos teores de Silte, bem como baixa MO (Tabela 16). Fazenda Rocinha-Plantio 2009 e Remanescente Plantio-2009 apresentaram maiores diferenças nos atributos do solo, sendo a fração areia grossa e silte as principais propriedades que separa Remanescente-Plantio 2009 (Tabela 16).

Em média, a densidade do solo é menor nas áreas remanescentes ($0,73 \text{ g/cm}^3$) em detrimento das áreas em recuperação ($1,11 \text{ g/cm}^3$), conforme tabela 16. Consequentemente, nessas áreas também ocorre maior porcentagem de poros do solo (Tabela 16). A densidade do solo está correlacionada positivamente com densidade de partículas (0,9) e negativamente correlacionada com a porosidade (-1,0) e a MO (-0,8) (Figura 14). Por sua vez, a MO é inversamente proporcional á fração areia (-0,6) e positivamente correlacionado com a argila (0,6) e silte (0,9), como apresentado na figura 14.

Tabela 16 - Teste de Tukey, Scott Not e Kruskal-Wallis para os atributos do solo das áreas em recuperação e remanescentes

Área	RECUPERAÇÃO			REMANESCENTE		
	1	2	3	1	2	3
Ds (g cm^{-3})	b $1,0 \pm 0,1$	a $1,5 \pm 0,1$	c $0,8 \pm 0,1$	bc $0,91 \pm 0,1$	d $0,35 \pm 0,1$	bc $0,93 \pm 0,1$
Dp (g cm^{-3})	a $2,4 \pm 0,1$	a $2,5 \pm 0,1$	c $2,0 \pm 0,1$	b $2,2 \pm 0,1$	d $1,7 \pm 0,1$	b $2,3 \pm 0,1$
Porosidade (%)	b $59,7 \pm 2,2$	c $39,1 \pm 3,6$	b $58,9 \pm 3,5$	b $58,9 \pm 5,9$	a $79,2 \pm 4,5$	b $58,7 \pm 3,4$
MO (dag kg^{-1})	c $16,2 \pm 0,7$	d $3,9 \pm 0,2$	b $27,6 \pm 5,4$	c $14,8 \pm 3,6$	a $38,0 \pm 6,1$	d $6,8 \pm 1,4$
pH (H^2O)	a $5,3 \pm 0,2$	a $5,2 \pm 0,3$	b $5,0 \pm 0,2$	c $4,6 \pm 0,3$	c $4,5 \pm 0,2$	c $4,4 \pm 0,1$
Areia F (g Kg^{-1})	c $68,9 \pm 2,1$	a $357,8 \pm 77,5$	b $256,2 \pm 3,8$	c $88,2 \pm 2,1$	c $37,4 \pm 26,7$	b $221,8 \pm 52,4$
Areia G (g Kg^{-1})	cd $152,6 \pm 8,2$	a $519,2 \pm 80,2$	d $104,5 \pm 35,0$	bc $203,6 \pm 77,7$	b $269,4 \pm 57,1$	b $253,6 \pm 47,7$
Silte (g Kg^{-1})	b $66,5 \pm 6,5$	b $14,2 \pm 5,1$	a $253,8 \pm 101$	b $71,7 \pm 30,7$	a $209,2 \pm 44,0$	b $49,7 \pm 21,8$

Argila
(g Kg⁻¹)

a 712,0 ± 10,0 d 109,0 ± 7,2 c 385,5 ± 65 a 636,5 ± 102,3 b 484,0 ± 55,6 b 474,9 ± 66,6

Área 1: Beija Flor- Plantio 2015 e Remanescente Plantio-2015; Área 2 : Rancho Queimado- Plantio 2012 e Remanescente- Plantio 2012;

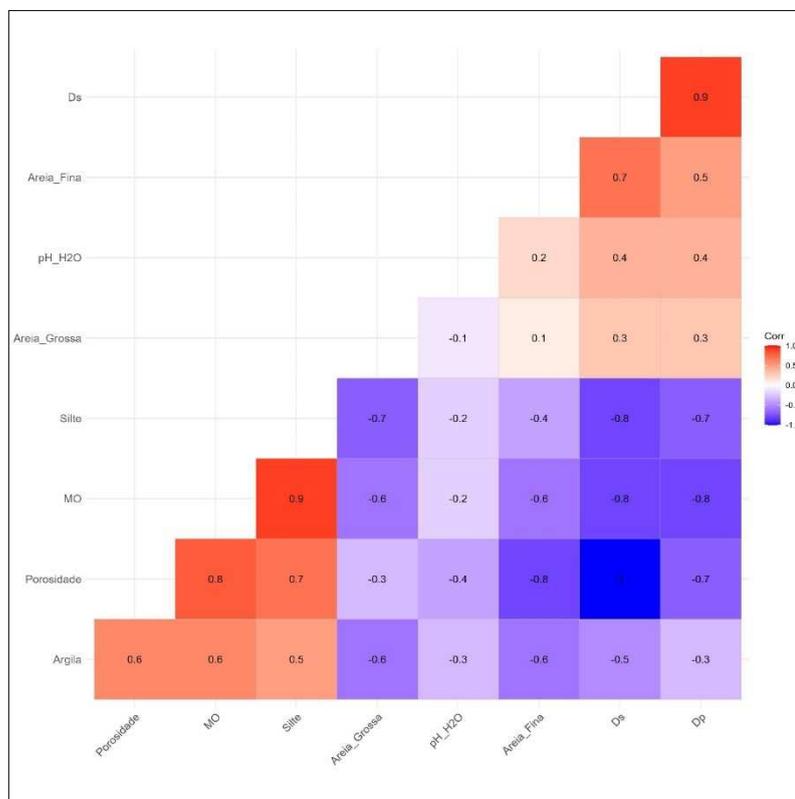
Área 3 : Fazenda Rocinha-Plantio 2009 e Remanescente Plantio-2009;

Ds: Densidade do solo; Dp: Densidade de partículas; Porosidade (%): Por(%); MO: Matéria orgânica; Ph-H₂O.

As letras iguais na mesma coluna referem-se as áreas que são estatisticamente iguais.

Na PCA as outra propriedades do solo que separam areas entre sim, por exemplo a densidade do solo esta correlacionada com areia fina, solos com mais areia fina possui maior densidade devido ao quatzó.

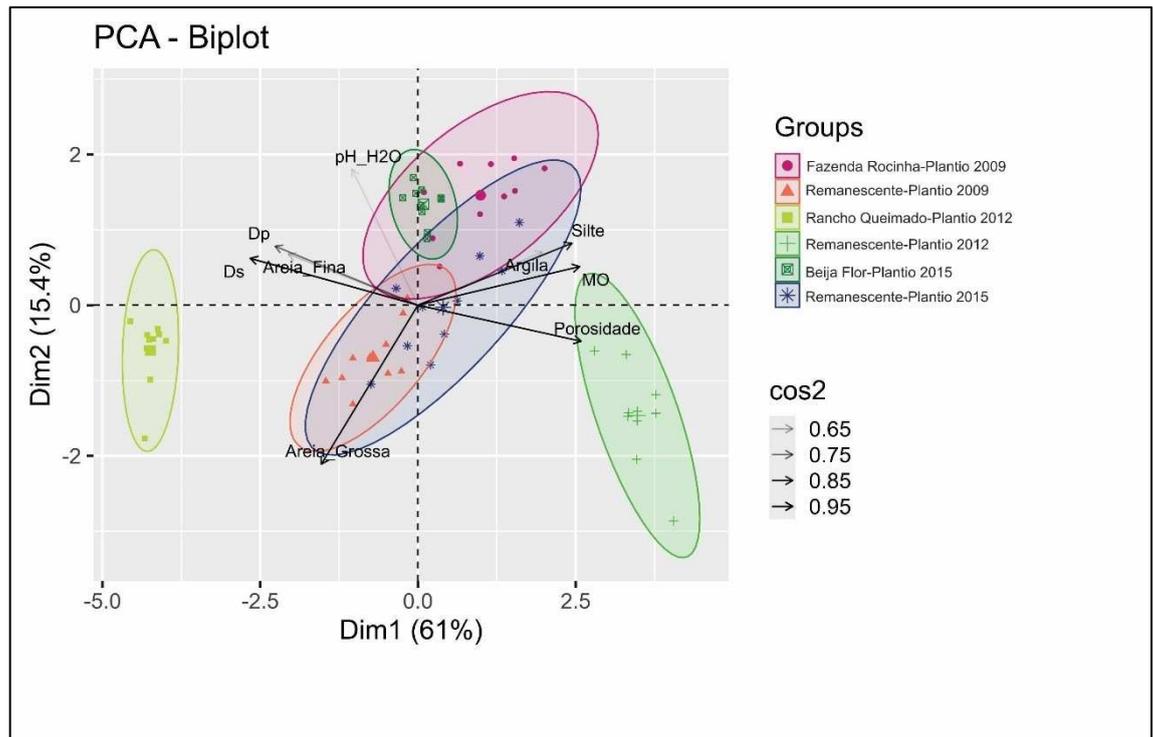
Figura 14 - Correlograma dos atributos do solo das áreas em recuperação e remanescentes. Legenda: Ds: Densidade do solo; Dp: Densidade de partículas; MO: Matéria orgânica.



Fonte: A autora (2024)

Algumas variáveis formaram grupos (Figura 15), como pode ser observado, principalmente Ds, Dp e Areia fina, que isolou Rancho Queimado-Plantio 2012; Matéria Orgânica e Porosidade que separou Remanescente-Plantio 2012. Os dois primeiros eixos da PCA explicaram 76,4% da variabilidade dos dados de solo.

Figura 15 - Análise de componentes principais (PCA) para as variáveis edáficas das diferentes áreas em regeneração e remanescentes na Bacia do rio Uberabinha, Minas Gerais, Brasil. O nível de correlação de Pearson de cada vetor é indicado como \cos^2 . Ds: Densidade do solo; Dp: Densidade de partículas; MO: Matéria orgânica.



Fonte: A autora (2024)

O primeiro eixo explicou 61% da variância, foi positivamente correlacionado e obteve maior contribuição da Porosidade ($R = 0,92$), MO ($R = 0,91$), Silte ($R = 0,87$) e Argila ($R = 0,70$); e negativamente correlacionado com Areia Grossa ($R = -0,92$), Areia Fina ($R = -0,73$), Ds ($R = -0,95$) e Dp ($R = -0,80$). Para o primeiro eixo, o $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ obteve o menor valor de contribuição ($R = -0,37$). O segundo eixo da PCA apresentou baixa explicação para a variabilidade dos dados (15,4%).

As condições edáficas são diferentes entre as áreas em recuperação e as remanescentes, tendo sido verificado um diminuto número de espécies compartilhadas, o que pode ser resultado de uma profunda alteração no solo antes descoberto e possivelmente usado para pastagens e outras atividades antrópicas. Isso evidencia que os projetos de recuperação devem dedicar

esforços também na recuperação dos solos como, por exemplo, transposição e adubação verde (Souza; Gonçalves, 2019).

Ademais, seleção das espécies plantadas pode ter um impacto significativo na recuperação de áreas degradadas. Se as espécies escolhidas não forem adequadas às condições edáficas locais, como tipo de solo, umidade e nutrientes, a recuperação pode ser comprometida. Espécies inadequadas podem ter dificuldades em se estabelecer, resultando em uma baixa similaridade florística com áreas remanescentes nativas.

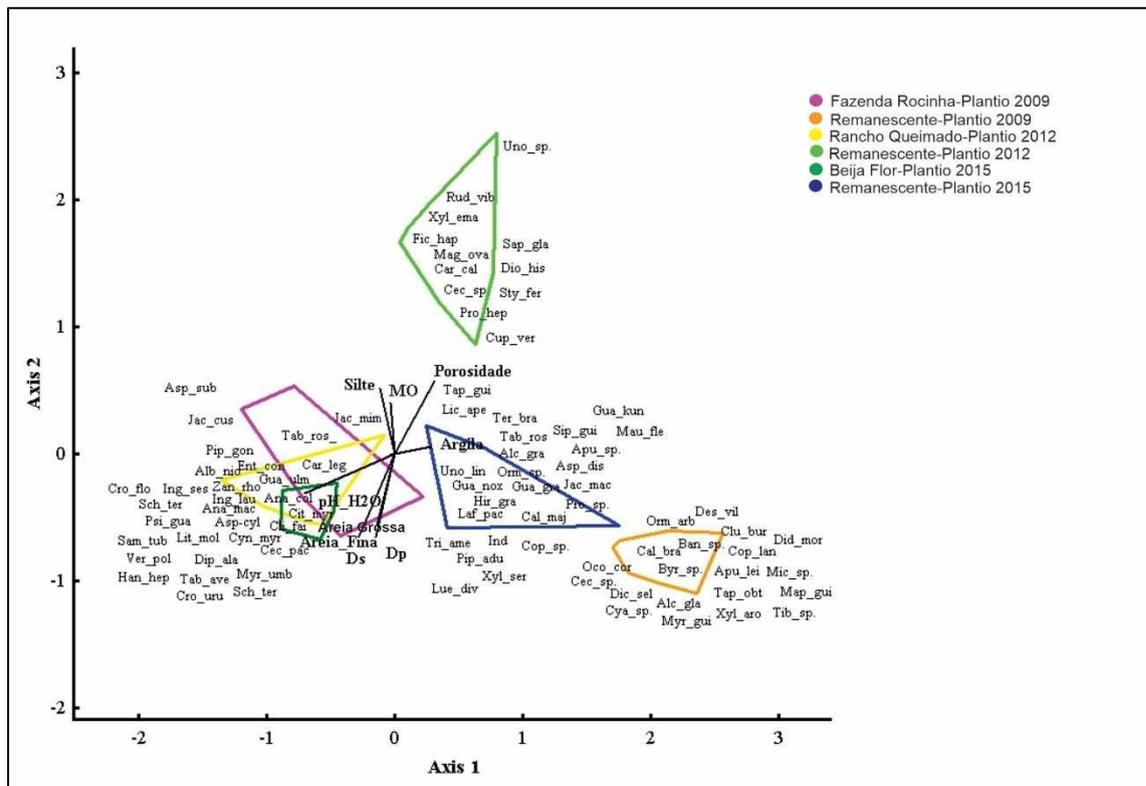
4.4 Relação solo-vegetação

O diagrama de ordenação da CCA separou quatro grupos de acordo com as variáveis do solo (Figura 16). O primeiro eixo da CCA explicou 12,4% da composição de espécies com diferenças nas propriedades do solo, enquanto o segundo eixo explicou 8,3%. O primeiro grupo, formado pelas parcelas da área Remanescente-Plantio 2009, correlacionou com Argila; o segundo grupo, formado pelo Remanescente-Plantio 2015, também correlacionou com Argila; o terceiro grupo, formado pelas parcelas do Remanescente-Plantio 2012, correlacionou principalmente com Porosidade; e o quarto grupo, formado pelas parcelas da Fazenda Rocinha-Plantio 2009, Rancho Queimado-Plantio 2012, Beija Flor-Plantio 2015, correlacionou com Areia Grossa, Areia Fina, Ds, Dp e pH_{H_2O} .

Na CCA, apenas o autovalor do primeiro eixo (0,839) foi significativo ($p = 0,001$). O coeficiente de determinação da correlação de Pearson do primeiro eixo, obtido pelo teste de Monte Carlo, indicou correlações significativas entre a abundância das espécies com as variáveis edáficas ($R = 0,957$; $p = 0,001$). Para abundância, o primeiro eixo apresentou correlação positiva alta ($R > 0,6$) com Porosidade e correlação negativa alta ($R > - 0,6$) com Ds, Dp, Areia Grossa e Areia Fina.

A distribuição das abundâncias das espécies, em relação às variáveis edáficas, seguiu o mesmo padrão (Figura 16). Relacionado aos parâmetros estruturais, as espécies que se correlacionaram principalmente com pH_{H_2O} , Areia Grossa e Fina, Ds e Dp foram aquelas com os maiores IVIs para Fazenda Rocinha-Plantio 2009, Rancho Queimado-Plantio 2012 e Beija Flor-Plantio 2015: *Croton floribundus* Spreng., *Inga sessilis* (Vell.) Mart., *Schinus terebinthifolia* Raddi, *Piptadenia gonoacantha* (Mart.) J.F. Macbr., *Citharexylum myrianthum* Cham. e *Guazuma ulmifolia* Lam.

Figura 16 - Análise de correspondência canônica (CCA), abundância de espécies e parcelas em função das variáveis edáficas, áreas em regeneração e remanescentes na Bacia do Rio Uberabinha, Minas Gerais, Brasil.



Fonte: A autora (2024)

As espécies que obtiveram uma maior correlação com Argila foram aquelas com os maiores IVIs para Remanescente-Plantio 2009 e Remanescente-Plantio 2015: *Mauritia flexuosa* L. f., *Tapirira obtusa* (Benth.) J.D. Mitch., *Myrsine guianensis* (Aubl.) Kuntze, *Siparuna guianensis* Aubl. e *Xylopia sericea* A. St.-Hil. As espécies que se correlacionaram principalmente com Porosidade foram as com os maiores IVIs para Remanescente-Plantio 2012: *Xylopia emarginata* Mart., *Tapirira guianensis* Aubl. e *Cecropia* sp.

O diagrama de ordenação da Análise de Correspondência Canônica (CCA) mostrou que as variáveis do solo estão relacionadas com composição das espécies em três grupos distintos. A forte correlação positiva ($R > 0,6$) com Ds sugere que a densidade do solo influencia positivamente a abundância. Os resultados de Densidade do solo estão relacionados e/ou ligados com a composição e estrutura do solo, sendo os maiores valores Ds, com menor acúmulo de água e matéria orgânica. Um solo denso apresenta uma redução nos poros, na

permeabilidade e na infiltração de água, o que dificulta o estabelecimento da cobertura vegetal, bem como a recuperação das áreas degradadas por revegetação (Rocha *et al.*, 2020).

A maior densidade de solo observada nas áreas em recuperação, em detrimento dos remanescentes, demonstra um histórico de compactação típico de uma área que passou por longo período desnudada de vegetação e/ou frequentada por gado. Por outro lado, a separação entre áreas com maior fração de Areia das áreas com maior teor de MO ou com maior fração Argila pode indicar a distinção entre microambientes que compunham a paisagem original das áreas. Características de areia grossa, areia fina e pH baixo caracterizam a área Remanescente-Plantio 2009, por exemplo, não são os mesmos parâmetros encontrados em sua respectiva área de recuperação. O mesmo ocorre para os Remanescentes-Plantio 2015 e, em menor nível, para Remanescente-Plantio 2012.

Por outro lado, uma forte correlação negativa ($R < -0,6$) entre Porosidade, Matéria Orgânica, Areia Grossa, Silte e Argila sugere que à medida que essas variáveis do solo aumentam, a abundância das espécies diminui. Outros fatores não mensurados neste estudo poderiam estar influenciando a distribuição das espécies, uma vez que nas áreas com os maiores valores para as propriedades mencionadas, foram observados sinais de fogo e nítida diminuição da diversidade de espécies.

O solo, como uma testemunha temporal dos processos de perturbação antrópica ou estabilidade da paisagem, pode nos dizer, nestes casos, que há históricos diferentes de processos que ocorreram entre os seis ambientes analisados. Devido a pressões seletivas diferentes, foram selecionadas espécies diferentes daquelas que ocorrem em áreas com fitofisionomias predominantemente compostas por Campos Úmidos, Veredas e Morundus, que representam outros ecossistemas, o que, corroborado pela fotointerpretação das áreas, indica que os esforços de restauração não se deram em áreas que originalmente sustentava fitofisionomias de áreas úmidas (Figura 11).

A área Fazenda Rocinha-Plantio 2009 é a única localizada adjacente do curso principal rio Uberabinha, na bacia de drenagem. A área está sobre depósitos desse canal, que trabalha sedimentos arenosos, principalmente da Formação Marília. Tal fato pode explicar os elevados teores de areia em comparação às demais áreas. Na área, é possível observar a ocorrência de vegetação de Veredas e Morundus, o que pode ser considerado a paisagem natural registrada pela fotografia aérea de 1964 (Figura 11C). Essa diferença isola a área no gráfico da CCA e pode explicar o porquê que, apesar dos indivíduos arbóreos se adaptarem e formarem uma comunidade com sucesso ecológico, as áreas em regeneração e os remanescentes não

compartilham da mesma assembleia de espécies.

Também é possível observar que algumas áreas recuperadas e a maioria das remanescentes apresentam fisionomias abertas, como evidenciado nas imagens de satélite nas figuras 11A e 11B, caracterizando-se como típicas Veredas e campos úmidos. Nessas áreas ocorrem solos com propriedades hidromórficas e intenso acúmulo de matéria orgânica na camada superficial, constituindo áreas úmidas do Cerrado (Ribeiro *et al.*, 2019), sendo que as condições hidromórficas do solo controlam processos e reações importantes que ocorrem nesses ambientes, com efeito no pH, o potencial redox e a condutividade eletrolítica (Nascimento *et al.*, 2018) que, por sua vez, influem no sucesso vegetacional.

Nas áreas úmidas com solos de propriedades hidromórficas, um exemplo de vegetação adaptada é a palmeira Buriti (*Mauritia flexuosa*), representando uma espécie de fitofisionomia savânica típica do ambiente de Vereda (Ramos *et al.*, 2006; Ribeiro *et al.*, 2019) no entanto sabe-se que a germinação dessa palmeira é lenta, irregular e frequentemente baixa (Paim *et al.*, 2023).

Assim, o desenvolvimento do estrato arbóreo parece ser resultado de perturbações ao longo do tempo e da implementação de programas de recomposição vegetal utilizando espécies arbóreas, sem considerar adequadamente as condições naturais das áreas em questão, visto que em razão da influência do lençol freático nas Veredas, os solos se diferenciam em Organossolos Mésicos, Gleissolos Melânicos e Gleissolos Hápicos (Ramos *et al.*, 2006), não sendo originalmente relacionados a fitofisionomias florestais e sim campestres e savânicas.

5 CONCLUSÃO

O número de espécimes compartilhadas no levantamento de 2022 foram baixos entre as áreas em recuperação comparadas com o banco de dados florísticos preexistentes e, pelo índice de *Jaccard*, a similaridade entre as áreas remanescentes e os plantios também foram baixos, podendo inferir que o desenvolvimento do estrato arbóreo parece ser resultado de perturbações ao longo do tempo e da implementação de programas de recomposição vegetal, utilizando espécies arbóreas sem considerar adequadamente as condições naturais das áreas em questão.

Baseado em alguns estudos a diversidade florística foi baixa em todas as áreas tanto quanto para os plantios e os remanescentes, pode-se depreender que estas áreas estão diretamente relacionadas às atividades antrópicas do cultivo de grãos.

As abundâncias relativas variaram de forma significativa entre as áreas. Essa situação sugere um nível considerável de degradação, especialmente nas áreas remanescentes, e as espécies presentes que se destacaram em todos os geoambientes, com elevado valor de importância, são espécies que adaptam em vários tipos de ambientes.

Sugere-se que nas áreas em que foi realizada a recuperação pelo Programa Buriti na bacia do Rio Uberabinha e bacia do Bom Jardim, à montante das áreas de captação para abastecimento público para cidade de Uberlândia (MG), a Densidade do solo e a Matéria Orgânica estão determinadas pela natureza do solo e não pelo manejo do solo.

Os resultados contribuem para o estabelecimento de critérios visando o embasamento das estratégias de regeneração das espécies nativas do Cerrado nas áreas em recuperação pelo Programa Buriti e sua conservação adotadas por órgãos e entidades locais e regionais.

Neste estudo, foram descritas informações florísticas e estruturais relevantes, bem como analisada a relação solo-vegetação de áreas em processo de recuperação ambiental e remanescentes, importantes no contexto da bacia hidrográfica do rio Uberabinha. De forma geral, as diferenças edáficas entre as áreas evidenciaram a pronunciada heterogeneidade ambiental na paisagem das veredas e mata galeria da região, em que, propriedades físicas e químicas do solo proporcionaram variações na composição da vegetação.

É necessário estabelecer o ponto de vista e os objetivos dos esforços de restauração. À primeira vista, o Programa Buriti parece ter um escopo antropocêntrico, com ênfase na sucesso dendrológico, ou seja, no pleno estabelecimento de espécies arbóreas como principal indicador de sucesso do projeto de restauração. Esta abordagem, além de lenta e cara, não incorpora a dinâmica de comunidade nem o enriquecimento das redes tróficas, carecendo de embasamento teórico fundamentado no funcionamento ecossistêmico (Bechara, 2007).

A conclusão do trabalho aponta lacunas importantes que precisam ser abordadas em futuras pesquisas, principalmente em relação à seleção inadequada de espécies arbóreas para a recomposição vegetal, sem considerar as condições ecológicas locais. Uma análise mais aprofundada sobre os critérios de escolha das espécies e a influência contínua das atividades agrícolas na biodiversidade e nas propriedades do solo das áreas em recuperação é essencial para melhorar a eficácia das estratégias de regeneração.

Além disso, é necessário implementar um monitoramento de longo prazo para avaliar as mudanças na composição florística e na estrutura das áreas ao longo do tempo. Isso permitirá ajustes nas práticas de manejo e contribuirá para o desenvolvimento de programas de

recuperação mais adaptados às características específicas do Cerrado, promovendo a conservação sustentável da biodiversidade local.

REFERÊNCIAS

- APG - The Angiosperm Phylogeny Group *et al.* An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. **Botanical Journal of the Linnean Society [S.l.]**: v. 181, n. 1, mai/2016, p. 1-20. DOI: <https://doi.org/10.1111/boj.12385>. Disponível em: <https://academic.oup.com/botlinnean/article/181/1/1/2416499>. Acesso em: 20 fev. 2023.
- AQUINO, A. R. *et al.* (Orgs.). **Sustentabilidade ambiental**. 1. ed. Rio de Janeiro: Rede Sirius, 2015, 167 p.
- ÁVILA, M. A. *et al.* Structure of natural regeneration in relation to soil properties and disturbance in two swamp forests. **CERNE**: Lavras, MG: v. 22, n. 1, p. 1-10, jan./mar. 2016. Doi: <https://doi.org/10.1590/01047760201622012086>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cerne/a/jHzsnnWFzkSMM83zGZQ8kDh/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 20 fev. 2017.
- BECHARA, E. **Uma contribuição ao aprimoramento do Instituto da Compensação Ambiental previsto na lei 9.985/2000**. 2007. 352 p. Tese (Doutorado em Direito das Relações Sociais) - Faculdade de Direito, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2007. Disponível em: <https://repositorio.pucsp.br/jspui/bitstream/handle/7713/1/Erika%20Bechara.pdf>. Acesso em 15 fev. 2022.
- BESEN, M. R. *et al.* Práticas conservacionistas do solo e emissão de gases do efeito estufa no Brasil. **Scientia Agropecuaria**, Trujillo, Peru, v. 9, n. 3, jul./set. 2018, p. 429-439. DOI: <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2018.03.15>. Disponível em: <http://www.scielo.org.pe/pdf/agro/v9n3/a15v9n3.pdf>. Acesso em: 29 set. 2022.
- BOA VENTURA, R. S. **Vereda berço das águas**. 1. ed. Belo Horizonte: Ecodinâmica, 2007, 264 p.
- BRASIL. **Flora e Funga do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>. Acesso em: 05 maio 2023.
- BRASIL. INDE - Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais. **Dados Geoespaciais**, 2023. Disponível em: <https://inde.gov.br/#>. Acesso em: 15 mar. 2023.
- BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: Atos do Poder Legislativo, Brasília, DF, ano 149, n. 102, p. 10-14, 28 maio 1997. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2012/lei-12651-25-maio-2012-613076-normaatualizada-pl.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2023.
- BRAY, J. R.; CURTIS, J. T. An Ordination of the Upland Forest Communities of Southern

Wisconsin. **Ecological Monographs: Ecological Society of America** [S.l.], v. 27, n. 4, out./1957, p. 325-349. DOI: <https://doi.org/10.2307/1942268>. Disponível em: <https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2307/1942268>. Acesso em: 23 jul. 2022.

BRITO, J. L. S. Os solos da bacia do ribeirão bom Jardim e suas relações com o relevo e os recursos hídricos, Uberlândia (MG). **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 3, n. 7, p. 20-40, out. 2002. DOI: <https://doi.org/10.14393/RCG3715298>. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/15298/8597>. Acesso em: 30 maio 2023.

BURKHARD, B. et al. Solutions for sustaining natural capital and ecosystem services. **Ecological Indicators**, v. 21, p. 1–6, 2012.

CARVALHO, P. G. S. As veredas e sua importância no domínio dos cerrados. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 15, n. 168, 1991, p. 54-56.

CHEN, H.; BOUTROS, P. C. VennDiagram: a package for the generation of highly-customizable Venn and Euler diagrams in R. **BMC Bioinformatics** [S.l.], v. 12, n. 35, jan. 2011, não paginado. DOI: <https://doi.org/10.1186/1471-2105-12-35>. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21269502/>. Acesso em: 10 jan. 2024.

COELHO JÚNIOR, M. G. et al. Restauração de paisagem socioecológica no Cerrado: o caso da vereda-da-vaca, Arinos, Minas Gerais. **Revista Cultivando o Saber**, Toledo, Paraná, v. 9, n. 3, p. 238-257, jul./set. 2018. Disponível em: https://www.fag.edu.br/upload/revista/cultivando_o_saber/5b97c22f62550.pdf. Acesso em: 17 abr. 2023.

COLETTA, B. B. D.; VASCONCELOS, T. S. Diversidade beta e sua importância na biologia da conservação. **Aprendendo Ciência**, Assis, São Paulo, v. 11, n. 1, p. 6-10, dez./2022. Disponível em: <https://seer.assis.unesp.br/index.php/aprendendociencia/article/view/2433/2021>. Acesso em: 08 abr. 2024.

Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento. **Agenda 21**. Brasília, Câmara dos Deputados, 1995, 472 p. (Série ação parlamentar nº 56). Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/528199/mod_resource/content/0/Agenda%2021.pdf. Acesso em: 15 out. 2022.

CORRÊA, G. F.; JACOMINE, P. K. T.; KER, J. C. (Org.). Reunião técnica itinerante de classificação e correlação de solos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 33., 2011, Uberlândia. **Guia de Campo**. Uberlândia: UFU, 2011. p. 99. Disponível em: <https://www.pedometria.org/febr/ctb0781>. Acesso em: 02 fev. 2023.

DAY, P. R. Particle Fractionation and Particle-Size Analysis. In: BLACK, C. A. **Methods of Soil Analysis**. Madison, Wisconsin: American Society of Agronomy, 1965, p.545-566. (Part I, Physical and Mineralogical Properties).

DURINGAN, G. *et al.* **Manual para recuperação da vegetação do Cerrado**. 3. ed. rev. e atual. São Paulo: SMA, 2011, 19 p. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/educacaoambiental/images/stories/biblioteca/permacultura/Manua>

[l_recuperacao_cerrado.pdf](#). Acesso em: 25 mar. 2023.

FAXINA, R. R. C. **Diagnóstico ambiental de veredas na bacia do rio Uberabinha: qualidade de água e sedimentos**. 2019. 88 p. Dissertação (Mestrado em Qualidade Ambiental) - Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.14393/ufu.di.2019.2334>. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/27606/8/DiagnosticoAmbientalVeredas.pdf>. Acesso em: 25 jul. 2022.

FERRAZ, Rodrigo Peçanha Demonte *et al.* (ed.) Marco referencial em serviços ecossistêmicos. Brasília, DF: Embrapa, 2019. 160 p. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Gustavo-Bayma/publication/337569371_Servicos_ecossistemicos_instrumentos_legais_e_politicos_no_Brasil/links/5ddeb26ba6fdcc2837f03abd/Servicos-ecossistemicos-instrumentos-legais-e-politicos-no-Brasil.pdf. Acesso em: 20 ago. 2024

FOCKINK, G. D. **Indicadores ecológicos de restauração florestal em áreas pós-colheita de *Pinus sp.*** 2020. 105 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2020. Disponível em: https://www.udesc.br/arquivos/cav/id_cpmenu/2415/Dissertacao_Guilherme_Diego_Fockink_16648941412549_2415.pdf. Acesso em: 11 abr. 2024.

GUERRA, A. J. T.; JORGE, M. C. O. (orgs). **Degradação dos solos no Brasil**. 1. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2014.

GUIMARÃES, R. M. L. *et al.* Intervalo ótimo para avaliação da degradação física do solo. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, Viçosa, Minas Gerais, v. 37, n. 6, p. 1512-1521, dez./2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832013000600008>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/pkY8CwxcWb9Tg9J8TN7f4Lj/?format=pdf>. Acesso em: 20 nov. 2023.

HOBBS, P. R. Conservation Agriculture: What Is It and Why Is It Important for Future Sustainable Food Production? **The Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 145, n. 2, p. 127-137, abr./2007. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0021859607006892>. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/journal-of-agricultural-science/article/abs/paper-presented-at-international-workshop-on-increasing-wheat-yield-potential-cimmyt-obregon-mexico-2024-march-2006-conservation-agriculture-what-is-it-and-why-is-it-important-for-future-sustainable-food-production/3290F8EC8123D4BFF28F936A61A49896>. Acesso em: 10 jan. 2024.

HOLANDA, F. S. R. *et al.* Crescimento inicial de espécies florestais na recomposição da mata ciliar em taludes submetidos à técnica da bioengenharia de solos. **Ciênc. Florest.**, Santa Maria, v. 20, n. 1, p. 157-166, jan./mar. 2010, DOI: <https://doi.org/10.5902/198050981770>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cflo/a/Rd34JjRGxqYTzD7QPLkLphH/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 14 abr. 2024.

KOTCHETKOFF-HENRIQUES, O.; JOLY, C. A.; BERNACCI, L. C. Relação entre o solo e

a composição florística de remanescentes de vegetação natural no Município de Ribeirão Preto, SP. **Revista Brasil. Bot.**, São Paulo, v. 28, n. 3, p. 541-562, jul./set. 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-84042005000300011>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbb/a/bJ3sSDhCjLkv8VmVzPSvwkh/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 15 abr. 2024.

MAGURRAN, A. E. **Ecological diversity an it's measurement**. 1. ed. Londres: Croom Helm Ltd, 1988.

MAGURRAN, A. E. **Measuring biological diversity**. 1. ed. Malden: Blackwell Science, 2004. 256 p.

MARTINS, P. J.; ZERBELLI, L. C.; WATZLAWICK, L. F. **Plano de recuperação de área degradada para as áreas de preservação permanente do reservatório da PCH Fazenda do Salto**. Guarapuava: AT & T Energia Ltda, 2016. Disponível em: <https://www.pchfazendadosalto.com.br/wp-content/uploads/2020/04/PRAD.pdf>. Acesso em: 22 jun. 2023.

MCCUNE, B.; MEFFORD, M. J. **PC-ORD: Multivariate analysis of ecological data**. Gleneden Beach, Oregon: MjM Software, 2011.

MEDEIROS, M. B.; WALTER, B. M. T. Composição e estrutura de comunidades arbóreas de Cerrado stricto sensu no norte do Tocantins e sul do Maranhão. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 36, n. 4, p. 673-683, ago./2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622012000400009>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rarv/a/tWCC95BKDXxLJHk849grVfB/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 03 dez. 2023.

METRO VANCOUVER. Services and solutions for a livable region. Disponível em: <http://www.metrovancouver.org/services/regional-planning/conservingconnecting/about-ecological-health/ecological-services/Pages/default.aspx>. Acesso em: 15 ago. 2024.

MEA - Millennium Ecosystem Assessment. **Ecosystemas e Bem-estar humano: Estrutura para uma Avaliação / relatório do Grupo de Trabalho da Estrutura Conceitual da Avaliação Eossistêmica do Milênio**. Tradução: Renata Lucia Bottini. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2005. 379p.

MINAS GERAIS. Lei nº 12.503 de 30 de maio de 1997. Cria o Programa Estadual de Conservação da Água. **Diário Executivo de Minas Gerais**, Belo Horizonte, 31 maio 1997. Disponível em: <https://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=627>. Acesso em: 20 dez. 2022.

MORAES, D. S. L.; JORDÃO, B. Q. Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana. **Rev Saúde Pública**, São Paulo, v. 36, n. 3, p. 370-374, jun./2002. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0034-89102002000300018>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rsp/a/qNPRVprxpJZq9bpRKmwRTYC/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 03 dez. 2023

MORI, S. A. *et al.* **Manual de manejo do herbário fanerogâmico**. 2. ed. Ilhéus, Bahia:

Centro de Pesquisas do Cacau, 1989. Disponível em:

<https://pt.scribd.com/document/469464081/Manual-de-manejo-do-herbario-fanerogamico-MORI-et-al-1989-pdf>. Acesso em: 14 abr. 2023.

MORO, M. F.; MARTINS F. R. Métodos de levantamento do componente arbóreo-arbustivo. *In*: FELFILI, J. M. *et al.* (eds.). **Fitossociologia no Brasil: métodos e estudos de casos**. Viçosa: Editora UFV, 2011, Cap. 6, p. 174-212. (Volume I). Disponível em:

https://www.researchgate.net/profile/Fernando-Martins-27/publication/285587185_Metodos_de_levantamento_do_componente_arboreo-arbustivo/links/568bca5108ae8f6ec7523000/Metodos-de-levantamento-do-componente-arboreo-arbustivo.pdf. Acesso em: 15 dez. 2023.

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: John Wiley & Sons, 1973.

NAVES, F. F. **Relações entre solo e vegetação de um cerrado localizado em ecótono savânico-florestal do Triângulo Mineiro**. 2018. 32 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Instituto de Ciências Exatas e Natural do Pontal, Universidade Federal de Uberlândia, Ituiutaba, 2018. Disponível em:

<https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/23373/3/RelacoesEntreSolo.pdf>. Acesso em: 15 set. 2023.

NASCIMENTO, D.C.; BERBERT, C. P.; RIBEIRO, B. T. Electrochemical attributes of water from Cerrado wetlands (Veredas), Triângulo Mineiro region, Brazil. *Revista Ciencia Agronomica*, Fortaleza, CE, v. 49, p. 11-21, 2018. <https://www.scielo.br/j/rca/a/g7PHg6NyHGCGZFhSjC6vnwz/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 10 jan.

NOVAIS, G. T. **Caracterização climática da mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba e do entorno da Serra da Canastra (MG)**. 2011. 175 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2011. Disponível em:

<https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/16101/1/CaracterizacaoClimaticaMesorregiao.pdf>. Acesso em: 22 fev. 2023.

OLIVEIRA, G. C.; ARAÚJO, G. M.; BARBOSA, A. A. A. Florística e zanação de espécies vegetais em veredas no Triângulo Mineiro, Brasil. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 60, n. 4, out./dez. 2009, p. 1077-1085. DOI: <https://doi.org/10.1590/2175-7860200960417>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rod/a/zWkwRvhRjYc7fg5PYyD65tF/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 22 jun. 2023.

PAIM, M. S. *et al.* Germinação de sementes e produção de mudas de buriti (*Mauritia flexuosa* L.f.). **Rev. Árvore**, Viçosa, Minas Gerais, v. 47, e4729, 2023. DOI:

<https://doi.org/10.1590/1806-908820230000029>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rarv/a/vdJW38smxTg6y5xpWGT8KGD/?format=pdf&lang=en>.

Acesso em: 10 fev. 2024.

PEREIRA, K. M. G. *et al.* Fitossociologia, volume e estoque de carbono em áreas do cerrado sensu stricto no norte de Minas Gerais. *In*: OLIVEIRA, R. J. (org.). **Engenharia Florestal:**

desafios, limites e potencialidade. 1. ed. Guarujá, SP: Editora Científica, 2020. Cap 30, p. 393-411. Disponível em: <https://downloads.editoracientifica.com.br/books/978-65-87196-43-5.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2023.

PEREIRA, T. T. C.; FIGUEIREDO, L. P. S. Veredas do Triângulo Mineiro: estudos de solos e significância socioambiental. **Rev. Geogr. Acadêmica**, Boa Vista, Roraima, v. 12, n. 2, dez. 2018, p. 138-152. Disponível em: <https://revista.ufrr.br/rga/article/view/5282/pdf>. Acesso em: 10 jul. 2023.

PIELOU, E. C. **Ecological diversity**. New York: John Willey & Sons, 1975, 165 p. DOI: <https://doi.org/10.4319/lo.1977.22.1.0174b>.

PNUD - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. **Relatório do Desenvolvimento Humano 2006**. Tradução: Instituto Português de Apoio ao Desenvolvimento (IAPD). New York: PNUD, 2006.

POST – Parliamentary Office of Science and Technology. Ecosystem Services. **Post Note**, n. 281. Disponível em: <http://www.parliament.uk/documents/upload/postpn281.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2024.

PRADO JÚNIOR, J. A. *et al.* Estrutura e caracterização sucessional da comunidade arbórea de um remanescente de floresta estacional semidecidual, Uberlândia, MG. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, Minas Gerais, v. 12, n. 39, p. 81-93, set./2011. DOI: <https://doi.org/10.14393/RCG123916329>. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/16329/9154>. Acesso em: 20 nov. 2023.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: a language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2020. Disponível em: <https://www.r-project.org/>. Acesso em: 05 jan. 2024.

RADAMBRASIL. **Folhas SF. 23/24, Rio de Janeiro/Vitória**: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra. 1. ed. Rio de Janeiro: MME, 1983. 780 p. (vol. 32).

RAMOS, M. V. V. *et al.* Veredas do Triângulo Mineiro: solos, água e uso. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 30, n. 2, p. 283-293, mar./abr. 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542006000200014>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cagro/a/vDZrGdgVNvshrfzgdLr77Zp/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 08 jan. 2024.

RIBEIRO, B. T. *et al.* Assessment of Trace Element Contents in Soils and Water from Cerrado Wetlands, Triângulo Mineiro Region. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, Viçosa, Minas Gerais, v. 43, e0180059, 2019. (Division – Soil Use and Management, Commission – Soil and Water Management and Conservation). DOI: <https://doi.org/10.1590/18069657rbcs20180059>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/vYnCKwPQzJLz9j5WY8nBYTK/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 03 fev. 2023.

ROCHA, G. M. *et al.* Atributos físicos do solo de florestas urbanas como indicadores de

degradação. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 30, n. 3, jul./set. 2020, p. 767-778. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509834637>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cflo/a/vZgkRpTDGzzNqNLMZzLkPKc/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 09 fev. 2024.

RODRIGUES, A. B. M. GIULIATTI, N. M.; PEREIRA JÚNIOR, A. Aplicação de metodologias de recuperação de áreas degradadas nos biomas brasileiros. **Braz. Ap. Sci. Rev.**, Curitiba, v. 4, n. 1, jan/fev 2020, p.333-369. DOI: <https://doi.org/10.34115/basrv4n1-021>. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BASR/article/view/6996/6148>. Acesso em: 23 fev. 2023.

ROSA, J. G. Aletria e hermenêutica. *In*: Tutameia: **terceiras estórias**. 4. ed. Rio de Janeiro: José Olympio, 1976, p. 3-12.

ROSA, J. G. **Grande Sertão**: veredas. 4. ed. Rio de Janeiro: José Olympio, 1956.

ROSA, J. G. **Sagarana**. 4. ed. Rio de Janeiro: José Olympio, 1946.

ROSA, R. M. FERREIRA, V. O.; BRITO, J. L. Mapa de reconhecimento geológico da bacia do rio Uberabinha (MG): procedimento experimental utilizando coeficientes de concordância. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 20, n. 70, jun./2019, p. 507-518. DOI: <https://doi.org/10.14393/RCG207042721>. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/42721>. Acesso em: 10 dez. 2023.

ROSSI, M. *et al.* Relação solos/vegetação em área natural no Parque Estadual de Porto Ferreira, São Paulo. **Rev. Inst. Flor**, São Paulo, v. 17, n. 1, jun./2005, p. 45-61. DOI: <https://doi.org/10.24278/2178-5031.2005171471>. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/311450472_Relacao_Solosvegetacao_em_Area_Natural_no_Parque_Estadual_de_Porto_Ferreira_Sao_Paulo. Acesso em: 20 nov. 2022.

SANTOS, E. V. *et al.* Morfopedologia, composição florística e fitossociologia em uma vereda no sudoeste de Goiás. **Geoambiente On-line**, Goiânia, n. 31, maio/ago. 2018. DOI: <https://doi.org/10.5216/revgeoamb.v0i31.51776>. Disponível em: <https://revistas.ufj.edu.br/geoambiente/article/view/51776/26338>. Acesso em: 15 nov. 2022.

SANTOS, L. C. **Compartimentação topográfica da bacia do rio Uberabinha a montante do sítio urbano de Uberlândia/MG**. 2021. 53 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) - Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/33526/1/CompartimentaçãoTopográficaBacia.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2022.

SARTORI, R. A. **Guia prático para elaboração de projeto de recuperação de áreas degradadas (PRAD) em APP**. Rio de Janeiro: IBAM, 2015. (Nota Técnica. n. 03/2015, 6 p.). Disponível em: http://www.amazonia-ibam.org.br/images/pgga/arquivos/003_prad.pdf. Acesso em 15 nov. 2022.

SILVA, R. B. M. *et al.* Relação solo/vegetação em ambiente de Cerrado sobre influência do grupo Urucuia. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 25, n.2, abr./jun. 2015, p. 363- 373. Disponível em : <http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br:80/handle/123456789/16280>. Acesso em: 20 mar. 2023.

SOUZA, L. M. F. I.; GONÇALVES, E. T. **Guia de restauração para o Cerrado mineiro: como recuperar e conservar sua fauna e flora**. Piracicaba, SP: Imaflora, 2019, 60p.

Disponível em:

https://www.imaflora.org/public/media/biblioteca/CARTILHA%201_CERRADO_DIGITAL.pdf. Acesso em 15 fev. 2023.

SOUZA, M. N. (org.). **Tópicos em recuperação de áreas degradadas**. Canoas, RS: Mérida Publishers, 2021. (Volume 1 - Recuperação de áreas degradadas: conceitos e procedimentos). Disponível em: <https://www.meridapublishers.com/17topicos/17topicos.pdf>. Acesso em: 15 nov.2022.

SUDING, K. N., LEJEUNE, K. D.; SEASTEDT, T. R. Competitive impacts and responses of an invasive weed: dependencies on nitrogen and phosphorus availability. **Oecologia [S.l.]**, v. 141, 526-535, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00442-004-1678-0>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00442-004-1678-0#citeas>. Acesso em: 05 dez. 2023.

TEIXEIRA, P. C. et al. (eds). **Manual de métodos de análise de solos**. 3.ed. rev. e ampl. Brasília: Embrapa, 2017. 577p.

TER BRAAK, C. J. F. The analysis of vegetation-environment relationships by canonical correspondence analysis. **Vegetatio**, EUA, v. 69, p. 69-77, 1987. DOI:

<https://doi.org/10.1007/BF00038688>. Disponível em:

<https://link.springer.com/article/10.1007/BF00038688#citeas>. Acesso em: 15 nov. 2022.

UBERLÂNDIA (MG). **Lei nº 10.066, de 15 de dezembro de 2008**. Cria o Programa Buriti, autoriza o DMAE a fazer parceria e investimentos em propriedades rurais para a proteção e recuperação de nascentes da bacia do rio Uberabinha, do Ribeirão Bom Jardim e do rio Araguari, regulamenta o art. 2º da lei estadual nº 12.503/97 e dá outras providências. (redação dada pela lei nº 12.736/2017. Uberlândia, Prefeitura Municipal de Uberlândia, 2008.

Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/mg/u/uberlandia/lei-ordinaria/2008/1007/10066/lei-ordinaria-n-10066-2008-cria-o-programa-buriti-autoriza-o-dmae-a-fazer-parceria-e-investimentos-em-propriedades-rurais-para-a-protecao-e-recuperacao-de-nascentes-da-bacia-do-rio-uberabinha-e-do-ribeirao-bom-jardim-regulamenta-o-art-2-da-lei-estadual-n-12503-97-e-da-outras-providencias>. Acesso em: 15 nov. 2022.

UBERLÂNDIA (MG). **Lei nº 11.806, de 21 de maio de 2014**. Altera a lei nº 10.066, de 15 de dezembro de 2008, que "cria o Programa Buriti, autoriza o DMAE a fazer parceria e investimentos em propriedades rurais para a proteção e recuperação de nascentes da bacia do rio Uberabinha e do ribeirão Bom Jardim, regulamenta o art. 2º da lei estadual nº 12.503/97 e dá outras providências". Uberlândia, Prefeitura Municipal de Uberlândia, 2014. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/mg/u/uberlandia/lei-ordinaria/2014/1180/11806/lei-ordinaria-n-11806-2014-altera-a-lei-n-10066-de-15-de-dezembro-de-2008-que-cria-o-programa-buriti-autoriza-o-dmae-a-fazer-parceria-e-investimentos-em-propriedades-rurais>

[para-a-protecao-e-recuperacao-de-nascentes-da-bacia-do-rio-uberabinha-e-do-ribeirao-bom-jardim-regulamenta-o-art-2-da-lei-estadual-n-12-503-97-e-da-outras-providencias](#). Acesso em 15 nov. 2022.

UBERLÂNDIA (MG). **Lei nº 12.736, de 10 de julho de 2017**. Altera a lei nº 10.066, de 15 de dezembro de 2008, alterada pela lei nº 11.806, de 21 de maio de 2014, que cria o Programa Buriti, autoriza o DMAE a fazer parceria e investimentos em propriedades rurais para a proteção e recuperação de nascentes da bacia do rio Uberabinha e do ribeirão Bom Jardim, regulamenta o art. 2º da lei estadual nº 12.503/97 e dá outras providências. Uberlândia, Prefeitura Municipal de Uberlândia, 2017. Disponível em:

<https://leismunicipais.com.br/a/mg/u/uberlandia/lei-ordinaria/2017/1273/12736/lei-ordinaria-n-12736-2017-altera-a-lei-n-10066-de-15-de-dezembro-de-2008-alterada-pela-lei-n-11-806-de-21-de-maio-de-2014-que-cria-o-programa-buriti-autoriza-o-dmae-a-fazer-parceria-e-investimentos-em-propriedades-rurais-para-a-protecao-e-recuperacao-de-nascentes-da-bacia-do-rio-uberabinha-e-do-ribeirao-bom-jardim-regulamenta-o-art-2-da-lei-estadual-n-12-503-97-e-da-outras-providencias>. Acesso em 15 nov. 2022.

VERLY, O. M. *et al.* Caracterização florística e fitossociologia de um fragmento de Cerradão em Cáceres, Mato Grosso. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, Paraná, v. 40, 2020.

DOI: <https://doi.org/10.4336/2020.pfb.40e201801742>. Disponível em:

<https://pfb.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/view/1742>. Acesso em: 10 out. 2023.

WATANABE, M. D. B. **Mata Nativa e Cana-de-açúcar**: cálculo do valor dos serviços ecossistêmicos vinculados aos ciclos da água do carbono e do nitrogênio utilizando a análise emergética. -Campinas, SP:[sn], 2008.

YEOMANS, J.; BREMNER, J. M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. **Communication in Soil Science and plant Analysis [S.l.]**, v. 19, n. 13, p. 1467-1476, jun./1988. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/paper/A-rapid-and-precise-method-for-routine-of-organic-Yeomans-Bremner/fb35ff75f802b0ca1d02ebdc9f249d16e421bdec>.

Acesso em: 16 maio 2023.

ANEXO A**TERMO DE COOPERAÇÃO MÚTUA**

TERMO DE COOPERAÇÃO MÚTUA QUE ENTRE SI CELEBRAM NOME DO PRODUTOR E O DEPARTAMENTO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO DE UBERLÂNDIA - DMAE - PARA FINS DE PROTEÇÃO DAS NASCENTES DOS RIOS ARAGUARI, UBERABINHA E BOM JARDIM, COMO DETERMINA O ART. 2º DA LEI ESTADUAL Nº 12.503/1997, REGULAMENTADO PELA LEI MUNICIPAL Nº 10.066/2008, ALTERADA PELAS LEIS MUNICIPAIS 11.806/2014 E 12.736/2017.

DEPARTAMENTO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO, autarquia municipal sediada nesta cidade, na avenida Rondon Pacheco nº 6400, inscrita no CNPJ/MF sob nº 25.769.548/0001-21, doravante denominado DMAE, neste ato representado pelo seu Diretor técnico, inscrito no CPF nº .

NOME DO PRODUTOR, nacionalidade, estado civil, profissão, residente e domiciliado nesta cidade, endereço completo, inscrito no CPF nº _____ proprietário da **NOME DA PROPRIEDADE**, imóvel registrado na(s) matrículas nº

_____ do _____ CRI, com sede neste município, celebram o presente **TERMO DE COOPERAÇÃO MÚTUA**, nos termos da Lei Estadual nº 12.503, de 30 de maio de 1997, Lei Municipal nº 10.066, de 15 de dezembro de 2008, alterada pela Lei Municipal nº 11.806, de 21 de maio de 2014, alterada pela Lei Municipal nº Lei Municipal nº 12.736, de 10 de julho de 2017, mediante as seguintes condições.

1 CLÁUSULA PRIMEIRA – OBJETO

- 1.1 O Presente *Termo de Cooperação Mútua* tem por **objeto** estabelecer procedimentos de **cooperação mútua** entre os partícipes com vistas a implementação de ações conjuntas **pelo proprietário** da gleba rural acima identificada, situada na Bacia Hidrográfica do **Rio Araguari**, para proteção e recuperação ambiental das nascentes. A preservação das nascentes a montante das áreas de captações de água pelo DMAE, dá cumprimento a Lei Estadual nº 12.503/1997, que institui o Programa Estadual de Conservação da Água e a Lei Municipal nº 10.066/2008, alterada pela Lei Municipal nº 11.806/2014 e pela Lei Municipal nº 12.736/2017 que institui o Programa Buriti.
- 1.2 O Programa Estadual de Conservação da Água visa proteger e preservar os recursos naturais das bacias hidrográficas sujeitas a exploração para o abastecimento público, objetivo também da Lei Municipal nº 10.066/2008, alterada pelas Leis Municipais nº 11.806/2014 e 12.736/2017, que instituiu o Programa Buriti e regulamentou o artigo 2º da Lei Estadual nº 12.503/97.
- 1.3 **O proprietário** declara ter conhecimento das leis e normas que regulam a política florestal e de proteção da biodiversidade e assume o compromisso de acatá-las fielmente, colaborando com o DMAE na proteção integral dos recursos naturais, objetos deste termo. O Programa Buriti é regido pelas leis ambientais vigentes.

1.4 CLÁUSULA SEGUNDA - DAS OBRIGAÇÕES DO DMAE

1.4.1.1.1 São obrigações do DMAE:

- 1.2.2.2.3 Identificar e convidar os proprietários ou possuidores rurais que exercem atividades econômicas que causam impacto ambiental na Bacia Hidrográfica do Rio do Araguari para participarem do Programa Buriti;

- 1.2.2.2.4 Estabelecer, mediante termo específico, conforme o serviço executado na propriedade, as obrigações e compromissos dos proprietários ou possuidores rurais da área do projeto;
- 1.2.2.3.4.1 Promover a contratação de empresa prestadora de serviços, quando necessário, como mão de obra para construção de cerca, plantio de mudas e/ou conservação de solo;
- 1.2.2.3.4.2 Supervisionar os serviços executados nas propriedades rurais beneficiadas;
- 1.2.2.3.4.3 Verificar, junto as propriedades rurais beneficiadas, se os proprietários ou possuidores estão fazendo a devida manutenção das benfeitorias instaladas;
- 1.2.2.3.4.4 Fornecer, em caso dos serviços de construção de cerca e plantio de mudas, os insumos necessários à execução dos serviços;
- 1.2.2.3.4.5 Emitir recibos de todo e qualquer tipo de material necessário para a execução dos trabalhos propostos, em duas vias, que deverão ser assinados pelo técnico responsável do Programa Buriti e pelo proprietário/representante da fazenda.

1.2.3 CLÁUSULA TERCEIRA – DAS OBRIGAÇÕES DA PROPRIETÁRIO OU POSSUIDOR

3.1 São obrigações do PROPRIETÁRIO OU POSSUIDOR:

- 1.2.3.3.4.1 Supervisionar em conjunto com o DMAE a execução dos serviços propostos;
- 1.2.3.3.4.2 Manter, defender e conservar as benfeitorias realizadas;
- 1.2.3.3.4.3 Realizar aceiro, em caso de construção de cercas, como forma de proteção das mesmas e da Área de Preservação Permanente;
- 1.2.3.3.4.4 Impedir a permanência e não colocar, em hipótese alguma, animais dentro das áreas protegidas;

- 1.2.3.3.4.4.1 Comunicar ao DMAE, através do Programa Buriti, qualquer dano causado às benfeitorias e tomar as devidas providências para o seu reparo;
- 1.2.3.3.4.4.2 Conferir todo e qualquer tipo de material e serviços recebidos do DMAE e assinar os devidos recibos;
- 1.2.3.3.4.4.3 Respeitar todos os termos da Lei Estadual nº 12.503/1997, da Lei Municipal nº 10.066/2008 e as alterações;

1.2.3.4 CLÁUSULA QUARTA– DO ACESSO

4

1.2.3.4. 1 O proprietário ou legítimo possuidor autoriza o livre acesso da equipe do DMAE a área supracitada, quando assim lhe aprouver, para a fiscalização do cumprimento de suas funções, assessoramento e assistência técnica pertinentes à execução do objeto deste termo, bem como para visitas com finalidade educativa, podendo se fazer acompanhar de alunos e/ou membros de escolas públicas, privadas ou de empresas, em horário previamente agendado.

1.2.3.5 CLÁUSULA QUINTA – DA ÁREA DE ABRANGÊNCIA

—————

Todos os serviços, insumos e assistência técnica, disponibilizados e utilizados pelo DMAE/Programa Buriti, serão exclusivamente executados para proteção de áreas de preservação permanente (APPs), reserva legal lindeira as áreas de preservação permanente, proteção de solo e água de interesse do DMAE, bem como áreas que coloquem em risco as águas captadas pelo DMAE e servidas à população.

5.1.2. Ficam as partes autorizadas a ampliar a área de abrangência deste termo, desde que haja interesse e concordância devendo sempre ser promovido o adequado aditamento.

1.2.3.6 CLÁUSULA SEXTA – DA VIGÊNCIA

- 1.2.3.7 O prazo de vigência do presente termo será de 05 (cinco) anos, como

início em ____ de ____ de 2019 a ____ de ____ de 2024, podendo ser prorrogado mediante ajuste entre as partes.

1.2.3.8 CLÁUSULA SÉTIMA - DA TRANSFERÊNCIA DA PROPRIEDADE

1.2.3.9 No caso de transferência da propriedade ou da posse do imóvel, a qualquer título, fica **o proprietário** ou possuidor obrigado a comunicar o fato ao DMAE, com vistas a se firmar novo termo de cooperação relativo a área objeto deste, com o novo proprietário ou possuidor.

1.2.3.10 CLÁUSULA OITAVA – DAS COMINAÇÕES

1.2.3.11 O não cumprimento das disposições previstas neste Termo de Cooperação Mútua, que causem danos ou perdas irreversíveis dos serviços e benfeitorias instaladas, obrigará **o produtor rural** a restituir, em valores atualizados, os custos referentes aos insumos e mão de obra investidos pelo DMAE na realização dos serviços.

1.2.3.12 CLÁUSULA NONA – DO FORO

1.2.3.13 Fica eleito o foro da Comarca de Uberlândia – MG, com exclusão de qualquer outro, por mais privilegiado que seja, para dirimir qualquer controvérsia relativa ao presente termo.

1.2.3.14 E assim, por estarem devidamente ajustadas e acordadas, as partes firmam o presente Termo de Cooperação Mútua, em 02 (duas) vias, de igual teor e forma, na presença de 02 (duas) testemunhas abaixo assinadas, para que produza seus efeitos legais e jurídicos.

Uberlândia, MG ____ de ____ de ____ 2024.

Diretor técnico do Departamento Municipal de Água e Esgoto

NOME DO PROPRIETÁRIO

NOME DA PROPRIEDADE

TESTEMUNHAS: 1 - _____

NOME:

CPF:

Testemunha 2 - _____

Nome:

CPF:

Cadastro do Programa Buriti (DMAE)						
01- Identificação do Produtor						
No me*						
CP F*				RG*		
Estado Civil*	<input type="checkbox"/> Solteiro (a) <input type="checkbox"/> Casado (a) <input type="checkbox"/> Divorciado (a) <input type="checkbox"/> Viúvo (a) <input type="checkbox"/> Separado (a)					
Profissão *	<input type="checkbox"/> Produtor (a) Rural <input type="checkbox"/> Outro: _____					
Endereço *						
Muni cípio*		Estad o*		CE P		
D D D *		Fone *		Ce l		E- m ail
02 -Identificação da Propriedade						
Fazenda/ Sítio*						
Ende reço*						
Acess o						
Conselho Rural*				Munic ípio*		
Nº de Matrícula do imóvel*				Área da propriedade* (ha)		
Cartório Registro *	de			Bacia	<input type="checkbox"/> Araguari <input type="checkbox"/> Uberabinha <input type="checkbox"/> Bom Jardim	

Reserva legal () sim () não		ha	APPs () sim () não*		Ha
D		F		C	E-
D		o		e	m
D		n		l	ail
		e			
03 – Informações de Esgotamento Sanitário					
Número de casas			Número de moradores		
Tipo de esgotamento sanitário					
04- Endereço dos Recursos Hídricos					
Nome do Corpo D'Água (Rio/Córrego) *					
Referência adicional para localização do local:					
Coordenadas Geográficas (opcional)					
Latit		Sul	Longi		Oeste
ude:			tude:		
05 – Empreendimento					
Agricultura () sim () não		() soja _ha, () milho __ha, () cana de açúcar _ha, () Outros__ha *			
Pecuária ()sim () não *		Gado leiteiro _un, Gado de corte ___un			
Suinocultura		extensiva	Avicultura		extensiva
		não un			un
Piscicultura () sim () não *			Turismo/Lazer ()sim ()não *		
OBS: Dados obrigatório marcados com *.					

