



GILMAR SOLLINO

**REGENERAÇÃO NATURAL EM ÁREA DEGRADADA EM
PROCESSO DE RECUPERAÇÃO HÁ 30 ANOS NA UHE DE
CAMARGOS
ITUTINGA – MG**

**LAVRAS - MG
2023**

GILMAR SOLLINO

**REGENERAÇÃO NATURAL EM ÁREA DEGRADADA EM PROCESSO DE
RECUPERAÇÃO HÁ 30 ANOS NA UHE DE CAMARGOS
ITUTINGA – MG**

Trabalho de conclusão de curso, apresentado à
Universidade Federal de Lavras, como parte
das exigências do Curso de Engenharia
Florestal, para a obtenção do título de bacharel.

Prof^a. Dra. Soraya alvarenga Botelho
Orientadora
Prof. Dr. Samuel José Silva Soares da Rocha
Coorientador

**LAVRAS - MG
2023**

GILMAR SOLLINO

**REGENERAÇÃO NATURAL EM ÁREA DEGRADADA EM PROCESSO
DE RECUPERAÇÃO HÁ 30 ANOS NA UHE DE CAMARGOS
ITUTINGA – MG**

Trabalho de conclusão de curso, apresentado à
Universidade Federal de Lavras, como parte das
exigências do Curso de Engenharia Florestal, para
a obtenção do título de bacharel.

Aprovado em 28/02/2023

Dra. Soraya alvarenga Botelho - UFLA

Dr. Samuel José Silva Soares da Rocha – UFLA

MsC. Matheus Santos Luz – UFLA

Dra. Soraya alvarenga Botelho

Orientadora

Dr. Samuel José Silva Soares da Rocha

Coorientador

**LAVRAS - MG
2023**

AGRADECIMENTOS

A Deus, o único que sabe, verdadeiramente, todas minhas angústias e lutas durante esta caminhada. À Nossa Senhora, que esteve ao meu lado cobrindo-me com seu manto de amor.

À Universidade Federal de Lavras pela oportunidade de realização do curso.

À CEMIG pelo fornecimento dos dados e por ter disponibilizado as áreas para o estudo.

Aos companheiros de campo José Pedro de Oliveira, José Carlos Martins, Jailson Maximiano da Silva e Lucas Rafael Souza; que de bom grado e com paciência me ajudaram nos trabalhos de campo.

Aos meus amigos de curso, em especial ao pessoal do “Dia de Campo”, por todos os momentos que passamos juntos, deixando os dias mais leves mesmo com as dificuldades encontradas ao longo desta jornada.

À minha orientadora Soraya Botelho e o meu coorientador Samuel, por me auxiliarem no desenvolvimento do trabalho de conclusão de curso, me guiando e instruindo em cada parte.

Aos meus familiares, por todo apoio e confiança.

À minha esposa Alessandra, meus filhos Eduarda e Rafael, meus amores, agradeço por cada gesto de carinho, amizade, companheirismo e dedicação. Agradeço pela paciência, por me entender, apoiar, me incentivar e não permitir que eu desistisse.

E a todos aqueles que passaram por meu caminho nessa caminhada e de forma direta ou indireta contribuíram para minha graduação e fizeram a diferença nessa convivência nos muitos anos na Universidade.

Muito Obrigado!

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas graças a Deus não sou o que eu era antes.”

Martin Luther King

RESUMO

O entendimento dos processos de sucessão nos ecossistemas é muito importante para o sucesso de seu manejo, seja qual for o objetivo deste. Entre as informações necessárias o conhecimento da regeneração natural é de vital importância nesse processo. Tais informações permitem inferir a respeito do estágio de sucessão dos fragmentos e suas respostas frente a alterações antrópicas ou naturais. A recuperação das matas ciliares ao longo dos rios e ao redor de lagos, reservatórios e nascentes traz muitos benefícios ao ecossistema como um todo, retornando, com o tempo, a proteção proporcionada por esta vegetação aos cursos d'água, solo e fauna. Sendo assim, esse estudo tem por objetivo avaliar a regeneração natural em uma área em processo de restauração, há 30 anos, às margens da Usina Hidrelétrica (UHE) de Camargos – Itutinga MG. Buscou-se avaliar a composição e estrutura da regeneração natural em uma área degradada (DE) e correlacioná-las com a fragmento florestal da paisagem (RE). Avaliou-se a influência do plantio de mudas, realizado na fase inicial do processo de restauração, sobre a comunidade em regeneração natural, após 30 anos, e se as espécies plantadas são determinantes da composição florística das áreas e a relação destas com a paisagem. Observou-se que, após 30 anos, há um mosaico com áreas em diferentes graus de desenvolvimento sucessional, algumas atendem aos atributos de avaliação caminhando para o equilíbrio. Houve uma baixa influência das espécies do plantio sobre a regeneração natural, porém houve importante participação de espécies imigrantes na composição da comunidade regenerante, o que indica que há integração das áreas em restauração com a paisagem por meio do restabelecimento de funções do ecossistema como a dispersão.

Palavras-chave: Regeneração natural, Sucessão ecológica, Matas ciliares, Restauração ecológica, Áreas degradadas

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 - Relação das espécies arbustivo-arbóreas utilizadas na recuperação da área degradada a jusante da Usina Hidrelétrica de Camargos. 22
- Tabela 2 - Famílias e espécies da regeneração natural amostradas nas áreas de reflorestamento ambiental (DE = Degradada) e fragmento florestal nativo (RE = Referência), classificadas quanto à síndrome de dispersão (SD) e grupo ecológico (GE), localizadas à jusante da UHE Camargos. 28
- Tabela 3 - Índices fitossociológicos para as espécies amostradas na regeneração natural da área degradada, apresentando o número de indivíduos (Ni); as densidades absolutas para as classes de tamanho 1, 2 e 3 (C1, C2 e C3 ind./ha); densidade relativa (DR); frequências absoluta e relativa (FA e FR%); classes absoluta e relativa de tamanho da regeneração natural (CTARN e CTRRN) e regeneração natural (RN%). 36
- Tabela 4 - Índices fitossociológicos para as espécies amostradas na regeneração natural da área de referência, apresentando o número de indivíduos (Ni); as densidades absolutas para as classes de tamanho 1, 2 e 3 (C1, C2 e C3 ind./ha); densidade relativa (DR); frequências absoluta e relativa (FA e FR %); classes absoluta e relativa de tamanho da regeneração natural (CTARN e CTRRN) e regeneração natural (RN %). 38
- Tabela 5 - Dados estruturais e de diversidade de espécies referentes ao levantamento florístico da regeneração natural, para as áreas Degradada (DE) e Referência (RE). Em que N = número de indivíduos, NE = número de espécies, H' = índice de diversidade de Shannon-Weaver e J' = índice de equabilidade de Pielou. 42

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Barragem e usina hidrelétrica de Camargos, em construção com destaque para a área de estudo, localizada à jusante da barragem, margem esquerda, onde estão presentes equipamentos da construção.	19
Figura 2- Vista frontal da área de estudo, onde, em 1991, foi construída ensecadeira para viabilizar obras de manutenção na barragem, com nova retirada de terra no local.....	20
Figura 3 - Vista frontal da área de estudo em 2023.....	20
Figura 4 - Área de Estudo 2022.....	24
Figura 5 - Detalhamento das subparcelas para avaliação da regeneração natural, localizadas em cada parcela permanente, nas áreas de estudo.	25
Figura 6 - Equipe de campo durante a coleta de dados.	25
Figura 7 - Número de espécies, famílias e de indivíduos amostradas na regeneração natural nas áreas estudadas (DE = área degradada e RE = área de referência)	31
Figura 8 - Número de indivíduos amostrados na regeneração natural nas áreas estudadas (DE = área degradada e RE = área de referência), agrupadas de acordo com o grupo ecológico: pioneira (P), clímax exigente de luz (CL), clímax tolerante a sombra (CS) e não identificadas (NI)	31
Figura 9 - Figura 8 - Número espécies amostradas na regeneração natural nas áreas estudadas (DE = área degradada e RE = área de referência), agrupadas de acordo com o grupo ecológico: pioneira (P), clímax exigente de luz (CL), clímax tolerante a sombra (CS) e não identificadas (NI).....	32
Figura 10 - Número de espécies amostradas na regeneração natural nas áreas estudadas (DE = área degradada e RE = área de referência, agrupadas de acordo com a síndrome de dispersão: Zoocoria (ZOO), Anemocoria (ANE), Autocoria (AUT) e Não identificadas (NI).....	33
Figura 11 - Número de indivíduos amostrados na regeneração natural nas áreas estudadas (DE = área degradada e RE = área de referência, agrupadas de acordo com a síndrome de dispersão: Zoocoria (ZOO), Anemocoria (ANE), Autocoria (AUT) e Não identificados (NI).	33
Figura 12 - Diagrama de Venn elaborado a partir da composição florística da regeneração natural das duas áreas estudadas, informando o número de espécies comuns e exclusivas.....	43
Figura 13 - Comparação do grupo ecológico – Pioneiras (P) entre estudos dos anos de 2010, 2017 e 2022	44

Figura 14 - Comparação do grupo ecológico – Clímax exigentes de luz (CL) entre estudos dos anos de 2010, 2017 e 2022	44
Figura 15 - Comparação do grupo ecológico – Clímax tolerantes à sombra (CS) entre estudos dos anos de 2010, 2017 e 2022.....	45
Figura 16 - Comparação da síndrome de dispersão – Espécies zoocóricas (ZOO) entre estudos dos anos de 2006, 2010, 2017 e 2022.....	45
Figura 17 - Comparação da síndrome de dispersão – Espécies anemocóricas (ANE) entre estudos dos anos de 2006, 2010, 2017 e 2022.....	46
Figura 18 - Comparação da síndrome de dispersão – Espécies autocóricas (AUT) entre estudos dos anos de 2006, 2010, 2017 e 2022.....	46
Figura 19 - Comparação do Índice de diversidade de Shannon entre estudos dos anos de 2006, 2010, 2017 e 2022 para as áreas DE e RE.....	47
Figura 20 - Comparação do Índice de equabilidade de Pielou entre estudos dos anos de 2006, 2010, 2017 e 2022 para as áreas DE e RE.....	47

SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO	10
2 – OBJETIVOS	12
2.1 – Objetivo geral	12
2.2 – Objetivos específicos	12
3 – REFERENCIAL TEÓRIO	12
3.1 – Área degradada	12
3.2 – Causas da degradação de ecossistemas	14
3.3 – Processos de recuperação	15
3.3.1 – Evolução das técnicas de restauração no Brasil	15
3.4 – Indicadores de restauração	16
4 – MATERIAL E MÉTODOS	18
4.1 – Caracterização da área	18
4.2 – Coleta de dados	24
4.3 – Análise dos dados	25
5 – RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
5.1 – Composição Florística da regeneração Natural – RN	27
5.2 – Grupos ecológicos e síndrome de dispersão	30
5.3 – Análise estrutural da regeneração natural	34
5.3.1 – Área degradada	34
5.3.2 – Área referência	35
5.4 – Diversidade florística	41
5.5 – Similaridade florística	43
5.6 – Comparação com outros estudos	44
6 – CONCLUSÃO	48
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA	49

1 – INTRODUÇÃO

Em todas as regiões do país, os ecossistemas naturais vem sofrendo ao longo do tempo grande pressão antrópica para os mais diversas finalidades, seja para exploração vegetal ou mineral, produção de alimentos, pastagens, transporte, industrialização, produção de energia, habitação e diversos outros usos. Uma dessas finalidades é a construção de usinas hidrelétricas, em função do grande potencial hídrico do país e essa ser uma fonte de energia renovável, mantendo-se como a base energética do Brasil. Porém, desde o início da construção de uma barragem, tem-se uma série de impactos ambientais. Um deles é a criação das áreas de empréstimos, local de onde é retirado o solo a ser utilizado nesta construção, causando, muitas vezes, o desaparecimento da flora e da fauna (SINISGALLI; SOUZA JÚNIOR; TORRES, 2006).

Além da supressão total ou parcial da mata ciliar pela formação do reservatório, as usinas hidrelétricas também causam outros impactos sobre a vegetação. Müller (1995) afirmou que as superfícies ocupadas por áreas de empréstimo, depósitos de material rochoso e de “bota-foras” dos canteiros de obras de hidrelétricas, formam setores alterados, cuja recuperação é um problema considerável. Essas áreas são, geralmente, exploradas com equipamentos pesados, que compactam o solo, permanecendo sem qualquer condição para que nele se processe a regeneração natural, exigindo, portanto, o emprego de técnicas adequadas de recuperação como forma de amenizar o impacto ambiental.

O processo de recuperação dessas áreas depende de vários fatores, dentre os quais destacam-se: o grau de modificação em relação ao ambiente natural, as espécies a serem utilizadas, a obtenção de propágulos, a distribuição dessas espécies no novo ambiente e a participação

O êxito dos projetos de recuperação destas áreas por meio de reflorestamentos mistos com utilização de espécies de diferentes grupos ecológicos, depende, entre outras coisas, da correta escolha das espécies. Devido ao grande número de espécies e às suas complexas inter-relações e interações com o meio, a escolha será tanto mais correta quanto maior for o conhecimento que se tem das espécies. Esse conhecimento se refere, basicamente, à autoecologia e ao comportamento silvicultural.

No Brasil, nos anos 90, eram poucos os trabalhos que tratavam da avaliação do sucesso dos reflorestamentos e da eficiência das técnicas utilizadas. Portanto, ainda não se podia afirmar se esses reflorestamentos conseguiriam efetivamente, constituir um novo ecossistema capaz de se regenerar e abrigar a fauna do mesmo modo que as florestas naturais.

A metas estabelecidas nos anos 90 era restaurar uma série de serviços ambientais (BOTELHO; DAVIDE, 2002; ENGEL; PARROTA, 2003; PINTO et al., 2005), tais como funções de proteção aos recursos abióticos e, também, restabelecer a diversidade biológica e os processos ecológicos do ecossistema original que fora destruído. Atualmente, em função das ameaças advindas do aquecimento global, a fixação do carbono atmosférico passou também a ser apontado como importante benefício proporcionado por essas florestas (MELO; DURIGAN, 2006). Logo, um novo serviço passou a ser esperado das florestas: o papel das árvores como sumidouro de carbono (LAL; KIMBLE; STEWART, 1995; SANQUETTA; BALBINOT; 09, 2004).

Em função de tudo isso, podemos afirmar que o processo de restauração de ecossistemas florestais é complexo e lento e que estudos de longo prazo, baseados em parâmetros indicadores eficientes, são fundamentais para se inferir sobre a qualidade dos métodos e modelos de restauração utilizados e sobre a sustentabilidade do ecossistema.

2 – OBJETIVOS

2.1 – Objetivo geral

Esse trabalho tem por objetivo avaliar a regeneração natural em área em processo de recuperação a 30 anos, após ser usada como área de empréstimo de terra para obras na UHE Camargos. Está ocorrendo o aumento no número de indivíduos na RN? Existe influência do fragmento remanescente na estrutura da regeneração natural da área degradada? Qual o comportamento da regeneração natural em comparação a outros trabalhos feitos na mesma área?

2.2 – Objetivos específicos

- 1 – Verificar a alteração florística e estrutural da regeneração natural ao longo do tempo de implantação do processo de recuperação.
- 2 – Verificar a similaridade entre a regeneração natural da área em recuperação com área adjacente, usada como referência.

3 – REFERENCIAL TEÓRIO

3.1 – Área degradada

A recuperação de áreas degradadas aparece como um dos princípios da Política Nacional de Meio Ambiente (Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, em seu artigo 4º). A Constituição Federal de 1988 traz em seu artigo 225:

*“Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida”,
“impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações” (...), incumbindo ao Poder Público preservar e restaurar os processos ecológicos essenciais”
(BRASIL, 88).*

A Constituição Federal de 1988 contém inclusive a obrigatoriedade da recuperação de áreas degradadas por mineração (parágrafo 2º):

“e àquele que explorar recursos minerais fica obrigado a recuperar o meio ambiente degradado...”.

Visando dar diretrizes aos mineradores, às suas atividades de recuperação do meio degradado, o IBAMA (1990) conceituava recuperação como um *retorno do local degradado a uma forma de utilização de acordo com um plano pré-estabelecido para uso de seu solo*, implicando que uma condição estável seria obtida de acordo com valores ambientais, econômicos, estéticos e sociais da região a que área se destina.

A Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, em seu art. 2º, distingue, para seus fins, um ecossistema “recuperado” de um “restaurado”, da seguinte forma:

Art. 2o Para os fins previstos nesta Lei, entende-se por: [...]

XIII - recuperação: restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada a uma condição não degradada, que pode ser diferente de sua condição original;

XIV - restauração: restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada o mais próximo possível da sua condição original (BRASIL, 2000).

Ainda, a Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção de vegetação nativa e substitui o Código Florestal, alterada pela Medida Provisória nº 571, de 25 de maio de 2012, trata em diversos artigos (por exemplo, nos artigos 1º-A, 7º, 17, 41, 44, 46, 51, 54, 58, 61-A, 64, 65 e 66) de ações organizadas entre o setor público e a sociedade civil para promover a recuperação de áreas degradadas.

Os termos degradação, perturbação, destruição e transformação significam desvios do estado normal desejado de um ecossistema intacto. Os significados precisos se sobrepõem e sua aplicação não é sempre clara (Sociedade Internacional para a Restauração Ecológica - SER, 2004).

Um ecossistema é considerado perturbado quando sofreu distúrbios mas mantém resiliência, ou seja, capacidade de autorregeneração com velocidade adequada. Nestes ecossistemas, a simples mitigação dos impactos ambientais causadores da alteração seria suficiente para que processos de regeneração natural recuperem o ecossistema terrestre (CARPANEZZI, 2005; CORRÊA, 2009).

Por outro lado, ocorre a degradação de um ecossistema quando há dano intenso, que leva a perda dessa capacidade de resiliência (CARPANEZZI, 2005) aceitável após distúrbios.

Um ecossistema sofre degradação com remoção de toda vida macroscópica e geralmente arruína o ambiente físico (SER, 2004). Portanto, o ecossistema torna-se mais dependente do favorecimento ou intervenção humana para sua recuperação (CORRÊA, 2009). Estes são os chamados ecossistemas degradados.

3.2 – Causas da degradação de ecossistemas

Na década de 1990, com base no Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), eram destacados como principais fatores de degradação ambiental:

- a) Excesso de pastejo da vegetação (34,5% das áreas mundiais degradadas);
- b) Desmatamento ou remoção da vegetação nativa para fins de agricultura, florestas comerciais, construção de estradas, mineração e urbanização (29,4% das áreas mundiais degradadas);
- c) Atividades agrícolas com uso insuficiente ou excessivo de fertilizantes, uso impróprio de água para irrigação, uso inapropriado de máquinas agrícolas e ausência de práticas conservacionistas de solo – (28,1%);
- d) Exploração intensa da vegetação para fins domésticos, como combustível, cercas etc., expondo o solo à ação dos agentes de erosão (6,8%);
- e) Atividades industriais, bioindustriais ou de mineração que causam a poluição do solo (1,2%).

Em 2015, o mesmo órgão (PNUMA) lista como principais causas da destruição ambiental:

- a) Queimadas, que além de tudo geram gases tóxicos que contribuem para o efeito estufa;
- b) Desmatamento, causadores da destruição da biodiversidade, extinção de comunidades indígenas e animais, processos de erosão e empobrecimento do solo, assoreamento dos rios, desertificação e desequilíbrio da cadeia alimentar.
- c) Poluição (PNUMA, 2015).

Relativo às matas ciliares, as principais causas de degradação citadas são: desmatamento para expansão da área cultivada nas propriedades rurais, para expansão de áreas urbanas e para obtenção de madeira, os incêndios, a extração de areia nos rios e os empreendimentos turísticos mal planejados (MARTINS, 2007). Segundo o Pacto pela Restauração da Mata Atlântica existem, em todo o país 17.728.187 ha de Mata Atlântica em potencial para restauração florestal (PACTO, 2011).

São áreas consideradas prioritárias para restauração: áreas próximas a unidades de conservação; áreas com ocorrência de espécies endêmicas e /ou ameaçadas; áreas que promovam a conectividade entre remanescentes significativos de floresta nativa; áreas de preservação permanente (matas ciliares, topo de morro, com declividade maior que 45°); áreas degradadas, com baixa aptidão agrícola e/ou elevada aptidão florestal (áreas de pastagens abandonadas); áreas que reúnem condições favoráveis à implementação de esquemas de pagamento por serviços ambientais; áreas com potencial de autorrecuperação (resiliência); áreas onde já existem projetos de restauração florestal no bioma (PACTO, 2011).

3.3 – Processos de recuperação

A restauração ecológica consiste no processo de auxílio ao restabelecimento de um ecossistema que foi danificado, degradado ou destruído (SER, 2004) e visa acelerar a sucessão secundária e o aumento da diversidade de organismos, o que possibilita maior estabilidade aos ecossistemas implantados (MORAES; CAMPELLO; FRANCO, 2010). O ecossistema é considerado restaurado, quando possui recursos bióticos e abióticos suficientes, para continuar seu desenvolvimento sem necessidade de intervenções, mantendo sua estrutura e funcionalidade (SER, 2004).

3.3.1 – Evolução das técnicas de restauração no Brasil

DURIGAN e ENGEL (2012) agrupam as práticas de restauração de áreas degradadas no Brasil, a partir de 1980, em duas principais demandas:

- 1) recuperação de áreas mineradas e
- 2) recuperação de matas ciliares.

Dessa segunda linha, um balanço das pesquisas desenvolvidas nos últimos anos, mostra avanços consideráveis, com maior uniformização conceitual, abordagens mais afins e alinhadas com pesquisas internacionais (RODRIGUES et al., 2009).

Dentre os vários modelos de recuperação de matas ciliares, a distribuição das espécies baseada na combinação de grupos de espécies de diferentes estágios da sucessão secundária é o modelo que tem obtido melhores resultados, visto que se caracteriza pela “condução” da sucessão, favorecendo o rápido recobrimento da área (BOTELHO et al., 1995).

DURIGAN E ENGEL (2012) salientam que a partir de 2000, as pesquisas em restauração avançaram para além das matas ciliares e outros biomas, além da Mata Atlântica, como Cerrado (DURIGAN E SILVEIRA, 1999; DURIGAN, 2005; CORRÊA 2009); para técnicas além do simples replantio, com condução da regeneração natural (FERRETTI, 2002; VIEIRA, 2006; VIANI al., 2010); de nucleação (REIS et al., 2003, 2006) e outros catalisadores de processos naturais, além da busca exclusiva pela biodiversidade como recuperação de solo (ALVES et al., 2007), e demais funções ecossistêmicas (KAGEYAMA et al., 2003). Esta nova fase da restauração como ciência, é chamada de terceira onda por DURIGAN E ENGEL (2012), ou seja, seria uma terceira fase da restauração.

Nesta terceira onda, implementação de pesquisas com espécies facilitadoras da restauração (CAMPOS, 2010); papel da avifauna na dispersão e fluxo em áreas em restauração (TRES et al, 2007); semeadura direta (ISERNHAGEN, 2010); retomada de funções como fixação de carbono em plantios florestais de restauração (NOGUEIRA JÚNIOR, 2010; NOGUEIRA, 2013); uso de indicadores para avaliar a restauração de áreas (GANDARA E KAGEYAMA, 1998; FERREIRA, 2009); propostas para avaliação de áreas em restauração (PEREIRA, 2011; REIS, 2008).

A inovação agora é a utilização de Drones transportando sementes acondicionadas em biocápsulas. Uma tecnologia capaz de promover o reflorestamento em massa com a ajuda não apenas de conhecimentos científicos mas também com base no conceito ESG (Environmental, Social and Governance). O processo é eficiente por atingir áreas de difícil acesso e também permite o georreferenciamento das áreas e rapidez nas operações.

3.4 – Indicadores de restauração

A escolha de um determinado conjunto de indicadores é resultado da adoção de um critério para avaliação do desempenho daquilo que se quer observar. Indicadores podem ser comparados a medidores de desempenho (RODRIGUEZ, 1998).

Uma vez definida a recuperação ou a restauração de um ambiente degradado, o projeto exige planejamento cuidadoso e sistemático e posterior monitoramento das etapas e do desenvolvimento da nova cobertura vegetal. A metodologia de monitoramento pode ser

realizada por comparação direta com outras áreas não perturbadas, análise de atributos da área em recuperação ou análise da trajetória, mediante um ecossistema de referência (SER, 2004).

O número de variáveis de um ecossistema potencialmente úteis é grande, para que todas sejam efetivamente utilizadas para avaliação num período de tempo razoável. A seleção de quais variáveis medir e quais ignorar exige pragmatismo e julgamento por parte do avaliador. Padrões de desempenho fornecem uma base empírica para determinar se as metas do projeto foram cumpridas (SER, 2004).

Na escolha dos indicadores de sustentabilidade devem ser consideradas as seguintes características para um bom indicador: ser simples e de fácil interpretação; ter estabilidade, consistência e relevância; ter capacidade de mostrar tendências; apresentar baixo custo das operações, permitindo que o monitoramento seja realizado de forma contínua; apresentar facilidade de coleta e registro de dados; incorporar bem as informações disponíveis, tendo base científica; ser simples, mas precisamente definido, padronizado, orientado ao manejo; ser objetivo; não ser ambíguo; ser disponível periodicamente e permitir monitoramento contínuo em diversas regiões representativas de toda a área florestada (POGGIANI; STAPE; GONÇALVES, 1998; BAKER; FERREIRA; SAILE, 1997).

Tão importante quanto a escolha dos indicadores é a sua confiabilidade para predizer o seu comportamento em longo prazo, refletindo a evolução da restauração de determinado ecossistema (REIS, 2008). Para POGGIANI; STAPE; GONÇALVES, 1998, os indicadores de sustentabilidade, quando bem escolhidos, podem ser utilizados para interpretar fenômenos naturais e permitem estabelecer relações de causa-efeito e fazer previsões sobre o comportamento, em médio e em longo prazo, quanto à sustentabilidade do ecossistema. Os dados, devidamente armazenados e organizados, permitirão detectar pontos críticos de funcionamento do ecossistema florestal, estabelecer correlações entre diferentes eventos e levantar hipóteses para embasar novas pesquisas com o objetivo final de averiguar a validade dos indicadores escolhidos.

Esses indicadores podem estar relacionados com aspectos, sejam esses ecológicos, climáticos, fisiológicos, edáficos ou fenológicos dentre outros. Quando organizados e registrados durante o espaço de tempo permitem inferir como os plantios se relacionam com o ambiente ao seu redor e comparativo com o ecossistema usado como referência.

Existem diversos fatores que podem ser utilizados como indicadores de recuperação ou sustentabilidade. São eles: crescimento das árvores em altura, diâmetro e acúmulo de fitomassa, variações da fitomassa no espaço, características da copa, densidade arbórea do povoamento, evolução da área basal, área foliar, macro e micronutrientes nas folhas, água no solo, matéria orgânica, fertilidade do solo e grau de compactação, produção de serapilheira e sua velocidade de decomposição, sustentabilidade da produtividade biológica, estimativas do número de espécies de plantas ou animais existentes na área, ataques de pragas, diversidade da vegetação do sub-bosque, produção e qualidade da água na bacia florestada, entre outros (GANDARA; KAGEYAMA, 1998; POGGIANI; STAPE; GONÇALVES, 1998; MARTINS, 2007; REIS, 2008).

A SER Internacional (2004), define nove atributos que indicam se a restauração foi atingida, não sendo, portanto, necessária a expressão de todos os atributos para admitir que um ecossistema em avaliação tenha de fato atingido a restauração.

De forma contrária, EHRENFELD (2000) defende a avaliação das metas específicas, estabelecidas na elaboração do projeto, onde um conjunto de atributos previamente definidos foram relacionados. O autor defende um realismo, admitindo diferenças entre um ecossistema funcionalmente criado (restaurado) e um ecossistema original e natural.

4 – MATERIAL E MÉTODOS

4.1 – Caracterização da área

Construída no rio Grande, em Itutinga, MG, a Usina Hidrelétrica de Camargos teve as obras de construção iniciadas em 1956 e iniciou suas operações em 1960; conta com 2 unidades geradoras, totalizando 45 MW de potência instalada. A barragem de Camargos é composta por barramentos de terra e concreto e possui cerca de 608 m de comprimento de crista e 36 m de altura máxima.

Segundo DAVIDE & FARIA (1997) anteriormente ao uso e a degradação, a área apresentava uma declividade em torno de 15% e cobertura vegetal de porte arbóreo.

Na década de 1950, o local foi utilizado como área de empréstimo para a construção da barragem, (Figura 1) tendo sofrido desmatamento e remoção de até cinco metros de perfil do solo. Durante mais de 30 anos, nenhuma medida para a recuperação da área foi proposta. As condições do solo não permitiram o estabelecimento de uma cobertura que promovesse a proteção do solo e a restauração florestal.

Figura 1 - Barragem e usina hidrelétrica de Camargos, em construção com destaque para a área de estudo, localizada à jusante da barragem, margem esquerda, onde estão presentes equipamentos da construção.



Fonte: Arquivo do Fundo Correio da Manhã (1958)

Figura 2 - Vista frontal da área de estudo, onde, em 1991, foi construída enseadeira para viabilizar obras de manutenção na barragem, com nova retirada de terra no local.



Fonte: arquivo pessoal, Antonio Claudio Davide (1992).

Figura 3 - Vista frontal da área de estudo em 2023



Fonte: do autor (2022)

Em 1991, para atender necessidade de manutenção nos equipamentos e instalações da usina com a construção de uma ensecadeira o local foi novamente utilizado como área de empréstimo, (Figura 2), onde foram retirados aproximadamente 40.000 m³ de terra, tornando a área ainda menos favorável aos processos naturais de estabelecimento de cobertura vegetal e gerando, assim, a necessidade de intervenção antrópica para sua recuperação. Nessa época já se fazia necessária a consciência de restauração do espaço. No mês de março de 1992, foram realizados os procedimentos para a recuperação da área, baseados em práticas mecânicas e vegetativas de recuperação, segundo DAVIDE & FARIA (1997).

Foi feita a construção de terraços em nível e a subsolagem de toda a área, com posterior sulcamento em nível intercalado às linhas de subsolagem. Com relação às práticas vegetativas, foram utilizadas simultaneamente a adição de cobertura morta, a semeadura de capim-gordura (*Melinis minutiflora*) e *Calopogonium* e o plantio de espécies florestais nativas e exóticas. O plantio das espécies florestais, Tabela 1 - DAVIDE & FARIA (1997) foi realizado em março de 1992 com base nos princípios de sucessão secundária, alternando linhas de espécies pioneiras com linhas de espécies clímax no espaçamento de 1,5 x 3,0 m, em quincênio, Cada cova recebeu cerca de 250g de superfosfato simples.

Os tratos culturais realizados foram o combate às formigas cortadeiras, que se iniciou antes do plantio e continuou até o terceiro ano, o coroamento realizado até o terceiro e quarto ano e uma única adubação de cobertura, aos dois anos, com 150 g/planta de NPK 10:30:10 DAVIDE & FARIA (1997).

Em janeiro de 1997, 58 meses após o plantio, foi efetuada uma avaliação em 50% das plantas, das seguintes variáveis biométricas: altura total, diâmetro à altura do peito (DAP) e área de copa DAVIDE & FARIA (1997) . Nos anos seguintes algumas avaliações do processo de restauração foram realizadas.

Nos anos 2000 a área restaurada foi utilizada para eventos de Educação Ambiental. Anualmente, atendendo ao programa de Educação Ambiental da Empresa, cerca de 1300 estudantes de escolas públicas e particulares percorriam a “Trilha do lobo guará” no interior na mata e recebiam informações sobre ecologia e o histórico da área.

Em 2015, parte da área foi vendida pela Cemig, reduzindo parte da área de estudo.

Tabela 1 - Relação das espécies arbustivo-arbóreas utilizadas na recuperação da área degradada a jusante da Usina Hidrelétrica de Camargos.

Nome científico	Família	Nome comum
<i>Acacia auriculiformis</i>	Fabaceae	Acácia auriculiformis
<i>Acacia mangium</i>	Fabaceae	Acácia mangium
<i>Anadenanthera colubrina</i>	Fabaceae	Angico branco
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	Arecaceae	Jerivá
<i>Calophyllum brasiliense</i>	Calophyllaceae	Guanandi
<i>Cecropia pachystachya</i>	Urticaceae	Embaúba
<i>Cedrela fissilis</i>	Meliaceae	Cedro rosa
<i>Clitoria fairchildiana</i>	Fabaceae	Sombreiro
<i>Copaifera langsdorffii</i>	Fabaceae	Copaíba
<i>Croton urucurana</i>	Euphorbiaceae	Sangra-d'água
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	Fabaceae	Tamboril
<i>Eriobotrya japônica</i>	Rosaceae	Ameixa amarela
<i>Erythrina falcata</i>	Fabaceae	Corticeira
<i>Ficus</i> sp	Moraceae	Gameleira
<i>Hymenaea courbaril</i>	Fabaceae	Jatobá
<i>Inga vera</i>	Fabaceae	Ingá-doce
<i>Inga marginata</i>	Fabaceae	Ingá-mirim
<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Bignoniaceae	Jacarandá-mimoso
<i>Lithraea molleoides</i>	Anacardiaceae	Aroeira-brava
<i>Maclura tinctoria</i>	Moraceae	Tatajuba
<i>Machaerium villosum vogel</i>	Fabaceae	Jacarandá mineiro
<i>Mimosa bimucronata</i>	Fabaceae	Maricá
<i>Mimosa caesalpinaefolia</i>	Leguminosae	Sansão-do-campo
<i>Mimosa scabrella</i>	Fabaceae	Bracatinga
<i>Muntingia calabura</i>	Muntingiaceae	Calabura
<i>Myrsine umbellata</i>	Myrsinaceae	Pororoca
<i>Peltophorum dubium</i>	Fabaceae	Cambuí
<i>Piptadenia gonoacantha</i>	Fabaceae	Pau-jacaré
<i>Platycyamus regnellii</i>	Fabaceae	Pau-pereira
<i>Psidium guajava</i>	Myrtaceae	Goiabeira
<i>Rapanea ferrugínea</i>	Myrsinaceae	Pororoca
<i>Schinus terebinthifolius</i>	Anacardiaceae	Aroeirinha
<i>Sebastiania schottiana</i>	Euphorbiaceae	Sebastiania
<i>Senna macranthera</i>	Fabaceae	Fedegoso
<i>Senna multijuga</i>	Fabaceae	Cássia-verrugosa
<i>Senna spectabilis</i>	Fabaceae	Cássia-carnaval
<i>Sesbania sesban</i>	Fabaceae	Sesbania

Continua

Continuação

Nome científico	Família	Nome comum
<i>Tecoma stans</i>	Bignoniaceae	Ipê-mirim
<i>Syzygium jambolanum</i>	Myrtaceae	Jambolão
<i>Tapirira guianensis</i>	Anacardiaceae	Pombeiro
<i>Trema micranta</i>	Cannabaceae	Trema

Fonte: modificado de WENDY CARNIELLO FERREIRA, 2006.

As áreas de estudo são de propriedade da Companhia Energética de Minas Gerais - CEMIG, localizadas adjacentes à barragem da Usina Hidrelétrica de Camargos, à margem direita do Rio Grande, no município de Nazareno, MG (Figura 3).

Situadas na região fisiográfica Campo das Vertentes, entre os paralelos 21°15' e 21°50' de latitude Sul e os meridianos 44°15' e 44°45' de longitude, a Oeste de Greenwich, em uma altitude média de 890 m (FERREIRA et al., 2007).

O clima da região se encontra entre Cwb, segundo a classificação climática de Köppen. O regime pluviométrico é caracterizado em dois períodos bem definidos, chuvoso no verão e seco no inverno (ALVARES, 2013). o verão é quente, com temperaturas acima de 30°C. A temperatura no verão alcança até 37.1°C, com mínima de 9.0°C e sensação térmica média de 22.2°C devido a umidade do ar que fica em torno de 58%.

O inverno é frio, com temperaturas abaixo de 10 graus. No inverno, as temperaturas podem chegar a 3.5°C com máximas de 28.8°C. A sensação térmica fica em torno de 16.7°C.

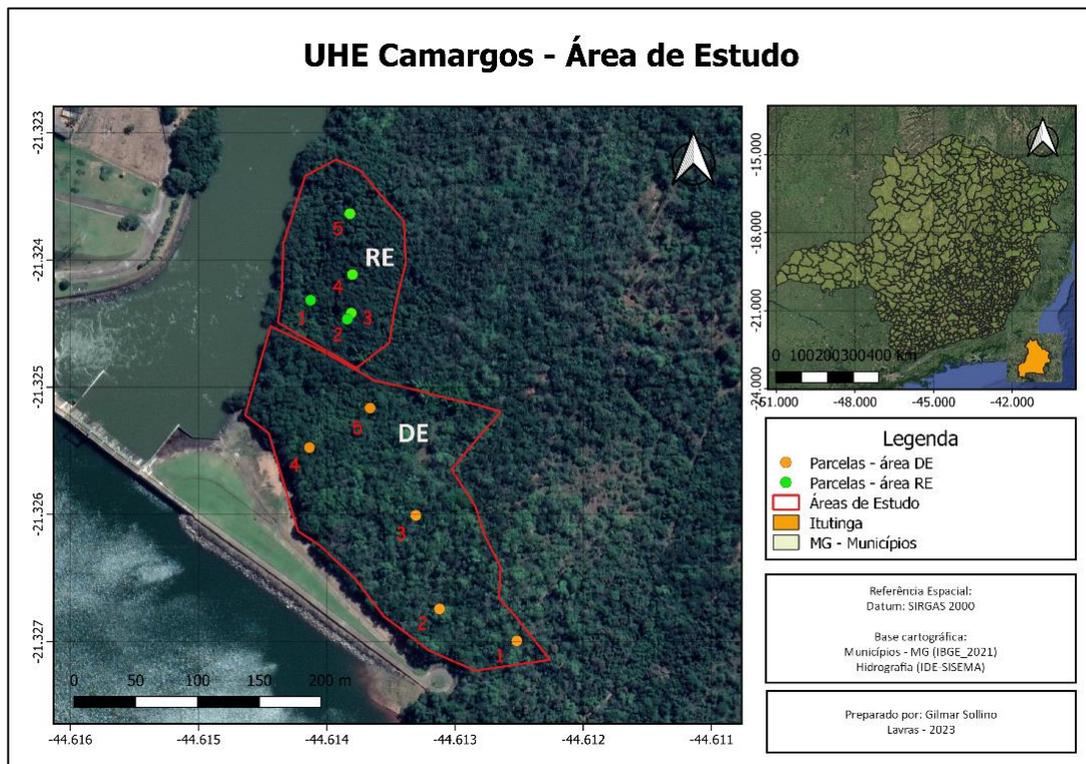
A precipitação média anual foi de 1689 mm, concentrada entre os meses de outubro a março.

Os solos são classificados predominantemente em Cambissolos e Latossolos (BERG; OLIVEIRA-FILHO, 2000). Foi verificada acidez média a elevada com altos teores de alumínio e baixa fertilidade natural, cujo substrato resultante do processo de degradação foi muito modificado em relação ao solo original (FARIA, 2012; FERREIRA et al., 2009). A vegetação original da região é caracterizada por formações de Floresta Estacional Semidecidual intercalada a campos e fitofisionomias do cerrado (BERG; OLIVEIRA-FILHO, 2000; VILAS BÔAS et al., 2014).

A área de referência (RE) é um fragmento nativo de Floresta Estacional Semidecidual, sendo utilizada como área de referência de acordo com as recomendações da Sociedade Internacional para Restauração Ecológica - SER (2004). A área, denominada degradada (DE) é um reflorestamento ambiental submetida ao processo de restauração há 30 anos.

As áreas referência (RE) e a degradada (DE) são adjacentes entre si na margem do Rio Grande, onde RE se encontra mais próxima da barragem e a segunda em seguida (Figura 4).

Figura 4 - Área de Estudo 2022



Fonte: Do autor (2023)

4.2 – Coleta de dados

A área de coleta de dados vem sendo utilizada para pesquisas ao longo dos anos. Existem demarcação de parcelas permanentes utilizadas nessas pesquisas. As 5 parcelas de dimensões de 20m x 20m para esse estudo foram alocadas de forma aleatória para cada fragmento, conforme pode ser visto na figura 4.

Para a coleta dos dados da regeneração natural foram utilizadas 4 subparcelas de 1m x 1m, (Figura 5) localizadas nos vértices das 5 parcelas selecionadas.

Para a regeneração natural foram considerados os indivíduos arbóreos com DAP igual ou inferior a 5 cm e altura igual ou superior a 10 cm, seguindo padronização das pesquisas anteriores.

Os indivíduos que atendiam aos critérios eram identificados quanto à espécie no próprio local (Figura 6) ou feito registro fotográfico para posterior identificação, consultando literatura

especializada e profissionais da Universidade Federal de Lavras. As coletas ocorreram entre os dias 22 e 28 de novembro de 2022.

Figura 5 - Detalhamento das subparcelas para avaliação da regeneração natural, localizadas em cada parcela permanente, nas áreas de



Fonte: Do autor (2023)

Figura 6 - Equipe de campo durante a coleta de dados.



Fonte: Do autor (2022)

4.3 – Análise dos dados

Foi feita a classificação das espécies quanto ao grupo ecológico, agrupando-as em três grupos, sendo:

- 1 – Pioneiras (P), aquelas que necessitam de luz direta para germinar e se estabelecer;
- 2 – Clímax exigentes de luz (CL), aquelas cujas sementes conseguem germinar nas condições de sombra do sub-bosques, embora os imaturos necessitem de luz abundante para crescer e atingir o dossel; e
- 3 – Clímax tolerantes à sombra (CS), aquelas que germinam e conseguem crescer nas condições de sombra do sub-bosque, atingindo a maturidade sob o dossel ou no dossel da floresta, conforme a espécie e de acordo com SWAINE E WHITMORE (1988),

Quanto à guilda de dispersão, as espécies foram classificadas, de acordo com VAN DER PIJL (1982), nas categorias:

- 1 – Anemocóricas (ANE) – espécies cujas sementes são disseminadas pelo vento;
- 2 – Zoocóricas (ZOO) – espécies cujas sementes são disseminadas pelos animais; e
- 3 – Autocóricas (AUT) – espécies cujas sementes são dispersadas pela gravidade ou por deiscência explosiva.

O estudo da estrutura horizontal da regeneração natural foi feito estimando os seguintes parâmetros: densidades absoluta e relativa (DA e DR), frequências absoluta e relativa (FA e FR), classes de tamanho absoluta e relativa (CTARN e CTRRN) e índice de Regeneração Natural (RN) (Tabelas 3 e 4), dados por Finol (1971). As classes de tamanho da regeneração natural foram classificadas em altura da seguinte forma: C1 (até 30 cm), C2 (Entre 31 e 150 cm) e C3 (acima de 150 cm).

$$FAi = \left(\frac{ui}{ut} \right) \times 100 ; \quad FRi = \left(\frac{FAi}{\sum_{i=1}^P FAi} \right) \times 100$$

Onde:

FAi = frequência absoluta da i-ésima espécie na comunidade vegetal;

FRi = frequência relativa da i-ésima espécie na comunidade vegetal;

ui = número de unidades amostrais em que a i-ésima espécie ocorre;

ut = número total de unidades amostrais;

P = Número de espécies amostradas.

$$CATi = \sum_{j=1}^J nij \cdot \frac{Nj}{N} ; \quad CRTi = \frac{CATi}{\sum_{i=1}^S CATi}$$

em que:

CAT i = classe absoluta de tamanho da regeneração da i-ésima espécie;

CRT i = classe relativa de tamanho da regeneração da i-ésima espécie;

n ij = número de indivíduos da i-ésima espécie na j-ésima classe de tamanho;

N j = número total de indivíduos na j-ésima classe de tamanho;

N = número total de indivíduos da regeneração natural em todas as classes de tamanho.

A diversidade nas duas áreas foi avaliada utilizando o Índice de diversidade de Shannon (H') (BROWER; ZAR, 1984), e o índice de Pielou (J') para analisar a distribuição das espécies nas áreas (PIELOU, 1966).

Foi verificada a similaridade florística entre as composições das áreas através do Índice de Jaccard (S) (JACCARD, 1908 apud BULTMAN; DEWITT, 2008).

5 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 – Composição Florística da regeneração Natural – RN

Na regeneração natural da área de reflorestamento classificada como degradada (DE) foram identificados 152 indivíduos, distribuídos em 31 espécies, pertencentes a 18 famílias botânicas e 3 indivíduos não foram identificados. Com relação às famílias que se destacaram quanto ao número de espécies na área degradada foram: Fabaceae (7), Asteraceae (3) e Anacardiaceae, Annonaceae, Melastomataceae, Myrsinaceae e Rutaceae (2) cada. Estas famílias juntas contribuíram com aproximadamente 38,89% do total de espécies e 61,84% dos indivíduos amostrados na área (DE). As outras famílias obtiveram apenas uma espécie amostrada cada. As espécies com maior número de indivíduos foram: *Tapirira guianensis* Aubl. (38), *Nectandra nitidula* Nees (16), *Myrcia splendens* (Sw.) DC. (12), *Styrax leprosus* Hook. & Arn. (11) e *Machaerium villosum* Vogel (9), responsáveis por 56,59% dos indivíduos.

No fragmento de vegetação nativa (RE) foram identificados 257 indivíduos e 10 não foram identificados, distribuídos em 22 famílias e 39 espécies. As famílias que mais se destacaram

foram: Fabaceae (8), Myrtaceae (4) e Burseraceae (3). Elas representaram 38.46 % do total de famílias na área (RE). Quanto ao número de indivíduos, destacaram-se as espécies: *Senegalia polyphylla* Britton & Rose (53), *Handroanthus serratifolius* (Vahl) S.Grose (35), *Nectandra nitidula* Nees (22), *Myrcia splendens* (Sw.) DC. (17) e *Guarea guidonia* (L.) Sleumer (13) num total de 52,43% dos indivíduos. Esses números estão disponíveis na figura 4.

Tabela 2 - Famílias e espécies da regeneração natural amostradas nas áreas de reflorestamento ambiental (DE = Degradada) e fragmento florestal nativo (RE = Referência), classificadas quanto à síndrome de dispersão (SD) e grupo ecológico (GE), localizadas à jusante da UHE Camargos.

Famílias /Espécies	SD	GE	Áreas	
			DE	RE
ANACARDIACEAE				
<i>Lithraea molleoides</i> (Vell.) Engl.	ZOO	P	X	
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	ZOO	P	X	X
<i>Tapirira obtusa</i> (Benth.) J.D.Mitch.	ZOO	P		X
ANNONACEAE				
<i>Annona crassiflora</i> Mart.	ZOO	CS	X	
AQUIFOLIACEAE				
<i>Ilex cerasifolia</i> Reissek	ZOO	CS		X
ARALIACEAE				
<i>Dendropanax cuneatus</i> (DC.) Decne. & Planch.	ZOO	P		X
ARECACEAE				
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	ZOO	CL		X
ASTERACEAE				
<i>Eremanthus incanus</i> (Less.) Less.	ANE	P	X	
<i>Gochnatia polymorpha</i> (Less.) Cabrera	ANE	P	X	
<i>Vernonia polyanthes</i>	ANE	P	X	
BIGNONIACEAE				
<i>Handroanthus serratifolius</i> (Vahl) S.Grose	ANE	CL		X
BURSERACEAE				
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	ZOO	CL		X
<i>Protium</i> sp.	-	-		X
<i>Protium spruceanum</i> (Benth.) Engl	ZOO	CS		X
CALOPHYLLACEAE				
<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	ZOO	P	X	
ERYTHROXYLACEAE				
<i>Erythroxylum myrsinites</i> Mart.	ZOO	CS		X
<i>Erythroxylum deciduum</i> A. St.-Hil.	ZOO	CS		X

Continua

Famílias /Espécies	SD	GE	Continuação	
			DE	RE
FABACEAE				
<i>Anadenanthera peregrina</i> (L.) Speg.	ANE	CL	X	
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	ZOO	CS	X	X
<i>Dalbergia miscolobium</i> Benth.	ANE	CS		X
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	ZOO	CL		X
<i>Lonchocarpus muehlbergianus</i> Hassl.	ANE	P		X
<i>Lonchocarpus cultratus</i> (Vell)	ANE	P		X
<i>Machaerium villosum</i> Vogel	ANE	CS	X	X
<i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> Benth.	AUT	P	X	
<i>Mollinedia widgrenii</i> A.DC.	ZOO	CS	X	
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	ANE	CL	X	X
<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F.Macbr.	ANE	P	X	
<i>Senegalia polyphylla</i> Britton & Rose	AUT	P		X
LACISTEMATACEAE				
<i>Lacistema hasslerianum</i> Chodat	ZOO	CS	X	X
LAURACEAE				
<i>Cryptocarya aschersoniana</i> Mez	ZOO	CS		X
<i>Nectandra nitidula</i> Nees	ZOO	CL	X	X
MELASTOMATACEAE				
<i>Miconia albicans</i>	ZOO	P	X	X
<i>Miconia chartacea</i> Triana	ZOO	CL	X	X
MELIACEAE				
<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	ZOO	CS	X	X
MYRSINACEAE				
<i>Myrsine ferrugínea</i>	ZOO	P	X	
<i>Rapanea ferruginea</i>	ZOO	P	X	
MYRTACEAE				
<i>Eugenia florida</i> DC.	ZOO	CS		X
<i>Myrcia</i> sp.				X
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	ZOO	CS	X	X
<i>Myrciaria cuspidata</i> O.Berg	ZOO	CL		X
MONIMIACEAE				
<i>Mollinedia schottiana</i>	ZOO	CS		X
NYCTAGINACEAE				
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	ZOO	CL		X
OCHNACEAE				
<i>Ouratea castaneifolia</i> (DC.) Engl.	ZOO	CL		X
PERACEAE				
<i>Pera glabrata</i> (Schott) Poepp. ex Baill.	ZOO	CL	X	

Continua

final

Famílias /Espécies	SD	GE	Áreas	
			DE	RE
PIPERACEAE				
<i>Piper xylosteoides</i> (Kunth) Steud.	ZOO	CL		X
PRIMULACEAE				
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	ZOO	CL	X	X
RUTACEAE				
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	ZOO	CL	X	
SALICACEAE				
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	ZOO	CL	X	X
<i>Casearia lasiophylla</i> Eichler	ZOO	CL	X	X
SAPINDACEAE				
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	ZOO	P		X
SIPARUNACEAE				
<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	ZOO	CS		X
SOLANAEAE				
<i>Cestrum axillare</i> Vell.	ZOO	CS	X	X
STYRACACEAE				
<i>Styrax leprosus</i> Hook. & Arn.	ZOO	CL	X	
THYMELAEACEAE				
<i>Daphnopsis fasciculata</i> (Meisn.) Nevling	ZOO	CL	X	X

Fonte: Do autor (2023)

Nota: Em que: ANE = anemocórica; AUT = autocórica; ZOO = zoocórica; P = pioneira; CS = clímax tolerantes à sombra, CL = clímax exigentes de luz; X = espécies presente em cada estrato.

A família que mais se destacou nas duas áreas foi a Fabaceae, porém esse destaque deve-se por diferentes espécies, em cada uma delas (Tabela 2). Essa família está entre as principais famílias que compõem a flora de diversos ecossistemas no Brasil (SOUZA; LORENZI, 2005) e é a terceira maior dentro das angiospermas (LEWIS et al., 2005).

5.2 – Grupos ecológicos e síndrome de dispersão

Em relação aos grupos ecológicos, na área degradada (DE) verificou-se as espécies pioneiras (P) e clímax exigente de luz (CL) com (35,48%) cada e as tolerantes a sombra (CS) com (29,03%),

Quando se observa o número de indivíduos por grupo ecológico, na área degradada (Figura 5A), verifica-se predomínio de indivíduos de espécies P (68 indivíduos) e a menor quantidade de indivíduos de espécies CS (29 indivíduos) nessa área indica que esta área ainda se encontra em estágio de sucessão mais inicial mais em evolução.

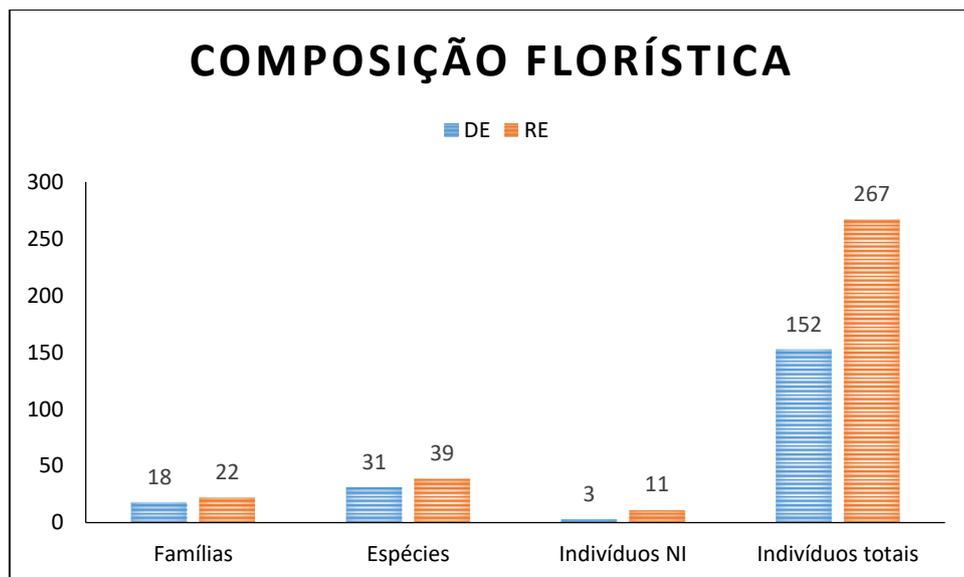
Para a área de referência (RE) observou-se que 35,90% das espécies presentes na regeneração são clímax tolerantes à sombra (CS), valor próximo as espécies exigentes de luz (CL), com 41,02% e superior ao número de espécies pioneiras (P) com 17,96%. As espécies CS e CL juntas representaram 76,92% do total de espécies regenerantes e 5,12% não foram identificadas..

Analisando-se o número de indivíduos em cada grupo ecológico, na área de referência, verificou-se que indivíduos de espécies CS (81) e CL (93) somaram 65,17% do total, e que não ocorreu diferença significativa entre o número de indivíduos nos grupos.

As espécies amostradas foram classificadas conforme suas síndromes de dispersão e na Figura 6 pode-se observar que a síndrome de dispersão zoocórica foi predominante nos dois ambientes estudados, apresentando valores significativamente superiores (74,19% - DE e 81,08% em RE), valores que são similares quanto ao número de indivíduos.

Na área de fragmento de referência (RE), foram amostradas 15,38% de espécies de anemocóricas, enquanto na outra área (DE), o valor obtido foi de 22,58%. As espécies anemocóricas encontram maiores dificuldade de dispersão no fragmento nativo (RE), podendo este ser um indício da maior densidade nessa área.

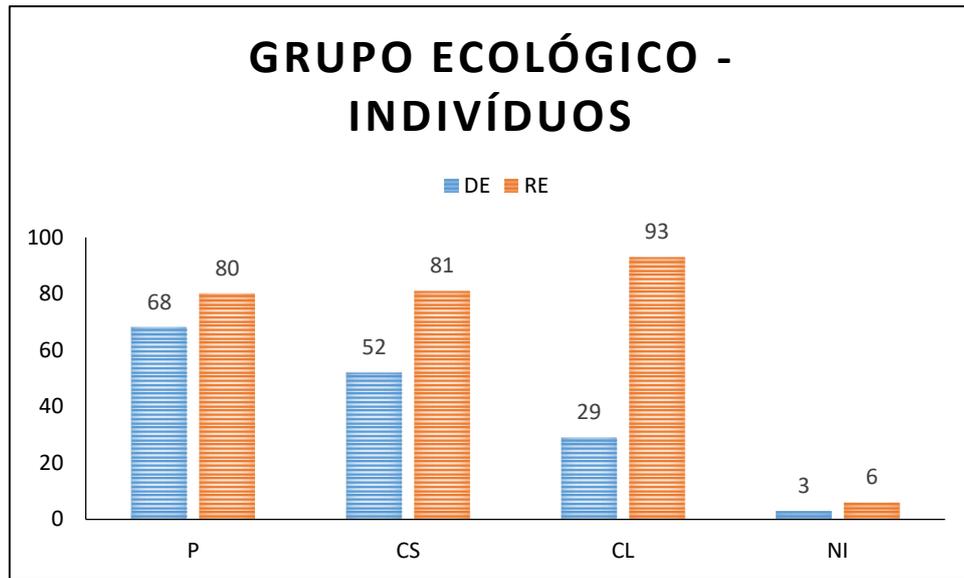
Figura 7 - Número de espécies, famílias e de indivíduos amostradas na regeneração natural nas áreas estudadas (DE = área degradada e RE = área de referência)



Fonte: Do autor (2023)

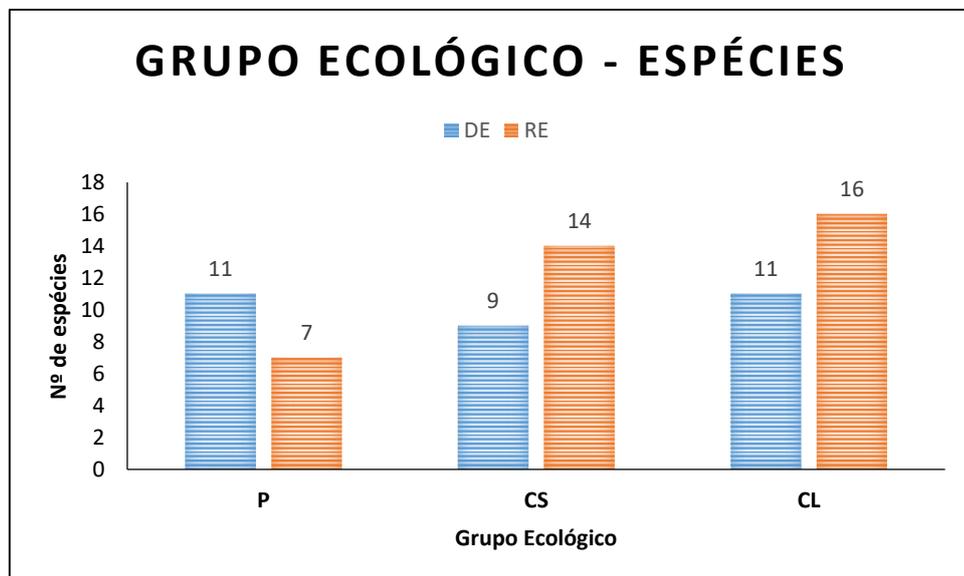
Figura 8 - Número de indivíduos amostrados na regeneração natural nas áreas estudadas (DE = área degradada e RE = área de referência), agrupadas de acordo com o grupo ecológico: pioneira (P),

clímax exigente de luz (CL), clímax tolerante a sombra (CS) e não identificadas (NI)



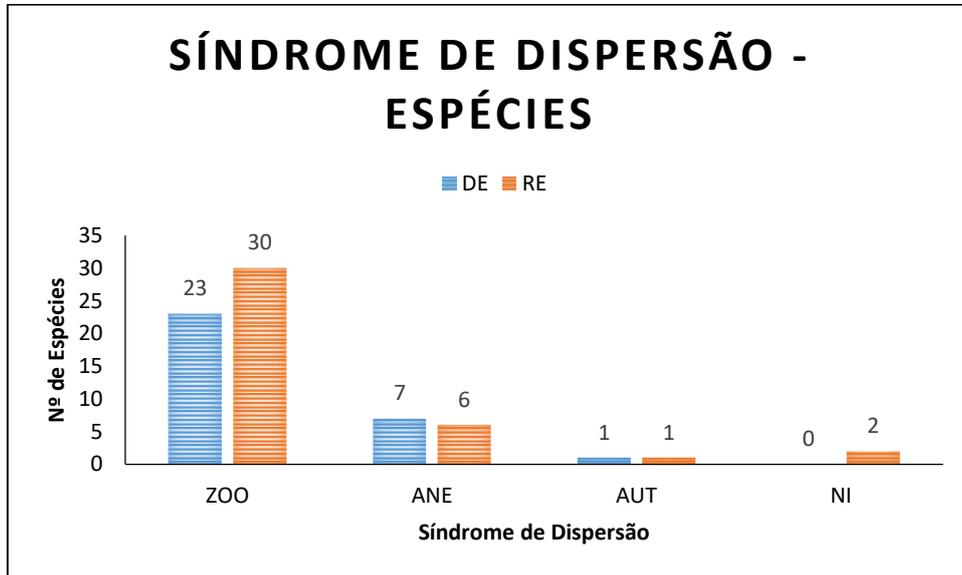
Fonte: Do autor (2023)

Figura 9 - Figura 8 - Número espécies amostradas na regeneração natural nas áreas estudadas (DE = área degradada e RE = área de referência), agrupadas de acordo com o grupo ecológico: pioneira (P), clímax exigente de luz (CL), clímax tolerante a sombra (CS) e não identificadas (NI)



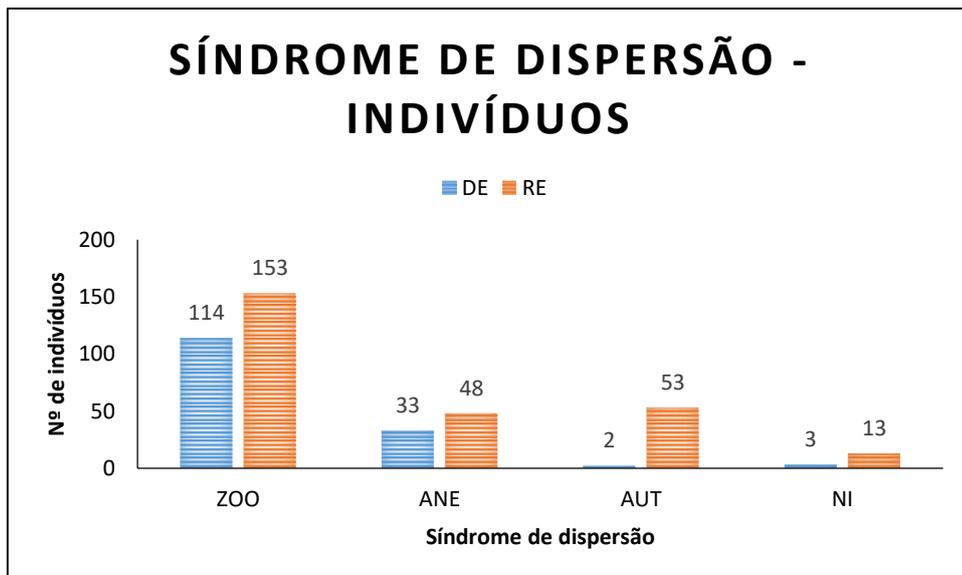
Fonte: Do autor (2023)

Figura 10 - Número de espécies amostradas na regeneração natural nas áreas estudadas (DE = área degradada e RE = área de referência, agrupadas de acordo com a síndrome de dispersão: Zoocoria (ZOO), Anemocoria (ANE), Autocoria (AUT) e Não identificadas (NI)).



Fonte: Do autor (2023)

Figura 11 - Número de indivíduos amostrados na regeneração natural nas áreas estudadas (DE = área degradada e RE = área de referência, agrupadas de acordo com a síndrome de dispersão: Zoocoria (ZOO), Anemocoria (ANE), Autocoria (AUT) e Não identificados (NI)).



Fonte: Do autor (2023)

FERREIRA et al. (2009) observaram em área de mata ciliar às margens do Reservatório da Usina Hidrelétrica de Camargos, próximo à área do estudo aqui apresentada, que entre as

espécies da regeneração natural 76% possuíam dispersão zoocórica, 15% anemocórica e 9% autocórica. Resultado semelhante ao encontrado na área degradada, visto que as áreas são próximas.

Sendo a dispersão zoocórica predominante em zonas tropicais, representando cerca de 70 a 90% das espécies (BUDKE et al., 2005), esse padrão era esperado e esse estudo vem somar-se com o que é descrito na literatura.

Uma vez que a maior parte das espécies amostradas possui síndrome zoocórica, entende-se que os animais silvestres presentes nessas áreas são muito importantes, sendo esses fatores responsáveis pelo fluxo de propágulos e, conseqüentemente, favorecedores dos processos de recuperação das mesmas.

5.3 – Análise estrutural da regeneração natural

A análise estrutural, tem o objetivo de subsidiar as decisões de manejo, os tratamentos silviculturais, além de embasar os fundamentos técnico-científicos. Os parâmetros fitossociológicos foram calculados para as duas áreas (RE e DE), e estão representados nas Tabelas 3 e 4, respectivamente.

5.3.1 – Área degradada

Na área degradada a densidade total de indivíduos em regeneração foi estimada em 76.000 indivíduos.ha⁻¹ (Tabela 3). Dentre as 31 espécies amostradas, nota-se que *Tapirira guianensis* Aubl. (19.000 ind.ha⁻¹), *Nectandra nitidula* Nees (8.000 ind.ha⁻¹), *Myrcia splendens* (Sw.) DC. (6.000 ind.ha⁻¹), *Styrax leprosus* Hook. & Arn. (5.500 ind.ha⁻¹) e *Machaerium villosum* vogel (4.500 ind.ha⁻¹) foram as espécies que mais se destacaram, juntas representaram 58,1% da densidade total da área em estudo.

A distribuição em valores percentuais: *Tapirira guianensis* Aubl. (38), *Nectandra nitidula* Nees (16) e *Myrcia splendens* (Sw.) DC. (12), *Styrax leprosus* Hook. & Arn. (11) e *Machaerium villosum* vogel (9).

As espécies, que podem ser consideradas como mais importantes, devido aos maiores índices de regeneração natural, foram *Tapirira guianensis* Aubl. (19,23%), *Nectandra nitidula* Nees (8,81%) e *Myrcia splendens* (Sw.) DC. (6,80%), *Styrax leprosus* Hook. & Arn. (6,35%) e *Machaerium villosum* vogel (5,69%)

Na classe de tamanho C1 (até 30 cm) foram amostrados 56,6% do total dos indivíduos e as espécies que se destacaram nessa classe foram: *Tapirira guianensis* Aubl. 12.500 ind.ha⁻¹, *Machaerium villosum vogel* e *Nectandra nitidula* Nees, as quais apresentaram densidade de 4.000 ind.ha⁻¹, cada. A classe de tamanho C2 (de 31 a 150 cm) foi representada por 33,6% dos indivíduos e as espécies que se destacaram foram: *Tapirira guianensis* (5.500 ind.ha⁻¹), *Nectandra nitidula* Nees (3.000 ind.ha⁻¹), e *Piptadenia gonoacantha* (Mart.) J.F.Macbr., *Styrax leprosus* Hook. & Arn. e *Vernonia polysphaera* com densidade de 2.000 ind.ha⁻¹, cada. Os outros 9,8% dos indivíduos pertenceram à classe de tamanho C3 (acima de 150 cm), com destaque para *Myrcia splendens* (Sw.) DC. (2.000 ind.ha⁻¹)

Tapirira guianensis Aubl., *Nectandra nitidula* Nees e *Myrcia splendens* (Sw.) DC. apresentaram indivíduos nas três classes e possuem dispersão zoocórica, mostrando-se importante para manutenção da fauna silvestre.

5.3.2 – Área referência

Na área de referência a densidade total de indivíduos em regeneração estimada foi de 128.500 indivíduos.ha⁻¹. As espécies que se destacaram entre as 39 espécies amostradas (Tabela 4), com maior densidade absoluta, foram: *Senegalia polyphylla* (26.500 ind.ha⁻¹), *Handroanthus serratifolius* (17.500 ind.ha⁻¹), *Nectanda Mitidula* Nees (11.000 ind.ha⁻¹), *Myrcia splendens* (Sw.) DC. (8.500 ind.ha⁻¹) e *Guarea guidonia* (6.500 ind.ha⁻¹),. Essas espécies juntas representam aproximadamente 54,5% da densidade total da área.

Tabela 3 - Índices fitossociológicos para as espécies amostradas na regeneração natural da área degradada, apresentando o número de indivíduos (Ni); as densidades absolutas para as classes de tamanho 1, 2 e 3 (C1, C2 e C3 ind./ha); densidade relativa (DR); frequências absoluta e relativa (FA e FR%); classes absoluta e relativa de tamanho da regeneração natural (CTARN e CTRRN) e regeneração natural (RN%).

	Ni	C1	C2	C3	DRi	FAi	FRi	CTARN	CTRRN	RN
<i>Anadenanthera peregrina</i> (L.) Speg.	6	2000	1000		3,95	66,67	3,92	2,93	4,36	4,08
<i>Annona crassiflora</i> Mart.	1		500		0,66	33,33	1,96	0,34	0,50	1,04
<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	1	500			0,66	33,33	1,96	0,57	0,84	1,15
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	1			500	0,66	33,33	1,96	0,10	0,15	0,92
<i>Casearia lasiophylla</i> Eichler	1		500		0,66	33,33	1,96	0,34	0,50	1,04
<i>Cestrum axillare</i> Vell.	5	1500	1000		3,29	66,67	3,92	2,37	3,52	3,58
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	4	1500	500		2,63	66,67	3,92	2,03	3,02	3,19
<i>Daphnopsis fasciculata</i> (meisn.) nevling	1	500			0,66	33,33	1,96	0,57	0,84	1,15
<i>Eremanthus incanus</i> (Less.) Less.	6	1500	1500		3,95	66,67	3,92	2,70	4,02	3,96
<i>Gochnatia polymorpha</i> (Less.) Cabrera	1		500		0,66	33,33	1,96	0,34	0,50	1,04
<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	2	500	500		1,32	66,67	3,92	0,90	1,34	2,19
<i>Lacistema hasslerianum</i> Chodat	1		500		0,66	33,33	1,96	0,34	0,50	1,04
<i>Lithraea molleoides</i> (Vell.) Engl.	1	500			0,66	33,33	1,96	0,57	0,84	1,15
<i>Machaerium villosum</i> vogel	9	4000	500		5,92	66,67	3,92	4,86	7,23	5,69
<i>Micônia albicans</i>	3	1000	500		1,97	66,67	3,92	1,47	2,18	2,69
<i>Miconia chartacea</i> Triana	1		500		0,66	33,33	1,96	0,34	0,50	1,04
<i>Mimosa caesalpineafolia</i>	2			1000	1,32	33,33	1,96	0,20	0,29	1,19
<i>Mollinedia widgrenii</i> A.DC.	2		1000		1,32	33,33	1,96	0,67	1,00	1,42
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	12	3000	1000	2000	7,89	100,00	5,88	4,46	6,63	6,80

Continuação

	Ni	C1	C2	C3	DRi	FAi	FRi	CTARN	CTRRN	RN
<i>Myrcine ferruginea</i>	1	500			0,66	33,33	1,96	0,57	0,84	1,15
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	2	1000			1,32	33,33	1,96	1,13	1,68	1,65
<i>Nectandra nitidula</i> Nees	16	4000	3000	1000	10,53	100,00	5,88	6,74	10,02	8,81
<i>NI</i>	4	1000	500	500	2,63	100,00	5,88	1,57	2,33	3,61
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	1	500			0,66	33,33	1,96	0,57	0,84	1,15
<i>Pera glabrata</i> (Schott) Poepp. ex Baill.	3	500	500	500	1,97	100,00	5,88	1,00	1,49	3,11
<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F.Macbr.	6	1000	2000		3,95	66,67	3,92	2,47	3,68	3,85
<i>Rapanea ferruginea</i>	5	1500		1000	3,29	66,67	3,92	1,89	2,82	3,34
<i>Styrax leprosus</i> Hook. & Arn.	11	3500	2000		7,24	66,67	3,92	5,30	7,88	6,35
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	38	12500	5500	1000	25,00	100,00	5,88	18,03	26,81	19,23
<i>Vernonia polysphaera</i>	4		2000		2,63	33,33	1,96	1,34	2,00	2,20
<i>Zanthoxylum riedelianum</i>	1	500			0,66	33,33	1,96	0,57	0,84	1,15
Totais	152	43000	25500	7500	100,00	1700,00	100,00	67,25	100,00	100,00

Tabela 4 - Índices fitossociológicos para as espécies amostradas na regeneração natural da área de referência, apresentando o número de indivíduos (Ni); as densidades absolutas para as classes de tamanho 1, 2 e 3 (C1, C2 e C3 ind./ha); densidade relativa (DR); frequências absoluta e relativa (FA e FR %); classes absoluta e relativa de tamanho da regeneração natural (CTARN e CTRRN) e regeneração natural (RN %).

	Ni	C1	C2	C3	DRi	FAi	FRi	CTARN	CTRRN	RN
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	7	2000	1500		2,72	66,67	2,99	3,44	2,77	2,83
<i>Casearia lasiophylla</i> Eichler	3	1000	500		1,17	66,67	2,99	1,54	1,25	1,80
<i>Cestrum axillare</i> Vell.	3	1500			1,17	33,33	1,49	1,80	1,45	1,37
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	12	4000	2000		4,67	66,67	2,99	6,18	4,99	4,21
<i>Cryptocarya aschersoniana</i> Mez	9	1500	2500	500	3,50	100,00	4,48	3,58	2,89	3,62
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	6	2500	500		2,33	66,67	2,99	3,34	2,70	2,67
<i>Dalbergia miscolobium</i> Benth.	1		500		0,39	33,33	1,49	0,35	0,28	0,72
<i>Daphnopsis fasciculata</i> (Meisn.) Nevling	6	500	2500		2,33	66,67	2,99	2,33	1,88	2,40
<i>Dendropanax cuneatus</i> (DC.) Decne. & Planch.	1		500		0,39	33,33	1,49	0,35	0,28	0,72
<i>Erythroxylum Myrsinites</i> mart.	4	1500	500		1,56	66,67	2,99	2,14	1,73	2,09
<i>Erythroxylum deciduum</i>	1			500	0,39	33,33	1,49	0,05	0,04	0,64
<i>Eugenia florida</i> DC.	2	500	500		0,78	66,67	2,99	0,95	0,76	1,51
<i>Guapira opposita</i>	1		500		0,39	33,33	1,49	0,35	0,28	0,72
<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	13	2000	3000	1500	5,06	100,00	4,48	4,64	3,74	4,43
<i>Handroanthus serratifolius</i>	35	16500	1000		13,62	66,67	2,99	20,47	16,52	11,04
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	1		500		0,39	33,33	1,49	0,35	0,28	0,72
<i>Ilex cerasifolia</i> Reissek	1		500		0,39	33,33	1,49	0,35	0,28	0,72
<i>Lacistema hasslerianum</i> Chodat	7	500	3000		2,72	66,67	2,99	2,68	2,16	2,62

Continua
Continuação

<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	9	1000	2500	1000	3,50	100,00	4,48	3,04	2,45	3,48
<i>Tapirira obtusa</i> (Benth.) J.D.Mitch.	2		1000		0,78	33,33	1,49	0,69	0,56	0,94
	267	77000	44500	7000	100,00	2233,33	100,00	123,86	100,00	100,00

Para as espécies de maior importância na regeneração natural, *Senegalia polyphylla* (16,28%), *Handroanthus serratifolius* (11,04%), *Nectanda Mitidula Nees* (6,73%), *Myrcia splendens* (Sw.) DC. (5,33%) e *Guarea guidonia* (4,43%). Essas espécies são todas climáticas, assim como a maioria das espécies presentes nessa área, indicando que a área referência oferece condições para a regeneração de espécies de grupos ecológicos característicos de estágios avançados da sucessão.

Na classe de tamanho C1, em que os indivíduos possuem altura menor que 0,30 m, foram amostrados 154 indivíduos (Tabela 2), ou seja, 59,9% dos indivíduos amostrados. A espécie que mais se destacou nessa classe de tamanho foi *Senegalia polyphylla* densidade de (26.500 ind.ha⁻¹) e a segunda em destaque foi *Handroanthus serratifolius* (16.500 ind.ha⁻¹). A classe de tamanho C2 foi representada por 89 indivíduos (34,6%), e as espécies que se destacaram foram *Nectanda Mitidula Nees* e *Myrcia splendens* (Sw.) DC., as quais apresentaram maior densidade nesta classe de tamanho (7.500, 4.500 ind.ha⁻¹, respectivamente). Na classe C3, que compreende os indivíduos com alturas maiores que 1,5 m, foram amostrados 14 indivíduos com *Guarea guidonia* (L.) Sleumer tendo a maior densidade (1.500 ind.ha⁻¹). As espécies que apresentaram indivíduos nas três classes de tamanho foram *Cryptocarya aschersoniana Mez*, *Guarea guidonia* (L.) Sleumer, *Lonchocarpus cultratus* (Vell), *Nectanda Mitidula Nees* e *Tapirira guianensis Aubl.* Higushi (2003) e Pereira et al. (2001) destacam que as espécies que apresentam indivíduos distribuídos em todas as classes de tamanho possuem maior potencial de desenvolvimento e estabelecimento na área.

5.4 – Diversidade florística

Os valores encontrados para diversidade de Shannon e de Equabilidade de Pielou para as duas áreas (DE e RE) estão representados na Tabela 5.

Foram realizados outros trabalhos nos quais os autores avaliaram a regeneração natural em áreas próximas a do presente trabalho, com históricos de degradação e tempo de recuperação semelhantes. OLIVEIRA (2012) encontrou um Índice de Shannon de 3,30, FERREIRA et al. (2009) o valor foi de 3,12 e FERREIRA et al. (2010) teve 2,96 como indicador. Apesar dos valores encontrados no presente estudo serem menores que os citados acima, não são considerados baixos quando comparados a outros estudos.

$$H' = \frac{\left[N \cdot \ln(N) - \sum_{i=1}^S n_i \ln(n_i) \right]}{N}$$

em que:

N = número total de indivíduos amostrados;

n_i = número de indivíduos amostrados da i -ésima espécie;

S = número de espécies amostradas;

\ln = logaritmo de base neperiana

Tabela 5 - Dados estruturais e de diversidade de espécies referentes ao levantamento florístico da regeneração natural, para as áreas Degradada (DE) e Referência (RE). Em que N = número de indivíduos, NE = número de espécies, H' = índice de diversidade de Shannon-Weaver e J' = índice de equabilidade de Pielou.

	DE	RE
N	152	267
NE	31	39
H'	2,8303	3,0110
J'	0,8166	0,8162

Fonte: Do autor (2023)

Quanto aos valores de equabilidade de Pielou (J'), (0,8166 (DE) e 0,8162 (RE)), esses podem ser considerados dentro da média quando comparados com outros trabalhos, como por exemplo OLIVEIRA FILHO et al. (1994), Van den Berg e Oliveira Filho (2000), encontraram valores entre 0,753 e 0,880, em áreas de mata ciliar na região do Alto Rio Grande.

O índice de Equabilidade de Pielou é derivado do índice de diversidade de Shannon e permite representar a uniformidade da distribuição dos indivíduos entre as espécies existentes (Pielou, 1966).

Seu valor apresenta uma amplitude de 0 (uniformidade mínima) a 1 (uniformidade máxima). No geral, os valores de equabilidade acima de 0,8 são considerados normais e os valores encontrados estão dentro desses limites.

$$J' = \frac{H'}{H'_{max}}$$

em que:

J' = índice de Equabilidade de Pielou;

$H'_{max} = \ln(S)$ = diversidade máxima;

S = número de espécies amostradas = riqueza.

5.5 – Similaridade florística

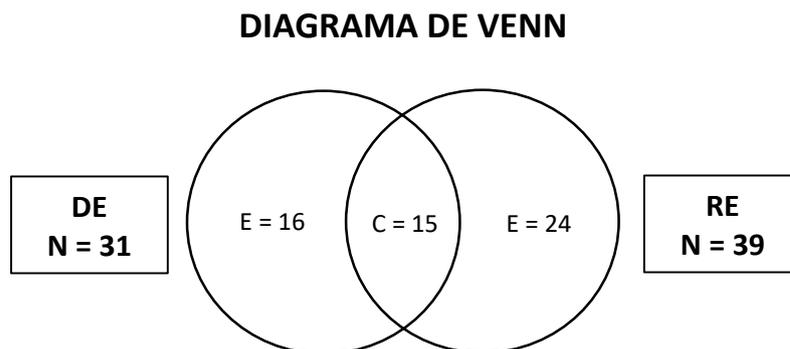
A similaridade florística entre as áreas foi feita buscando-se comparar a regeneração natural da área que sofreu intervenção humana (DE), com a área de referência (RE). O valor observado foi de 27%. Com os estudos de similaridade é possível avaliar as semelhanças e as diferenças na composição entre os diferentes estratos de uma comunidade vegetal e entre diferentes comunidades em uma mesma região ou em regiões distintas identificando possíveis correlações com variáveis ambientais (MEIRA NETO; MARTINS, 2002).

Ocorreu similaridade florística entre o estrato regenerativo da área RE e a outra área (DE), visto que o limite de referência para que as duas áreas sejam consideradas floristicamente semelhantes é de 25 % para o índice de Jaccard (MÜLLER-DOMBOIS; ELLENBERG, 1974), e obtivemos 27% de índice. A distância entre as áreas pode ser considerada um fator que influencia na similaridade entre as áreas, visto as áreas DE e RE são adjacentes.

$$S_j = a / (a + b + c)$$

onde “a” é o número de espécies encontrados em ambos os locais (DE e RE); “b” é o número total de espécies em DE, mas não em RE; e “c” é o número de espécies no local RE, mas não em DE.

Figura 12 - Diagrama de Venn elaborado a partir da composição florística da regeneração natural das duas áreas estudadas, informando o número de espécies comuns e exclusivas



Fonte: Do autor (2023)

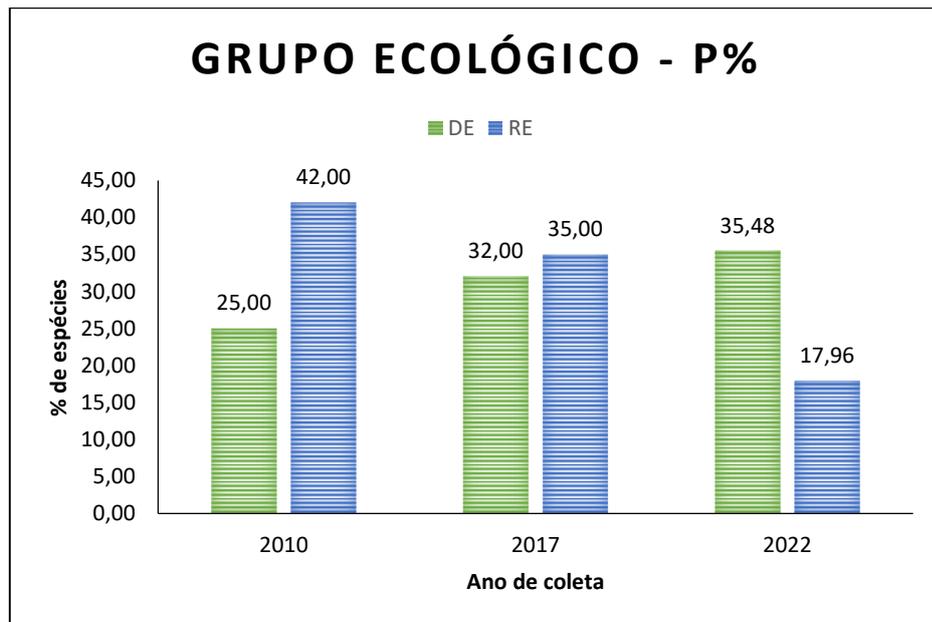
Nota: DE = Área Degradada; RE = Área de Referência; E = Espécies exclusivas; C = Espécies comuns; N = Número total de espécies amostradas na área.

Espécies comuns às duas áreas foram *Tapirira guianensis* Aubl., *Nectanda Mitidula* Nees, *Myrcia splendens* (Sw.) DC., *Guarea guidonia* (L.) Sleumer, *Copaifera langsdorffii* Desf., dentre outras.

5.6 – Comparação com outros estudos

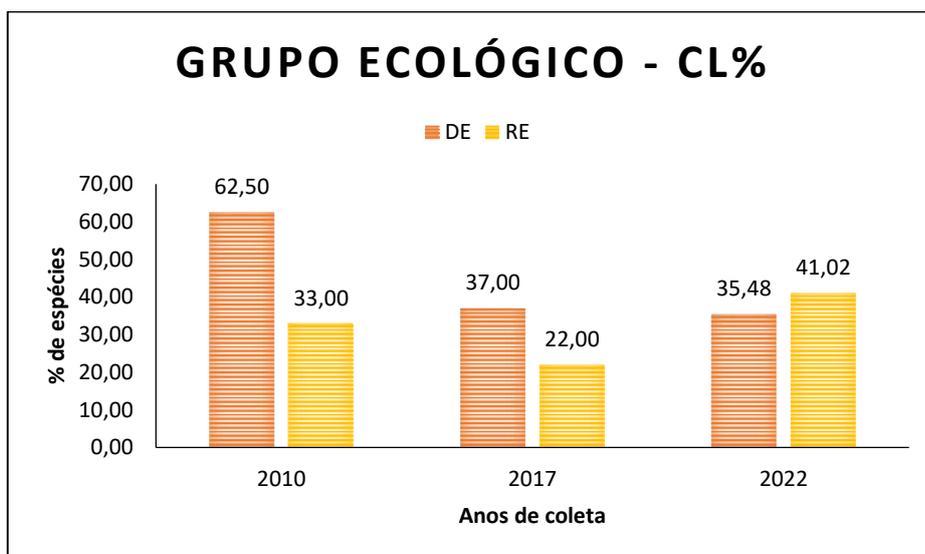
O trabalho desenvolvido 2023 teve seus resultados comparados com outros, realizados em 2006 (Wendy Carniello Ferreira) 2010 (Luciana Maria de Souza) e 2017 (Amanda Maria da Costa Oliveira).

Figura 13 - Comparação do grupo ecológico – Pioneiras (P) entre estudos dos anos de 2010, 2017 e 2022



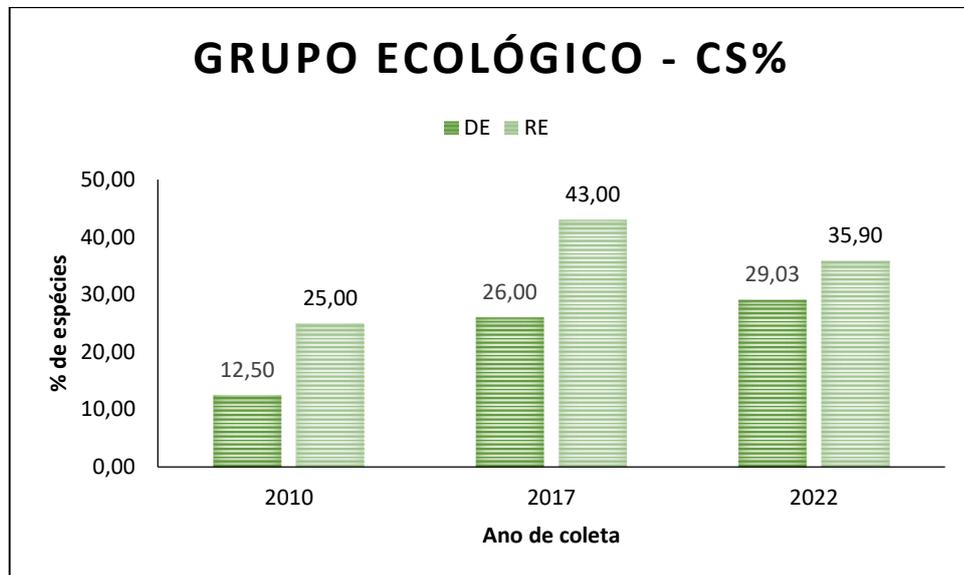
Fonte: Do autor (2023)

Figura 14 - Comparação do grupo ecológico – Clímax exigentes de luz (CL) entre estudos dos anos de 2010, 2017 e 2022



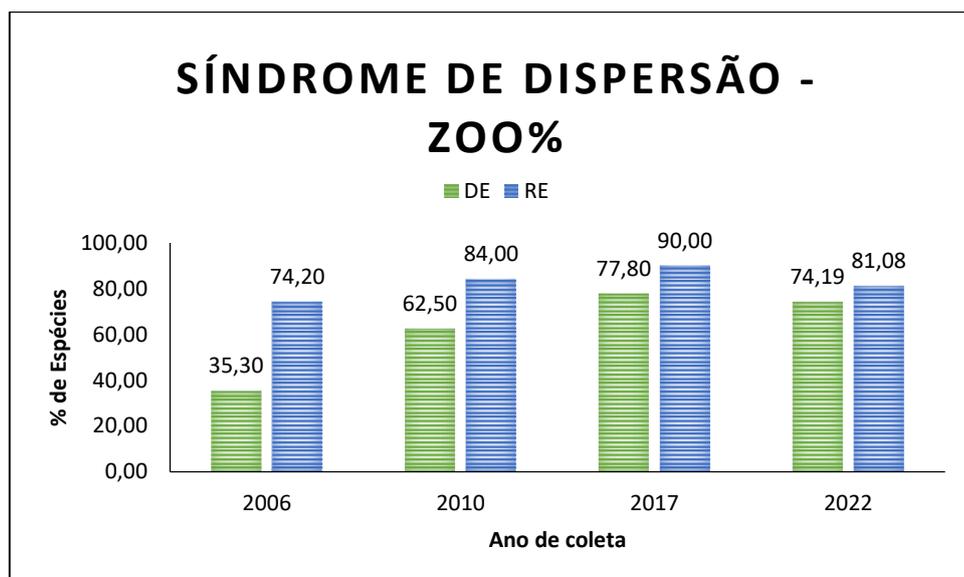
Fonte: Do autor (2023)

Figura 15 - Comparação do grupo ecológico – Clímax tolerantes à sombra (CS) entre estudos dos anos de 2010, 2017 e 2022



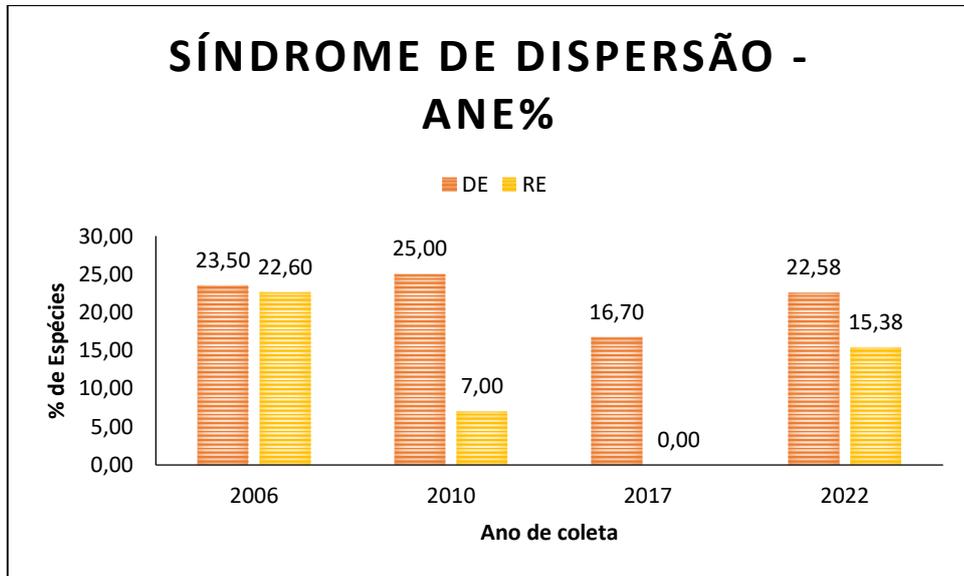
Fonte: Do autor (2023)

Figura 16 - Comparação da síndrome de dispersão – Espécies zoocóricas (ZOO) entre estudos dos anos de 2006, 2010, 2017 e 2022



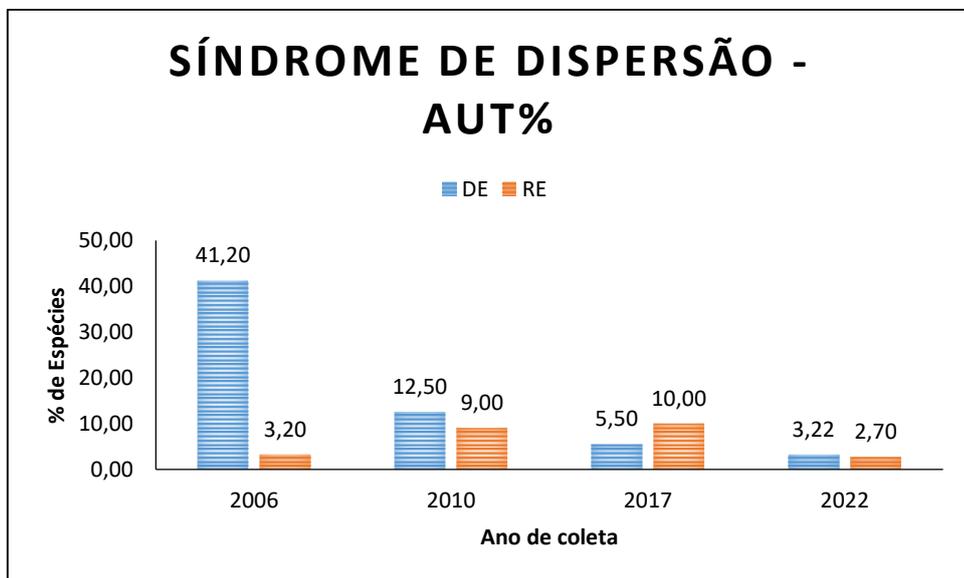
Fonte: Do autor (2023)

Figura 17 - Comparação da síndrome de dispersão – Espécies anemocóricas (ANE) entre estudos dos anos de 2006, 2010, 2017 e 2022



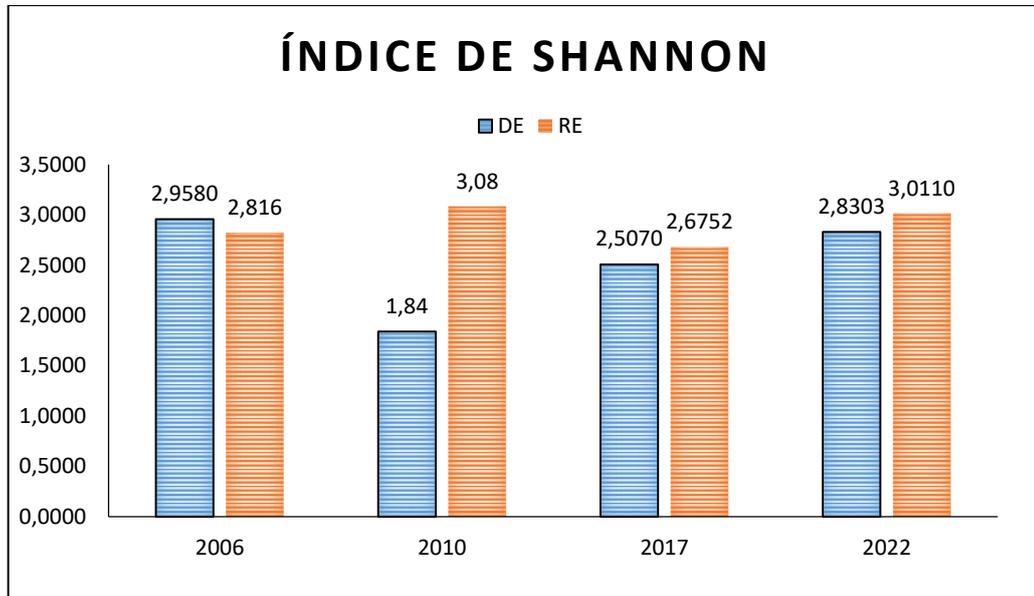
Fonte: Do autor (2023)

Figura 18 - Comparação da síndrome de dispersão – Espécies autocóricas (AUT) entre estudos dos anos de 2006, 2010, 2017 e 2022



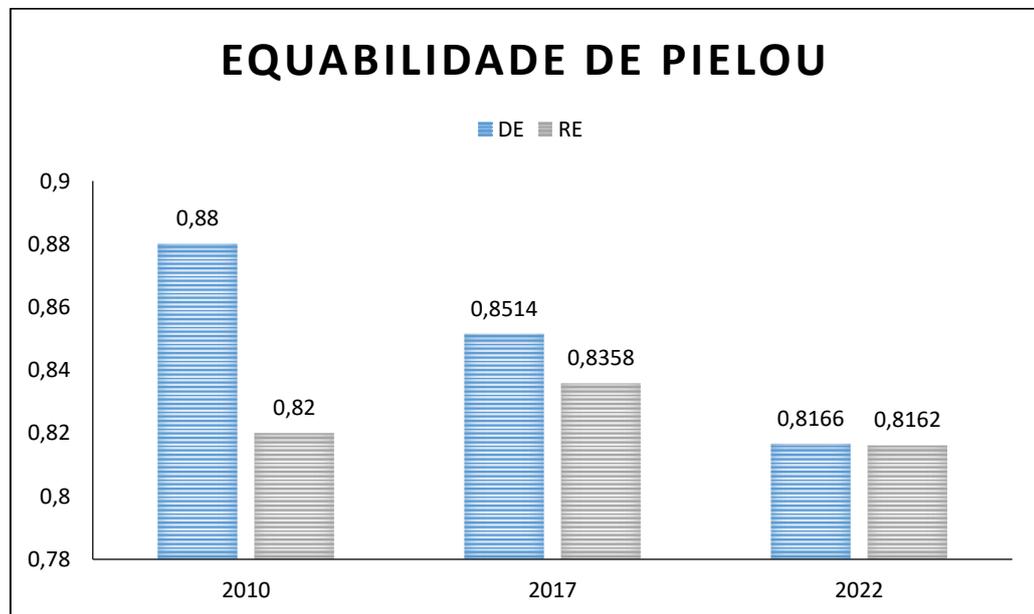
Fonte: Do autor (2023)

Figura 19 - Comparação do Índice de diversidade de Shannon entre estudos dos anos de 2006, 2010, 2017 e 2022 para as áreas DE e RE



Fonte: Do autor (2023)

Figura 20 - Comparação do Índice de equabilidade de Pielou entre estudos dos anos de 2006, 2010, 2017 e 2022 para as áreas DE e RE.



Fonte: Do autor (2023)

6 – CONCLUSÃO

Com base na análise das informações apresentadas, podemos inferir que a área de referência está em um estágio sucessional mais avançado do que a área degradada, que ainda apresenta uma presença significativa de espécies pioneiras. No entanto, os valores de diversidade das duas áreas são equivalentes e não são considerados baixos. Além disso, a similaridade florística entre as áreas é considerada alta, com um valor acima do mínimo estabelecido para o índice.

Esses resultados sugerem que há um potencial para a recuperação da área degradada, com a progressão da sucessão e a eventual predominância de espécies clímax. A influência do fragmento remanescente na estrutura da regeneração natural da área degradada também foi avaliada. A comparação com estudos anteriores realizados na mesma área revelou a evolução do comportamento da regeneração natural, e o fragmento regenerado apresentou características em conformidade com o que foi encontrado na literatura relacionada.

Essas informações indicam a importância da preservação de fragmentos remanescentes e da promoção da recuperação de áreas degradadas por meio de ações de restauração ecológica. A avaliação da diversidade e similaridade florística é essencial para compreender a estrutura ecológica das áreas avaliadas e orientar medidas de conservação e restauração.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

- ALVES, M. C.; et al. Densidade do solo e infiltração de água como indicadores da qualidade física de um Latossolo Vermelho distrófico em recuperação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n. 4, 2007.
- BAKER, D. S.; FERREIRA, L. M.; SAILE, P. W. *Biodiversity monitoring in federal protected areas: defining the methodology*. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON BIODIVERSITY MONITORING IN FEDERAL PROTECTED AREAS: DEFINING THE METHODOLOGY. **Proceedings...**Brasília: IBAMA/GTZ, 1997. 246 p.
- BERG, E. V. D.; OLIVEIRA-FILHO, A. T. Composição florística e estrutura fitossociológica de uma floresta ripária em Itutinga, MG, e comparação com outras áreas. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 23, n. 3, p. 231-253, set. 2000.
- BOTELHO, S. A. et al. **Implantação de mata ciliar**. Belo Horizonte: CEMIG/UFLA/FAEPE, 1995. 36 p.
- BOTELHO, S. A.; DAVIDE, A. C. Métodos silviculturais para recuperação de nascentes e recomposição de matas ciliares. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 5., 2002, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: UFMG, 2002. p. 123-145.
- BRASIL, Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação”. Disponível em: < www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9985.htm>. Acesso em junho de 28/01/2023.
- BRASIL. **Constituição (1988)**. **Constituição** da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado **Federal**: Centro Gráfico, 1988. 292 p.
- CAMPOS, R.P. **Espécies lenhosas pioneiras apresentam diferentes potenciais de facilitação da regeneração natural em pastagens abandonadas?** 2010. 45p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.
- CARPANEZZI, A. A. Fundamentos para a reabilitação de ecossistemas florestais. In: GALVÃO, A. P. M.; SILVA, V. P. da. (Ed.). **Restauração florestal: fundamentos e estudos de caso**. Colombo: Embrapa Florestas, 2005. p. 27-45.
- CORRÊA, R. S. **Recuperação de áreas degradadas pela mineração no Cerrado: manual para revegetação**. 2. ed. Brasília: Universa, 2009.
- DAVIDE, A. C.; FARIA, J. M. R. Revegetação de área de empréstimo da Usina Hidrelétrica de Camargos (CEMIG). In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 3., 1997, Ouro Preto. **Trabalhos voluntários...** Viçosa, MG: SOBRADE; UFV/DPS/DEF, 1997. p.462-473.
- DURIGAN, G. ENGEL, L.V. Restauração de ecossistemas no Brasil: onde estamos e para onde podemos ir? In: MARTINS, S.V. (Org). **Restauração ecológica de ecossistemas degradados**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2012. p. 41 a 60.
- DURIGAN, G. Restauração da cobertura vegetal em região de domínio do cerrado. In: **Restauração florestal: fundamentos e estudos de caso**. Colombo: Embrapa Florestas, p. 103-118, 2005.

- DURIGAN, G; SILVEIRA, E. R. **Recomposição da mata ciliar em domínio de cerrado**. SCIENTIA FORESTALIS. n. 56, p. 135-144, dez. 1999.
- EHRENFELD, J.G. Defining the limits of restoration: the need for realistic goals. **Restoration Ecology**, v.8, p. 2-9. 2000.
- ENGEL, V. L.; PARROTA, J. A. Definindo a restauração ecológica: tendências e perspectivas mundiais. In: KAGEYAMA, P. Y. et al. (Org.). **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu: FEPAF, 2003. p. 3-26.
- FERREIRA, W. C. **Estoque de biomassa e carbono e parâmetros indicadores de recuperação de mata ciliar**. 2009. 163 p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais)- Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009. Disponível em: <http://bdtd.ufla.br/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=2125>. Acesso em: 03 fev. 2023.
- FERRETTI, A. R.. Modelos de Plantio para a Restauração. In: **A Restauração da Mata Atlântica em Áreas de sua Primitiva Ocorrência Natural**. Embrapa Florestas, Colombo, p. 35-43, 2002.
- FINOL, U. H. Nuevos parámetros a considerarse en el análisis structural de las selvas vírgines tropicales. **Revista Forestal Venezolana**, Mérida, v. 14, n. 21, p. 29-42, 1971.
- GANDARA, F. B; KAGEYAMA, P. Y. Indicadores de Sustentabilidade de florestas naturais. **Série Técnica /IPEF**, v. 12, n. 31, p. 79-84, abr. 1998.
- INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS- IBAMA. **Manual de recuperação de áreas degradadas pela mineração: técnicas de revegetação**. Brasília: 1990. 95 p.
- KAGEYAMA, P. Y. et al. Restauração ecológica de ecossistemas naturais. In: **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. FEPAF, 2003.
- LAL, R.; KIMBLE, J.; STEWART, B. A. World soils as a source or sink for radiatively-active gases. In: LAL, R. et al. (Ed.). **Soil management and greenhouse effect**. Boca Raton: CRC Lewis, 1995. p. 1-7.
- MARTINS, C. R. **Caracterização e manejo da gramínea *Melinis minutiflora* P. Beauv. (Capim-gordura): uma espécie invasora do Cerrado**. 2006. 145 p. Tese (Doutorado em Ecologia) - Universidade Federal de Brasília, Brasília, 2006.
- MELO, A. C. G. de; DURIGAN, G. Evolução estrutural de reflorestamentos de restauração de matas ciliares no Médio Vale do Paranapanema. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 73, p. 101-111, mar. 2007.
- MÜLLER, A. C. **Hidrelétricas, meio ambiente e desenvolvimento**. São Paulo: Makron Books, 1995. 412 p.
- NOGUEIRA JÚNIOR, L.R. **Estoque de carbono na fitomassa e mudanças nos atributos do solo em diferentes modelos de restauração**. 2010. 94f. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2010.
- NOGUEIRA, M.O.G. **Estoque de carbono na biomassa radicular e no solo em ecossistema florestal em processo de recuperação**. 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2013.

Pacto pela Restauração da Mata Atlântica. **Mapa de áreas potenciais para restauração florestal**. 2011. Disponível em < <http://www.pactomataatlantica.org.br/publicacoes> > Acesso em fevereiro de 2023.

PIJL, L. van der. **Principles of dispersal in higher plants**. 3rd ed. New York: Springer Verlag, 1982. 214 p.

PNUMA, 2015. **The emissions gap reports**. 2015. Disponível em:<http://uneplive.unep.org/media/docs/theme/13/EGR_2015_Presentation.pdf > Acesso em janeiro de 2023.

POGGIANI, F.; STAPE, J. L.; GONÇALVES, J. L. M. **Indicadores de sustentabilidade das plantações florestais**. In: WORKSHOP SOBRE MONITORAMENTO AMBIENTAL EM ÁREAS FLORESTADAS, 2., 1998, Piracicaba: IPEF, 1998. p. 33-44. (Série Técnica IPEF, 12).

REIS, A. et al. Restauração de áreas degradadas: a nucleação como base para incrementar os processos sucessionais. **Natureza & Conservação**, v. 1, n. 1, p. 28-36, 2003.

REIS, A.; TRES, D. R.; BECHARA, F. C.. A nucleação como novo paradigma na restauração ecológica: “espaço para o imprevisível”. **Simpósio sobre recuperação de áreas degradadas com ênfase em matas ciliares**. IB: São Paulo, p. 104-121, 2006.

REIS, D. N. dos. **Desenvolvimento de um índice para avaliação da recuperação de ecossistemas ciliares**. 2008. 179 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.

RIBEIRO, J. F.; SCHIAVINI, I. **Recuperação de matas de galeria: interação entre a oferta ambiental e a biologia das espécies**. In: RIBEIRO, J. F. **Cerrado: matas de galeria**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998. p.137-153.

RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I. **Pacto pela restauração da mata atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal**. São Paulo: LERF/ESALQ: Instituto BioAtlântica, 2009. 256 p.

RODRIGUEZ, L. C. E. Monitoramento florestal: iniciativas, definições e recomendações. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, v. 12, n. 31, p. 9-22, abr. 1998.

SANQUETTA, C. R.; BALBINOT, R.; ZILLIOTTO, M. A. **Fixação de carbono: atualidades, projetos e pesquisas**. Curitiba: UFPR, 2004. 211 p.

SER: SOCIETY FOR ECOLOGICAL RESTORATION INTERNATIONAL SCIENCE. POLICY WORKING GROUP. 2004. **The SER International Primer on Ecological Restoration**. Society for Ecological Restoration International, Tucson. Disponível em: <www.ser.org>. Acesso em: 02/02/2023.

SINISGALLI, P. A. A.; SOUZA JÚNIOR, W. C.; TORRES, A. Análise emergética e econômico-ambiental aplicada a estudos de viabilidade de usinas hidrelétricas no corredor ecológico Cerrado-Pantanal. **Megadiversidade**, Belo Horizonte, v. 2, n. 1/2, p. 102-121, 2006.

SWAINE, M. D.; WHITMORE, T. C. On the definition of ecological species groups in tropical rain forest. **Vegetatio**, Dordrecht, v. 75, p. 81-86, 1988.

TRES, D. R. et al. Poleiros artificiais e transposição de solo para a restauração nucleadora em áreas ciliares. **Revista Brasileira de Biociências**. Porto Alegre, v. 5. Supl. 1, p. 312-314, julho 2007.

VIANI, R.A. G.; DURIGAN, Giselda; GALVÃO DE MELO, Antônio Carlos. **A regeneração natural sob plantações florestais: desertos verdes ou redutos de biodiversidade?** *Ciência Florestal*, v. 20, n. 3, 2010.

VIEIRA, D. L. M. **Regeneração natural de florestas secas: implicações para a restauração.** 2006. 114 f., il. Tese (Doutorado em Ecologia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

VILAS BÔAS, R. A. et al. Success: secondary forests at the margin of the hydroelectric reservoir: Minas Gerais State, Brazil. **Australian Journal of Basic and Applied Sciences**, Amman, v. 8, n. 13, p. 153-160, Aug. 2014.

MÜLLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Aims and methods of getation ecology.** New York: John Wiley & Sons, 1974. 547 p.

REIS, A.; TRES, D. R.; BECHARA, F. C.. A nucleação como novo paradigma na restauração ecológica: “espaço para o imprevisível”. **Simpósio sobre recuperação de áreas degradadas com ênfase em matas ciliares. IB: São Paulo**, p. 104-121, 2006.

CAMPOS, R.P. **Espécies lenhosas pioneiras apresentam diferentes potenciais de facilitação da regeneração natural em pastagens abandonadas?** 2010. 45p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

ISERNHAGEN, I. **Uso de sementeira direta de espécies arbóreas nativas para restauração florestal de áreas agrícolas, sudeste do Brasil.** 2010. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) – Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2011.

PEREIRA, G.M. **Proposta de procedimento para avaliação da autossustentabilidade em projetos de restauração florestal.** 2011. 103p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.

BULTMAN, T. L.; DEWITT, D. J. Effect of an Invasive Ground Cover Plant on the Abundance and Diversity of a Forest Floor Spider Assemblage. **Biological Invasions**, Heidelberg, v. 10, p. 749-756, 2008.

BUDKE, J. C. et al. Composição florística e estratégias de dispersão de espécies lenhosas em uma floresta ribeirinha, arroio Passo das Tropas, Santa Maria, RS, Brasil. **Iheringia**, Porto Alegre, v. 60, n. 1, p. 17-24, 2005.

VAN DEN BERG, E.; OLIVEIRA-FILHO, A. T. Composição florística e estrutura fitossociológica de uma floresta ripária em Itutinga, MG, e comparação com outras áreas. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 23, n. 3, p. 231-253, 2000.

MEIRA NETO, J. A. A.; MARTINS, F. R. Composição florística de uma Floresta Estacional Semidecidual Montana no município de Viçosa-MG. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 26, n. 4, p. 437-446, 2002.

.OLIVEIRA, A.M. C. **Avaliação da regeneração natural e do banco de sementes do solo de áreas à jusante da IHE de Camargos, Itutinga, MG** / Amanda Maria da Costa Oliveira. – Lavras : UFLA, 2015, 155 p. : il.

GONZAGA, L. M. **A sucessão ecológica em ambientes florestais em restauração: estrutura e dinâmica da regeneração natural** / Luciana de Moura Gonzaga. – Lavras : UFLA, 2016. 102 p. : il.

SILVA, H. F. **Biomassa e carbono no estrato arbóreo em área de restauração e em floresta semidecidual** / Helane França Silva. – Lavras : UFLA, 2014. 63 p. : il.

FERREIRA, W. C. **Estabelecimento de mata ciliar em áreas degradada e perturbada.** / Wendy Carniello Ferreira. -- Lavras : UFLA, 2006. 133 p. : il.

SOUZA, L. M. **Regeneração natural como indicador de sustentabilidade em áreas em processo de restauração** / Luciana Maria de Souza. – Lavras : UFLA, 2014. 127 p. : il.

ALVARES C. A.; STAPE, J. L., SENTELHAS P. C. Jose´ Leonardo de Moraes Goncalves and Gerd Sparovek **Ko¨ppen’s climate classification map for Brazil**; Meteorologische Zeitschrift, Vol. 22, No. 6, 711–728 (published online January 2014) Open Access Article _ by Gebru¨der Borntraeger 2013