

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E AMBIENTAIS**

LUANA DAVINY DOS SANTOS SILVA

**FUNCIONALIDADE ECOLÓGICA DE SISTEMA AGROFLORESTAL
NO MATO GROSSO DO SUL**

DOURADOS

2023

LUANA DAVINY DOS SANTOS SILVA

**FUNCIONALIDADE ECOLÓGICA DE SISTEMA AGROFLORESTAL
NO MATO GROSSO DO SUL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Federal da Grande Dourados, como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas, sob orientação da professora Zefa Valdivina Pereira.

Dourados

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

S586f Silva, Luana Daviny Dos Santos
Funcionalidade ecológica de sistema agroflorestal no Mato Grosso do Sul [recurso eletrônico] /
Luana Daviny Dos Santos Silva. -- 2023.
Arquivo em formato pdf.

Orientadora: Zefa Valdivina Pereira.
TCC (Graduação em Ciências Biológicas)-Universidade Federal da Grande Dourados, 2023.
Disponível no Repositório Institucional da UFGD em:
<https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio>

1. MESMIS. 2. indicadores. 3. restauração ecológica. 4. processos ecológicos. I. Pereira, Zefa Valdivina. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.

AGRADECIMENTOS

Ao Divino Criador, meu anjo de guarda, meus guias, mentores, protetores e todos os seres de luz que me acompanham e me dão o suporte para seguir com a minha missão na vida terrena.

A minha mãe, por sua confiança e auxílio em tornar essa experiência possível.

A minha “Panelinha”: Be, Salsi, Lígia, Isaac, Sarah, Isa e Pedro, meus amigos que fizeram parte desse processo e sempre alegraram a caminhada.

Ao meu amor, Lara, minha companheira que torna minha vida mais bela e leve, por todo apoio, carinho e cuidado.

A minha orientadora Zefa, uma pessoa iluminada, por partilhar seus conhecimentos e pela inspiração e esperança advindos de suas ações.

Aos professores que fizeram parte da minha formação com dedicação.

Aos meus colegas do Laboratório de Restauração Ambiental e ao Programa de Educação Tutorial pelas experiências e aprendizados.

LUANA DAVINY DOS SANTOS SILVA

**FUNCIONALIDADE ECOLÓGICA DE SISTEMA AGROFLORESTAL NO MATO
GROSSO DO SUL**

Trabalho de Conclusão de aprovado pela Banca Examinadora como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas, da Universidade Federal da Grande Dourados.

Orientadora: Dra. Zefa Valdivina Pereira.

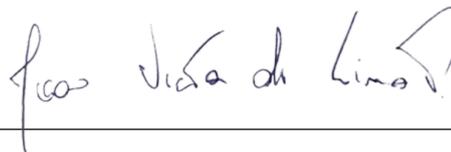
Aprovado em: 06/09/2023.

BANCA EXAMINADORA



Profª Drª Zefa Valdivina Pereira

Presidente



Me. João Victor de Lima Pereira

Membro



Rita de Cassia Gonçalves Marques

Membro

RESUMO

A funcionalidade ecológica é o conjunto de processos e mecanismos pelos quais o ecossistema se mantém em equilíbrio dinâmico, esses processos podem ser quantificados por meio das taxas de transferências de energia e materiais. O conjunto de atividades antrópicas de uso e ocupação da terra degradam os ecossistemas e seus processos naturais são afetados, para que retornem é necessária a restauração ecológica. Os Sistemas Agroflorestais (SAF's) são técnicas relevante na restauração de áreas degradadas, são compostos por interações entre diferentes espécies de plantas florestais, como as lenhosas e cultivos agrícolas, por vezes também com animais, que com um manejo apropriado tem a capacidade de produzir alimentos em um mesmo terreno sem a exigência de altos níveis de insumos externos, enquanto conserva o meio ambiente. Pode-se dizer que sua implantação além de abranger fatores econômicos, como por exemplo a produção e fatores sociais, como o sustento alimentar; também traz diversos benefícios para o solo, para a biodiversidade e aos serviços ecossistêmicos relacionados ao ar, a água, ciclagem de nutrientes e outros. A avaliação dos diversos atributos ecológicos desse novo ecossistema se faz necessária para mensurar as condições do retorno dos processos ambientais. Para isso, foram utilizados indicadores ecológicos que envolvam a estabilidade, resiliência e confiabilidade do ecossistema, para avaliar a funcionalidade ecológica de um Sistema Agroflorestal em Mato Grosso do Sul localizado no município de Ivinhema. A metodologia aplicada foi o MESMIS – Marco para Avaliação de Sistemas de Manejo de Recursos Naturais Incorporando Indicadores de Sustentabilidade. Os valores de referências foram obtidos com base na literatura de fragmentos semelhantes de referência. O SAF atingiu 23 dos 36 pesos dos parâmetros de referência ideais, demonstrando uma funcionalidade intermediária da área, com bons resultados para o atributo de Estabilidade e Resiliência, mas com baixos valores para os indicadores de densidade, riqueza de espécies e altura média; e para o atributo de Confiabilidade baixos valores, mas são resultados condizentes com a idade da área, sendo uma floresta inicial. Monitoramentos futuros dos fatores defasados podem auxiliar para acompanhar o retorno desses processos ao longo do tempo.

Palavras-chave: MESMIS, Indicadores, Restauração ecológica, Processos ecológicos.

ABSTRACT

Ecological functionality is a group of processes and mechanisms by which the ecosystem maintains itself in balance, these processes can be quantified through the transfer rates of energy and materials. Anthropogenic activities of land use and occupation degrade ecosystems and their natural processes are affected, requiring ecological restoration for the return of these processes. Agroforestry Systems (AFS's) are relevant techniques in the restoration of degraded areas, they are composed of interactions between different species of forest plants, such as woody ones and agricultural crops, sometimes also with animals, which with proper management have the capacity to produce food on the same land without requiring high levels of external inputs, while conserving the environment. It can be said that its implementation, in addition to economic factors, such as production and social factors, such as food support; it also brings many benefits to the soil, biodiversity and ecosystem services related to air, water, nutrient cycling and others. The analysis of the many ecological attributes of the novel ecosystem is necessary to measure the conditions for the return of environmental processes. For this, ecological indicators involving stability, resilience and reliability of the ecosystem were used to evaluate the ecological functionality of an Agroforestry System in Mato Grosso do Sul located in the city of Ivinhema. The methodology was the MESMIS – Framework for Assessing the Sustainability of Natural Resource Management Systems Incorporating Sustainability Indicators. Reference values were obtained based on the literature of similar reference fragments. The AFS reached 23 of 36 points of the ideal reference parameters, and demonstrated intermediate functionality of the area, with high results for the Stability and Resilience attribute, and low values for the Reliability attribute, but these results are consistent with the age of the area, being an initial forest. Future monitoring of lagged factors can help to keep track of the return of these processes over time.

Keywords: MESMIS, Indicators, Ecological restoration, Ecological processes.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. REFERENCIAL TEÓRICO	9
2.1 Perdas de vegetação no estado de Mato Grosso do Sul.....	9
2.2 Restauração ecológica	10
2.3 Sistemas agroflorestais.....	12
2.4 Funcionalidade ecológica.....	13
2.5 Indicadores.....	15
2.6 Serapilheira.....	15
2.7 Banco de sementes.....	16
2.8 Chuva de sementes	17
2.9 Diversidade	18
3. OBJETIVO	19
4. METODOLOGIA	20
4.1 Área de estudo	20
4.2 Levantamento de dados	22
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
6. CONCLUSÃO	28
REFERÊNCIAS	28
ANEXO A – Espécies arbóreas do Sistema Agroflorestal.....	44
ANEXO B – Serapilheira do SAF.....	46
ANEXO C – Banco de sementes do SAF.....	46
ANEXO D – Chuva de sementes do SAF.....	47

1. INTRODUÇÃO

Diversas atividades antrópicas de uso e ocupação do solo tem provocado o desequilíbrio dos ecossistemas, que por decorrência dessas ações de degradação tem seus processos negativamente afetados, ocasionando alterações climáticas, perda de habitats e desequilíbrios ecológicos (ANDRADE, 1988). Essas áreas degradadas reduzem a biodiversidade, o funcionamento, e a resiliência dos ecossistemas, que por sua vez afeta negativamente a resiliência e sustentabilidade dos sistemas socioecológicos (SER, 2019).

Em razão desses fatores há a necessidade de restaurar os ecossistemas terrestres, constando inclusive nos Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável das Organização das Nações Unidas para 2030 “proteger, restaurar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, manejo florestal sustentável, combate à desertificação, e interromper e reverter a degradação da terra e perda da biodiversidade”.

Uma das técnicas promissoras para restauração de áreas degradadas são os Sistemas Agroflorestais (SAFs) (BENE et al. 1977; BALBINO et al. 2011; JOSE 2012; SILVA 2013), que de acordo com a definição da Instrução Normativa do Ministério do Meio Ambiente nº 5 de 2009 são

“Sistemas de uso e ocupação do solo em que plantas lenhosas perenes são manejadas em associação com plantas herbáceas, arbustivas, arbóreas, culturas agrícolas, forrageiras em uma mesma unidade de manejo, de acordo com arranjo espacial e temporal, com alta diversidade de espécies e interações entre estes componentes.” (BRASIL, 2009).

Esses sistemas tem sido bastante difundidos para a restauração ecológica, pois fornecem serviços ecossistêmicos como a melhoria do clima, do solo, da qualidade da água, aumento da biodiversidade, sequestro de carbono (GARRETT & MCGRAW, 2000; GARRITY, 2004; WILLIAMS-GUILLEN et al., 2008; NAIR et al., 2009). Além de benefícios socioeconômicos como a redução de uso de insumos externos, a produção de alimentos orgânicos, a segurança alimentar e a geração de renda (PADOVAN & CARDOSO, 2013; MICCOLIS et al., 2017; GARCIA et al., 2021).

Os SAF's constituem Neoecossistemas (Novel ecosystems) (HOBBS et al., 2009), pois ocorrem após um distúrbio antrópico e sua composição de espécies é nova, suas novas características bióticas e abióticas não condizem com a histórica pois foram alteradas por consequência de modificações antrópicas como atividades sociais, econômicas ou culturais e

possuem alto nível de biodiversidade e interações complexas (HOBBS et al., 2006; HOBBS et al., 2013; BARISAUX, 2017).

O monitoramento desses novos ecossistemas auxilia na avaliação do seu desenvolvimento, identificando perturbações, definindo medidas de manejo, verificando a eficiência desses métodos e as espécies empregadas e aperfeiçoando os modelos (SCHIEVENIN et al., 2012). E esse monitoramento pode ser realizado por indicadores capazes de avaliar a estrutura, função, composição e o retorno das funções ecológicas do ecossistema (RODRIGUES et al., 2009; LISTOPAD *et al.*, 2015; BRANCALION et al., 2015).

Um bom indicador de funcionalidade ecológica é aquele que está associado aos grandes processos naturais do ecossistema, agregando propriedades físicas, químicas e biológicas, além de serem sensíveis às variações no manejo e as condições ambientais (DORAN & PARKIN, 1996). O indicador também é melhor se for acessível a muitos usuários e de fácil utilização em campo, e se possível compor uma base de dados (SOUZA, 2009). Esses indicadores ao levar em consideração os processos ecológicos, refletem as mudanças que ocorrem nos mais diversos níveis do ecossistema apontando seu grau de integridade (DALE & BEYELER, 2001).

O protocolo MESMIS - Marco de Avaliação de Sistemas de Recursos Naturais Incorporando Indicadores (LÓPEZ-RIDAURA et al., 2002), engloba esses processos e pode indicá-los de acordo com a estabilidade, resiliência e confiabilidade dos sistemas avaliados, fornecendo informações da qualidade desses fatores envolvidos.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Perdas de vegetação no estado de Mato Grosso do Sul

O Estado do Mato Grosso do Sul (MS) conta com uma superfície de 357.139,9 km², com três biomas característicos: Cerrado que abrange 61% do estado e estima-se por MMA & IBAMA, 2009 que mais de 50% de sua vegetação original já foi suprimida, Pantanal (25%) e pouco mais de 4% de sua área é protegida, e Mata Atlântica (14%) já bem reduzida e com proteção da Lei da Mata Atlântica Lei n. 1.428, de 22 de dezembro de 2006 a (BRASIL, 2006; ZEE, 2015).

Existe uma grande variação florística no estado, e essas se dividem em regiões fitoecológicas: A Florestal Aluvial ocupando 8,82% do estado, Floresta Estacional Semidecidual (0,44%), Floresta Estacional Decidual (1,07%), Savana (22,19%), Savana Estépica (4,46%), além de áreas de tensão ecológica (BRASIL, 1990; ZEE, 2015).

Seja no Brasil ou em outros países, a agricultura sempre foi e continua sendo a principal atividade geradora de áreas degradadas (BRANCALION et al., 2015, p. 22), no estado do MS a expansão da agricultura e da pecuária tem causado a perda de vegetação originária, degradação do solo e dos ecossistemas nativos e a dispersão de espécies exóticas (KLINK & MACHADO, 2005). O superpastejo é uma das principais causas da degradação do solo e o uso intensivo da mecanização, de fertilizantes e agrotóxicos, compromete a cobertura do solo, as bacias hidrográficas e demais ecossistemas, afetando a sustentabilidade ecológica, com significativa tendência à degradação ambiental (CUNHA, 2008; SOUZA, 2010; SANTOS & COMASTRI-FILHO, 2012).

Essas áreas degradadas causam a destruição de habitats necessários à manutenção da fauna e flora, além de causar outros danos ambientais, como a perda de solo, o assoreamento dos cursos d'água, a contaminação das águas superficiais e subterrâneas, a poluição do ar, etc (BRANCALION, et al., 2015, p. 22). A ocorrência dessas intervenções antrópicas tem sido cada vez mais intensa, resultando em níveis muito grandes de degradação em que a recuperação natural do ecossistema só ocorre numa escala de tempo muito distinta daquela em que foi gerada a degradação da área, sendo assim necessária a intervenção humana para acelerar a restauração natural (BRANCALION, et al., 2015, p. 17).

2.2 Restauração ecológica

No mundo e também no Brasil, crescem os esforços de restauração ecológica à medida que a qualidade ambiental, diretamente associada à qualidade de vida das pessoas, vai se tornando um valor intrínseco às sociedades (BRANCALION et al., 2015, p.22). No estado há diversas ações de restauração voltadas para os 3 biomas entre órgãos públicos como a AGRAER, IMASUL; pesquisadores de diversas instituições e laboratórios de pesquisa como a UFGD, UFMS e FAPEC e também da sociedade como os Assentamentos a partir da produção de mudas e implementação de projetos (PROJETO NOVA MATA, 2023).

A restauração ecológica busca gerar estabilidade e integridade biológica aos ecossistemas naturais (ENGEL & PARROTA, 2003), iniciando e acelerando a recuperação do ecossistema tendo como ponto de partida as condições históricas naturais da área (SER, 2004) visando proporcionar o reestabelecimento de condições de equilíbrio, integridade e sustentabilidade existentes nos sistemas naturais. (DIAS & GRIFFITH, 1998; BARBOSA, 2003).

A restauração ecológica de uma área é sempre o produto de uma ação intencional feita por um restaurador que se soma à ação da natureza, pois o processo inclui: 1) a expressão da sucessão ecológica, que é o processo natural de recuperação da área, portanto não há a atuação intencional do homem; 2) a restauração ativa ou assistida, feita por ações do homem, com a intenção de conduzir, direcionar e favorecer o processo natural de sucessão ecológica; 3) e ambos em conjunto, pois a sucessão ecológica ocorre independente da vontade do homem (BRANCALION et al., 2015, p.18).

Com a degradação de remanescentes florestais nativos no país as ações de restauração florestal se iniciaram no Brasil no século XIX e meados do século XX, e nesse último século, o aumento da demanda pela restauração de ecossistemas florestais degradados esteve intimamente ligado à elaboração e aplicação de instrumentos legais voltados para a compensação e reparação de danos ambientais autorizados ou não pelo poder público (BRANCALION et al., 2015, p. 49).

A legislação brasileira conceituou no Código Florestal (Lei nº 4.771/1965) a definição de Áreas de Preservação Permanente (APP) e Áreas de Reserva Legal (ARL), bem como limitou a forma de uso das diversas formações vegetacionais, dependendo da sua localização e outras características ecológicas (GRIFFITH, 2002). Esta lei estabeleceu restrições para o uso da terra, principalmente em APPs, bem como determinou a necessidade da recuperação dessas áreas, quando degradadas, mas em 2012, a Lei nº 12.651/2012 trouxe novas mudanças ao Código Florestal brasileiro, onde houve diminuição das faixas de áreas de preservação. (LIMA, 2014)

Com isso os processos de restauração de ecossistemas florestais tiveram mais visibilidade no país, o objetivo é que se assemelhem a uma floresta remanescente próxima tomada como referência, mas ao ser restaurada não será igual ao ecossistema de referência, apenas semelhante em sua composição, estrutura e funcionamento, pois se trata de uma nova floresta (BRANCALION et al., 2015, p.18 e 35), podendo gerar um ecossistema diferente do original (HOBBS et al., 2006),

Quando um ecossistema é restaurado ele é suficientemente resiliente para suportar os eventos normais de estresse, é autossustentável e possui o potencial para persistir indefinidamente sob as condições ambientais existentes (MICCOLIS et al., 2016). Para avaliar se essas condições ambientais da restauração ecológica estão sendo atingidas devem ser utilizadas ferramentas de avaliação denominadas indicadores (RODRIGUES et al., 2009)

considerando a recomposição da estrutura da floresta e o restabelecimento de seus processos ecológicos (RODRIGUES & GANDOLFI, 2001)

Juntamente aos indicadores, os descritores do ecossistema de referência permitirão dizer se há chances de o estado final ou maduro ser atingido um dia, dessa forma, o que mais importa é saber se o ecossistema em restauração segue uma trajetória cuja tendência é alcançar esses descritores escolhidos como final ou maduro (BRANCALION et al., 2015, p.20).

Assim, áreas em processo de restauração, tanto aquelas em bom estado como as mais precárias, constituem excelentes laboratórios a céu aberto, que devem ser continuamente monitorados para o avanço da ciência e prática (BRANCALION et al., 2015 p.52).

2.3 Sistemas agroflorestais

Uma das técnicas de restauração florestal promissora os Sistemas Agroflorestais (SAFs), são considerados o melhor modelo para imitar a sucessão natural e aumentar a biodiversidade dos ecossistemas (ANDERSON, 1990). Segundo Ribaski et al. (2001), o objetivo desses sistemas é criar diferentes estratos vegetais, e imitar um bosque natural, e pela aproximação aos ecossistemas naturais em estrutura e diversidade, representam um grande potencial para a restauração de áreas e ecossistemas degradados (AMADOR, 2003).

Nos SAFs plantas lenhosas perenes são usadas na mesma unidade de manejo de culturas agrícolas e/ou animais. e existem interações ecológicas e econômicas entre os diferentes componentes (NAIR, 1984). De acordo com Farell & Altieri (1984) e Gliessman (2001), as agroflorestas contemplam os princípios básicos e preenchem os requisitos da sustentabilidade, pois a inclusão de árvores no sistema de produção, o uso de recursos internos, e o uso de práticas de manejo combina a produção com a geração de numerosos serviços ambientais, possibilitando a renda por diversos produtos e a conservação da biodiversidade.

A implantação desse sistema com espécies arbóreas em conjunto com outras culturas traz diversos benefícios para os recursos naturais, o solo, o clima, a água, a biodiversidade, como o aumento da diversidade genética das plantas (MONTAGNINI et al., 1992; NAIR, 1993), o acúmulo de carbono a partir da biomassa, seja em raízes vivas ou mortas e também na biomassa aérea; o controle de erosão pois é mantida uma cobertura do solo; a fertilidade desse solo a partir do alto aporte de matéria orgânica, disponibilidade de nutrientes, fixação de nitrogênio, e ciclagem de nutrientes; concede habitat e alimento para muitos animais (HARVEY, 2001; BEER et al., 2003).

Também regula positivamente fatores climáticos como a temperatura, umidade do solo, umidade relativa do ar; conserva a água em quantidade e qualidade influenciando no ciclo hidrológico incrementando a chuva, a transpiração e retenção da água no solo, a redução do escoamento e o aumento da infiltração (BEER et al., 2003).

Todos esses benefícios concentram maior estabilidade no ambiente e também para os envolvidos no sistema como os microrganismos, espécies vegetais e animais onde as árvores e/ou os arbustos pela influência que exercem no processo de ciclagem de nutrientes e no aproveitamento da energia solar, são considerados os elementos estruturais básicos e a chave para a estabilidade do sistema (RIBASKI et al., 2001; BEER et al., 2003).

Toda essa interação ecossistêmica entre os seres vivos e os elementos da natureza, além de contribuir diretamente com a qualidade do solo, ar e água fazem com que essas interações naturais substituam as funções de insumos químicos, e pode se tornar um modelo autossustentável com um controle de pragas natural vindo da cadeia alimentar única e com a polinização e dispersão de sementes auxiliando o desenvolvimento das espécies vegetais (LOPES et al., 2009; SILVA et al., 2011; OLIVEIRA et al., 2018).

Com isso, no SAF nada é desperdiçado, tudo é aproveitado, trazendo benefícios não só ao ecossistema, mas também ao agricultor, que economiza com recursos, uma vez que não é necessária a utilização de ferramentas e equipamentos de alto custo para o manejo, ou ainda, produtos químicos utilizados em plantações convencionais (OLIVEIRA et al., 2018).

Sendo assim, Paludo & Costabeber (2012) que estes sistemas constituem uma importante ferramenta no combate à pobreza rural e ajudam na segurança alimentar e conservação dos recursos naturais e frente aos sistemas monoculturais, são vantajosos pois oferecem uma utilização mais eficiente do espaço, redução efetiva da erosão, sustentabilidade da produção e estímulo à economia de produção, com base participativa (MEDRADO, 2000).

2.4 Funcionalidade ecológica

As florestas restauradas têm a função de resgatar a biodiversidade (BRANCALION, et al 2010), e também o funcionamento de todo ecossistema (SCHERER-LORENZEN et al., 2005; ENGEL, 2011). De forma que nas práticas de restauração ecológica, a restauração das funções ecológicas e dos serviços ecossistêmicos é mais relevante para a estabilidade dos ecossistemas, a partir do uso de maior diversidade de espécies, com maior diversidade de funções (ENGEL, 2011; CADOTTE et al., 2011). A teoria BEF - Biodiversity Ecosystem

Functioning, complementa o conceito considerando a biodiversidade como um importante fator para o retorno da funcionalidade do sistema (NAEEM, 2006; ENGEL, 2011).

Sendo assim, uma diversidade de espécies com nichos complementares faz com que o ecossistema restaurado atinja a estabilidade (resistência a distúrbios) e resiliência (rápido retorno à condição pré-distúrbio), pois exercem funções diversas para o funcionamento do ecossistema e as redundantes asseguram a persistência do ecossistema no longo prazo (NAEEM, 1998; TRINDADE-FILHO e LOYOLA, 2010).

As funções ecológicas são as constantes interações existentes entre os elementos estruturais de um ecossistema, que criam uma integridade sistêmica dentro destes (DALY & FARLEY, 2004). Formam os processos do ecossistema que dão suporte aos sistemas ecológicos, alguns dos principais processos funcionais de um ecossistema são o fluxo de energia e a reciclagem de nutrientes (SCHUMACHER et al., 2004), também a biodiversidade, produção primária, decomposição, entre outros (AERTS & HONNAY, 2011).

A funcionalidade ecológica pode ser entendida como conjunto desses processos e mecanismos pelos quais o ecossistema se mantém em equilíbrio dinâmico (NAEEM et al., 1999; PUTZ et al., 2001). E as somas dos atributos dinâmicos desses ecossistemas como estabilidade, resiliência e confiabilidade, geram a capacidade do ecossistema de se manter ao longo do tempo e promovem a prestação de serviços ambientais, funções e processos ecológicos (PALMER et al., 2014; ANDRADE, 2017).

A estabilidade dos ecossistemas pode ser medida a partir da variância, resistência e resiliência (AERTS & HONNAY, 2011). Para medir a diversidade funcional utiliza-se o que os organismos efetivamente fazem em um ecossistema, quantificando medidas de magnitude e dinâmica dos processos ecológicos; como a distribuição de características em uma comunidade ou a magnitude relativa das semelhanças e diferenças entre espécies. (MONTEZUMA, 2005; BARBOSA & FARIA, 2006; AERTS & HONNAY, 2011).

Isso pode ser estimado por meio das taxas de transferências de energia e materiais, tais como a incorporação de biomassa, decomposição, lixiviação, ciclagem de nutrientes e ciclo hidrológico (OLIVEIRA & NETO, 2000) em medidas de estoques, por exemplo, biomassa vegetal (DOHERTY & ZEDLER, 2015).

Variáveis que tem sido mensuradas são a produção de serapilheira e da velocidade de decomposição para a diagnosticar a integridade funcional dos ecossistemas (GARAY &

KINDEL, 2001), a ciclagem de nutrientes minerais, a composição florística e estrutura da vegetação também têm sido avaliadas (PAGANO & DURIGAN, 2000; CLARK et al., 2001). Estes podem servir como indicadores (PENNA-FIRME & OLIVEIRA, 2017).

2.5 Indicadores

Indicadores são atributos que medem ou refletem o status ambiental ou a condição de sustentabilidade do ecossistema (DORAN & PARKIN, 1996). Para se avaliar sistemas em restauração ou monitorar ecossistemas, utilizam-se os indicadores ecológicos, que são ferramentas que compreendem as condições de um determinado critério utilizado na avaliação de um ambiente (RODRIGUES et al., 2009), auxiliando na identificação do modo com que as metas estabelecidas relacionam-se com os processos sucessionais naturais (HOBBS & HARRIS, 2001; LIMA, 2014).

Sendo assim, têm como função diagnosticar a saúde do ecossistema e são ferramentas para monitorar condições e mudanças ambientais ao longo do tempo (JORGENSEN, 2005), representam uma análise científica, a partir da categorização numérica ou descritiva de dados ambientais (VAN STRAALLEN, 1998; MORAES et al., 2010; SUDING, 2011).

No caso de indicadores quantitativos, tem a capacidade de mensurar certos parâmetros descritores do local em restauração, como a altura média dos indivíduos arbóreos, densidade de indivíduos regenerantes, a mortalidade, a riqueza e diversidade de espécies, dentre outros. (GALETTI, 2017).

Um dos métodos para seleção de indicadores é o Marco para a Avaliação de Sistemas de Manejo de Recursos Naturais incorporando Indicadores de Sustentabilidade (MESMIS) (LÓPEZ-RIDAURA et al., 2002). Em sua estrutura faz o uso de Indicadores de Sustentabilidade e destaca-se pela exigência da abordagem das dimensões ambientais e socioeconômicas, dando ênfase às avaliações qualitativas e quantitativas (VERONA, 2010).

Tem sido utilizado como uma das ferramentas para a avaliação de sustentabilidade de agroecossistemas (KEMERICH et al., 2014), sendo uma das mais completas, pois parte da definição do objeto de análise, seleciona indicadores, realiza a avaliação e o monitoramento e recomenda mudanças e ajustes quando necessário (PEREIRA & MARTINS, 2010).

2.6 Serapilheira

Entre os potenciais indicadores, a serapilheira se trata do material de origem vegetal e animal depositado na superfície do solo, é um indicador da qualidade da regeneração florestal

e sua quantificação e a comparação entre áreas permitem avaliar a qualidade e intensidade da ciclagem de nutrientes (MARTINS, 2001). Sendo assim, forma uma parte substancial na cadeia trófica do solo, refletindo diversos atributos físicos e biológicos determinantes (GOMES et al., 2010).

Desempenha diversos papéis no ecossistema, como na melhoria e manutenção da fertilidade, na atividade biológica, influenciando diretamente a biomassa microbiana e a comunidade da macrofauna (CUNHA NETO et al., 2013; ASHFORD et al., 2013) melhorando as características químicas e físicas do solo, além de criar condições microclimáticas que influenciam a germinação de sementes, no recrutamento de plântulas, criar nichos e fornecer energia para as comunidades edáficas (OLIVEIRA & LACERDA, 1993; BURNHAM, 1997; SANCHES et al., 2009).

O aspecto mais relevante seria o de reservatório de nutrientes minerais, sendo a principal via de transferência destes, da vegetação para o solo, também é de destaque a capacidade de impedir o escoamento superficial em áreas florestadas, regulando a infiltração de água no solo e, assim reduzindo a erosão superficial (OLIVEIRA & NETO, 2000; PENNA-FIRME & OLIVEIRA, 2017).

Diversos autores têm demonstrado que os processos da serapilheira controlam a ciclagem de nutrientes em florestas, e assim podem ajudar a determinar melhor a sustentabilidade e a funcionalidade ecológica das áreas. (CALDEIRA et al., 2008; SANCHES et al., 2009).

2.7 Banco de sementes

O banco de sementes pode ser um bom indicador dos processos de regeneração de ecossistemas, pois permite que ao considerar sua composição florística e densidade, se possa prever sobre o potencial florístico existente no processo de sucessão (RODRIGUES & GANDOLFI, 1998; MARTINS, 2001). Também expressa a dinâmica natural da vegetação e por isso é um indicador do potencial de resiliência de uma comunidade (TRES et al., 2007).

Sua constituição se dá a partir das sementes produzidas localmente e por sementes transportadas de outros locais, sendo essas viáveis, em estado de dormência, presentes na superfície ou no interior do solo (HARPER, 1977; FENNER, 1985). Essas sementes podem ser viáveis no local por um ano, chamadas transitórias, ou persistentes, que permanecem viáveis por mais de um ano (SIMPSON et al., 1989).

Segundo Moressi et al., (2014) essa permanência representa uma reserva do potencial genético acumulado e está relacionada à resiliência do hábitat. Pois a recolonização da vegetação em um ambiente perturbado ocorre, principalmente, através do banco de sementes, que vai cooperar para o equilíbrio dinâmico da área (SCHMITZ, 1992). E este é formado, principalmente, por espécies de estágios iniciais de sucessão, sendo responsável pela composição do novo ecossistema caso ocorra algum distúrbio (LUNT, 1997; MARTINS, 2010).

De forma que o banco de sementes é um fator importante na regeneração natural, pois participa de processos ecológicos, como o restabelecimento de comunidades após distúrbios, a manutenção da diversidade de espécies, o estabelecimento de grupos ecológicos e a restauração da riqueza de espécies, sendo assim importante para a conservação de populações vegetais (HARPER, 1977; PUTZ, 1983; SWAINE & HALL, 1983; LAWTON & PUTZ, 1988; GARWOOD, 1989).

2.8 Chuva de sementes

Assim como o banco de sementes, a chuva de sementes também expressa a dinâmica natural da vegetação e também indica o potencial de resiliência de uma comunidade (TRES et al., 2007), pois este é um mecanismo da floresta para sua autorregeneração (ARAÚJO et al., 2004). Diversas pesquisas sobre a chuva de sementes vêm sendo realizadas, demonstrando que esse mecanismo é um bom indicador para avaliar o estabelecimento de novas espécies (ARAÚJO et al., 2004; GONDIM, 2005; RUDGE, 2008).

A chuva de sementes é um processo ecológico caracterizado pela chegada de propágulos ao solo por meio de mecanismos de dispersão (CAMPOS et al., 2009), podendo ser através de zoocoria (dispersão por animais), anemocoria (dispersão pelo vento) e autocoria (mecanismos da própria planta) (VAN DER PIJL, 1982). Esses propágulos podem ser originários de plantas ocorrentes no próprio local (autóctones) e de plantas provenientes de locais adjacentes (alóctones), os quais afetam o processo de sucessão da floresta (GROMBONE-GUARATINI, 2002; ARAÚJO et al., 2004).

A dispersão dessas sementes é considerada a fase inicial na organização da dinâmica de florestas (HARDESTY & PARKER, 2002), pois permite que os indivíduos mortos sejam substituídos por espécies que se encontram no banco de sementes e de plântulas no solo (CAMPOS & SOUZA, 2003). Essas novas espécies que chegam são essenciais na manutenção da dinâmica da regeneração natural de florestas, pois influenciam no estabelecimento de

populações futuras e por consequência na restauração dos processos do ambiente (SILVA et al., 2009).

Portanto, a regeneração e crescimento de plantas estão relacionados com a chuva de sementes, e podem ser determinadas pela produção e densidade da chuva de sementes e pela dinâmica do banco de sementes no solo (SIMPSON, 1989). De forma que, o estudo da chuva de sementes permite avaliar a dinâmica de um fragmento e como ele se comporta após sofrer perturbações tanto naturais, quanto antrópicas (RUDGE, 2008).

2.9 Diversidade

A diversidade de espécies vegetais também é responsável pela qualidade do ambiente, pois favorece interações entre os organismos, aumentando assim a complexidade e a funcionalidade do sistema (VEZZANI & MIELNICZUK, 2009). O número e a frequência dos tipos de interações bióticas dependem da riqueza das espécies de plantas e de seus modelos de distribuição (BEARE et al., 1995).

De forma que a diversidade florística afeta a estrutura trófica das comunidades, nichos ecológicos e interações associadas a flora (SKORUPA et al., 2003), e sendo assim por muitos processos estarem associados, a biodiversidade é um resultado da interação dinâmica entre as espécies, a genética e o ambiente (GRANDI et al, 2014).

Alguns dos indicadores que podem apontar a qualidade da diversidade de espécies, e também da diversidade funcional, são a Riqueza (S) que é o número total de espécies; a Densidade que se trata do número de indivíduos por unidade de área (COELHO, 2000; PERONI & HERNANDEZ, 2011) o Grupo Sucessional ao qual uma espécie pertence, baseado nos atributos funcionais relacionados com a etapa da sucessão secundária em que ocorrem naturalmente, sendo classificadas em: pioneiras, secundárias iniciais, secundárias tardias e climáticas (BUDOWSKY, 1965); a forma de dispersão das sementes das espécies, que é a movimentação das sementes para além dos indivíduos parentais, podendo ser feita por animais (zoocoria), pelo vento (anemocoria), pela água (hidrocoria) ou pela própria planta-mãe (autocoria) (PARCIAK, 2002; ARONSON et al., 2011).

Há também os Índices de Diversidade, Margalef (1958) sugeriu o uso da teoria da informação (que mede o grau de ordenação/desordenação dentro de qualquer sistema) para as comunidades biológicas, e usa-se o número de espécies e número de indivíduos de cada espécie (COELHO, 2000).

Derivado da teoria da informação e utilizado neste trabalho temos o Índice de Shannon-Weaver (H') (SHANNON & WEAVER, 1963), que leva em consideração o número de espécies e quantos indivíduos por espécie (SOLER et al., 2012), ou seja, as abundâncias diferentes entre as espécies (MAGURRAN, 1988; RACHID, 1999; MENEGUETTI, 2003; BORTOLETO, 2004), esse é o índice mais amplamente utilizado com base na riqueza de espécies e quanto maior o valor de H' , maior a diversidade florística da área em estudo (LUDWIG & REYNOLDS, 1988).

Além disso, esse índice de diversidade assume que os indivíduos são amostrados aleatoriamente de uma população 'indefinidamente grande' (PIELOU, 1975) e que todas as espécies estão representadas na amostra (MAGURRAN, 1988). De forma que trata-se da informação entrópica (de desordem) da distribuição, tratando espécies como símbolos e o tamanho da respectiva população como uma probabilidade. (SANTOS, 2009).

Sua fórmula é: $H' = -\sum_{i=1}^S (p_i \ln p_i)$, onde p_i é a abundância relativa de cada espécie, calculada pela proporção dos indivíduos de uma espécie pelo número total dos indivíduos na comunidade, e \ln o logaritmo natural. (URAMOTO et al., 2005; MELO, 2008).

E derivado do Índice de Shannon, o Índice de Equabilidade de Pielou (J'), descreve o padrão de distribuição da abundância relativa das espécies na comunidade, de forma que permite representar a uniformidade da distribuição dos indivíduos entre as espécies existentes (PIELOU, 1966).

Sua fórmula é $J' = H'/H'_{\max}$, onde H' é o Índice de Shannon e $H'_{\max} = \ln(S)$, sendo S o número total de espécies amostradas e \ln o logaritmo natural (SCOLFORO et al., 2016; DA SILVA et al., 2022). Seu valor vai de 0 a 1, a uniformidade se aproxima de zero quando uma espécie domina todas as outras na comunidade e se aproxima de 1 quando todas as espécies compartilham abundâncias semelhantes (SOLER et al., 2012).

3. OBJETIVO

Avaliar a funcionalidade ecológica de um sistema agroflorestral na região do município de Ivinhema no estado do Mato Grosso do Sul, utilizando indicadores de Estabilidade, Resiliência e Confiabilidade para analisar o grau de restauração da área e o retorno de seus processos ecológicos naturais.

4. METODOLOGIA

4.1 Área de estudo

O Sistema Agroflorestal biodiverso estudado localiza-se no campo experimental da Escola Municipal Rural Benedita Figueiró de Oliveira, no Município de Ivinhema – MS, com ponto de acesso nas coordenadas 22° 18' 50" S e 53° 49' 3" W. A área encontra-se em Latossolo Vermelho Distrófico (LVAd), a uma altitude de 420 m, e pertence à Bacia Hidrográfica do Rio Ivinhema. (Motta, 2011). A temperatura média anual da Bacia Hidrográfica do Rio Ivinhema varia de 20 a 22°C. A vegetação é classificada como Floresta Estacional Semidecidual - Bioma Atlântico (IBGE, 2012), o clima da região é subtropical úmido, a temperatura varia entre 18°C nos meses mais frios a 25°C nos meses mais quentes, a precipitação fica acima de 40mm (ALVARES, 2013).

O Sistema analisado foi implantado em 2013 e abrange 10.272 m², até o ano de 2012 a área do SAF em estudo era ocupada por monocultura (culturas agrícolas anuais), e o solo encontrava-se em elevado grau de degradação (PAULUS, 2016).

Figura 1 - Mapa da Área, sistema agroflorestal no município de Ivinhema, MS. Fonte: autora.



Seguindo a Metodologia proposta por Piña-Rodrigues *et al.* (2015), utilizamos o método MESMIS – Marco de Avaliação de Sistemas de Manejo de Recursos Naturais Incorporando Indicadores (LÓPEZ-RIDAURA *et al.*, 2002), adaptando os indicadores para o sistema agroflorestal, onde avaliamos os processos ecológicos geradores de estabilidade

(capacidade do sistema de manter o equilíbrio ecológico), de resiliência (resposta a distúrbios do sistema) e de confiabilidade (capacidade do sistema de manter sua produtividade com o surgimento de alterações a longo prazo).

De acordo com o protocolo de Piña-Rodrigues *et al.* (2015), para os atributos de Estabilidade e Resiliência os descritores são Diversidade de espécies, Diversidade funcional e Desenvolvimento. Para o atributo de Confiabilidade os descritores são Proteção, solo e ciclagem de nutrientes. Com isso, foram definidos cenários positivos com referenciais em formações florestais semelhantes para cada indicador e seus respectivos parâmetros (Tabela 1). Para cada um foram atribuídas notas variando de zero a 1 (grau crítico ou distinto do cenário positivo), 2 (grau aceitável) e 3 (grau desejado de sustentabilidade, similar ao cenário positivo).

Tabela 1 – Atributos, descritores, indicadores, cenários referenciais e parâmetros na avaliação de áreas restauradas no Mato Grosso do Sul. (adaptada de PIÑA-RODRIGUES *et al.*, 2015).

Indicadores	Descrição	Cenários positivos e referenciais	Parâmetros
ESTABILIDADE E RESILIÊNCIA			
<i>Diversidade de espécies</i>			
Diversidade espécies arbóreas (H')	Número de espécies Arbóreas presentes no sistema, e a abundância relativa entre elas (ODUM, 1988)	Diversidade próxima à encontrada em fragmentos de referência de floresta estacional semidecídua entre os estágios de sucessão jovem e maduro. (Leite & Rodrigues, 2008)	H' > 3,0 = alto = 3
			1,0 < H' ≤ 3,0 = médio = 2
			H' ≤ 1,0 = baixo = 1
Riqueza de espécies nativas (S)	Número total de espécies nativas presentes no sistema	Considerou-se a presença de no mínimo 50 espécies conforme a legislação estadual nº 3.628/2008 e também fragmentos de referência (Leite & Rodrigues, 2008)	S > 100 = 3
			S 50 > 100 <= 2
			S < 50 = 1
Densidade de indivíduos (D)	Número de indivíduos vivos por hectare do sistema	De acordo com a legislação estadual nº 3.628/2008 entre 600 (seiscentos) e 1.700 (mil e setecentos) indivíduos por hectare e considerado Galetti, 2017.	Nº indivíduos > 1200 = 3
			600 < Nº indivíduos ≤ 1200 = 2
			600 > Nº de indivíduos = 1
Número indivíduos por grupo sucessional (Gs)	% de distribuição dos Indivíduos em cada grupo sucessional (pioneiras – P; não-pioneiras – NP)	Percentual próximo ao encontrado em fragmentos de referência em diversos estágios (Paula <i>et al.</i> 2004; Oliveira <i>et al.</i> 2011; Galetti, 2017).	NP ≥ 40% e P ≤ 60% = 3
			NP < 40% e P > 60% = 1
Equitabilidade (J')	Demonstra o quão uniformemente estão distribuídos os indivíduos nas espécies componentes do sistema (Pielou, 1966)	Resultado similar ao de áreas de referência (Braga <i>et al.</i> 2011; Moressi, 2014; Costa, 2017)	J' > 0,8 = 3
			0,5 < J' ≤ 0,8 = 2
			J' ≤ 0,5 = 1
<i>Diversidade funcional</i>			
Diversidade de Estados sucessionais	Relação espécies pioneiras (P) e não pioneiras (NP) no sistema	Maior número de espécies não pioneiras presentes no sistema (Galetti, 2017)	P < NP = 3
			P = NP = 2
			P > NP = 1

Atração de Fauna	Formas de dispersão presentes no sistema.	Foi considerada a porcentagem de Zoocoria encontrada em fragmentos de referência (Zama et al., 2012; Costa, 2017)	Z > 60% = 3
			40% < Z < 59% = 2
			Z < 40% = 1
Ciclagem de Nutrientes	Processo de absorção dos nutrientes minerais disponíveis no solo.	Considerou-se estudo semelhante de Altivo (2015) para plantas fixadoras de Nitrogênio (FN) e fragmentos de referência (Gusson, 2008)	FN > 30% = 3
			15% < FN < 30% = 2
			FN < 15% = 1
Desenvolvimento			
Altura média dos Indivíduos arbóreos (h)	Medição da altura total (m) dos indivíduos desde o solo até a gema apical	Baseado na altura de fragmentos de referência em diversos níveis (Paula et al. 2004; Higuchi, 2006; Paulus, 2016)	h > 3,0 = 3
			1,5 < h ≤ 3,0 = 2
			0,5 < h ≤ 1,5 = 1
			h ≤ 0,5 = 0
CONFIABILIDADE			
<i>Proteção, solo e ciclagem de nutrientes</i>			
Serapilheira (Sp)	Produção de Serapilheira em kg/ha.	Produção de serapilheira de fragmentos de referências em diversos estágios. (Werneck et al. 2001; Moreira & Silva, 2004; Pinto et al., 2008).	Sp ≥ 8,5 kg/ha ¹ = 3
			Sp > 6kg/ha ¹ = 2
			Sp < 6kg/ha ¹ = 1
Riqueza Chuva de sementes	Chegada de propágulos ao solo por mecanismos de dispersão, essencial para a dinâmica da regeneração natural de florestas.	Fragmentos de referência de fitofisionomia semelhante. (Campos et al., 2008; Toscan et al., 2014; Moressi et al., 2014; Fróes et al., 2020).	CS > 45 Sp = 3
			20 < CS < 45 Sp = 2
			CS < 20 Sp = 1
Riqueza Banco de sementes	Martins (2010) relata que a composição de espécies do banco de sementes do solo deve ser utilizada como indicativo da recuperação florestal	Fragmentos de referência. (Braga et al., 2008; Kunz, 2011; Costa et al., 2020)	BS > 35 Sp. = 3
			20 Sp. > BS > 35 Sp. = 2
			BS < 20 Sp. = 1

4.2 Levantamento de dados

A Riqueza de espécies e Altura foram obtidos por meio da fitossociologia da área, com medição a altura do peito, todos os indivíduos arbóreos foram considerados. As espécies foram identificadas por consulta a especialistas e a literatura. Foi montada uma planilha com esses dados e a partir do software Fitopac 2.0 (SHEPHERD, 2009), foram calculados os dados de Diversidade de espécies (H'), Equabilidade, Densidade e Altura média. Os grupos sucessionais e síndromes de dispersão foram definidos a partir de checagem da categoria das espécies na literatura.

Para a diversidade de função ecológica, utilizou-se como parâmetro a presença de espécies adubadoras ou fertilizadoras (com interação com microrganismos para fixação de nitrogênio) e a atração de fauna (número de espécies zoocóricas).

Os demais parâmetros de referência foram gerados a partir da literatura com a média dos valores encontrados para formações florestais de fitofisionomias semelhantes em diversos estágios.

Para o banco de sementes foram coletadas 20 amostras de solo, desprezando-se a serapilheira, em uma área superficial de 20 cm por 20 cm a uma profundidade de 10 cm. O material coletado foi acondicionado em sacos plásticos e transportado para o viveiro, sob tela do tipo sombrite a 50%. Cada amostra de solo foi distribuída em bandejas de plástico retangulares com fundos perfurados para drenagem da água. As amostras foram avaliadas seis meses após a implantação do experimento, onde as espécies foram quantificadas e identificadas mediante consulta a especialista, literatura especializada e comparação com o acervo do herbário da Universidade Federal da Grande Dourados (DDMS).

Para a chuva de sementes as coletas foram mensais por um período de um ano, foram colocados 15 coletores ao acaso no SAF, confeccionados com tela de nylon de 2 mm de abertura de malha, com 1m² de área e 50 cm de profundidade, sendo suspensos a 1,30 m do solo. O material depositado nos coletores foi recolhido mensalmente, armazenado em sacos plásticos, identificado com etiquetas e levado para triagem no Laboratório de Restauração Ambiental (LABRA), da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD). O material foi triado manualmente, separando os frutos e sementes. Posteriormente, as sementes foram analisadas, contadas e identificadas.

As coletas de Serrapilheira foram feitas em duas estações para compreender o nível de acúmulo (estação seca e estação chuvosa), foram utilizadas 10 amostras medindo 1m x 1m cada, distribuídas de forma aleatória. A terra foi descartada e todas as amostras foram colocadas em sacos plásticos, etiquetadas e transportadas para o LABRA. O material foi triado em folhas, sementes, galhos e outros (terra e objetos não identificados) etiquetados, pesados e posteriormente os dados foram processados.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No levantamento das espécies arbóreas presentes na área de estudo, foram encontrados 449 indivíduos distribuídos em 44 espécies e 17 famílias, sendo 38 espécies nativas (ANEXO A). As famílias com maior número de indivíduos foram Fabaceae (33%), Anacardiaceae (10%), Malvaceae (9%) e Bignoniaceae (8%); as espécies mais abundantes foram *Inga laurina* (Sw.) Willd. (Fabaceae) (8%), *Guazuma ulmifolia* Lam. (Malvaceae) (5%), *Cordia americana* (L.) Gottschling & J.S.Mill. (Boraginaceae) (5%) e *Astronium urindeva* (M. Allemão) Engl. (Anacardiaceae) (4%) (Tabela 2). A forma de dispersão dominante entre as espécies foi a

Zoocoria com 47% de espécies representantes, seguida da Anemocoria com 43% de espécies representantes. Quanto a Sucessão, 50% das espécies são Pioneiras, 43% Secundárias e 7% Clímax (Tabela 3). As nativas foram 86% do total de espécies.

Tabela 2 - Principais famílias e espécies que compuseram os 449 indivíduos arbóreos da flora da área.

Maior ocorrência				
Famílias	Fabaceae (33%)	Anacardiaceae (10%)	9% Malvaceae	8% Bignoniaceae
Indivíduos	8% <i>Inga laurina</i> (Fabaceae)	5% <i>Guazuma ulmifolia</i> (Malvaceae)	5% <i>Cordia americana</i> (Boraginaceae)	4% <i>Astronium urundeva</i> (Anacardiaceae)

Tabela 3 – Formas de dispersão e sucessão das 44 espécies do SAF. Zoo: Zoocoria, Ane: Anemocoria, Aut: Autocoria. P: Pioneira, Se: Secundária, Cl: Clímax

Espécies			
Dispersão	47% Zoo	43% Ane	9% Aut
Sucessão	50% P	43% Se	7% Cl

Os dados apresentados acima ao serem atribuídos aos indicadores, mostram em sua maioria valores intermediários em relação aos parâmetros ideais referenciais, principalmente para os indicadores de Atração de Fauna, Diversidade de Estados Sucessionais, Densidade e Riqueza de espécies nativas. Porém bons valores para o indicador de Ciclagem de nutrientes.

Os dados coletados para a Serapilheira (ANEXO B) totalizaram 7,2Kg/ha, o banco de sementes (ANEXO C) obteve uma riqueza de 16 espécies com 971 indivíduos e a chuva de sementes (ANEXO D) foi de 6 espécies com 95 indivíduos.

De acordo com os parâmetros de referência de cada indicador a distribuição dos dados encontrados para o SAF se encontra na Tabela 4.

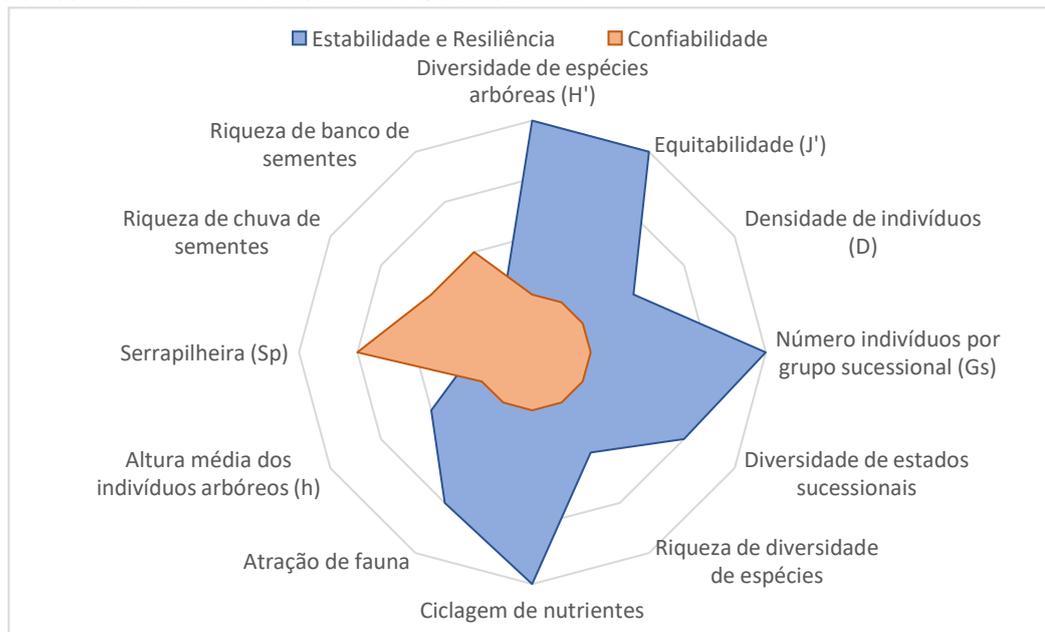
Tabela 4 - Dados dos indicadores aplicados para avaliação na área estudada.

Atributos	Descritor	Indicador	Valores SAF	Peso
Estabilidade e Resiliência	<i>Diversidade de Espécies</i>	Diversidade espécies arbóreas (H')	3,493	3
		Riqueza de espécies nativas (S)	38	1
		Densidade de indivíduos (D)	449	1
		Número indivíduos por grupo sucessional (Gs)	42% Pioneira	3
		Equitabilidade (J')	0,918	3
	<i>Diversidade Funcional</i>	Diversidade de Estados sucessionais	50% Pioneira	2
		Atração de Fauna	47% Zoocoria	2
		Ciclagem de Nutrientes	33%	3
	<i>Desenvolvimento</i>	Altura média dos Indivíduos arbóreos (h)	3,81	1
Confiabilidade	<i>Proteção, solo e ciclagem de nutrientes</i>	Riqueza de Banco de Semente	971 indivíduos de 16 espécies	1
		Riqueza de Chuva de Semente	95 indivíduos de 6 espécies	1
		Serapilheira (Sp)	7,2 Kg/Ha ¹	2

		TOTAL	63%	23
--	--	--------------	-----	-----------

No gráfico da Figura 2 são perceptíveis as diferenças entre os indicadores com seus respectivos pesos, demonstrando em que fatores dos atributos de Estabilidade e Resiliência e Confiabilidade a funcionalidade ecológica do SAF se encontra mais vulnerável.

Figura 2 – Valores atribuídos para os indicadores ecológicos da área de estudo a partir dos pesos dos parâmetros e seus atributos de Estabilidade e Resiliência e Confiabilidade.



Os indicadores atingiram 23 dos 36 pesos de cenários ideais da tabela, demonstrando uma funcionalidade intermediária com 63% dos pesos. Os que estão em melhor estado e, portanto, obtiveram peso 3, são a Diversidade de espécies arbóreas (H') com 3,493 de 3,5 nos fragmentos de referência, evidenciando uma boa diversidade florística.

O número de indivíduos por grupo sucessional, com 42% de Pioneiras indicando um estágio inicial de desenvolvimento sucessional, mas em uma quantidade que propicia também o avanço da sucessão com a presença de espécies secundárias e clímax (HUBBELL et al., 1999).

A Equitabilidade de 0,918, que está acima de fragmentos de referência com 0,8, o que demonstra alta heterogeneidade do local.

Estes 3 indicadores abordados pertencem ao descritor de diversidade de espécies apresentando resultados que apontam boas condições nesse quesito.

A ciclagem de nutrientes a partir da presença de 33% de espécies fixadoras de nitrogênio (Fabaceae), importante para as boas condições do solo e desenvolvimento das espécies vegetais

(FRANCO et al., 1995), está em boas condições favorecendo a diversidade funcional da área de acordo com os parâmetros de referência.

Outros indicadores como a Serapilheira, Atração de Fauna e a Diversidade de estados sucessionais não atenderam aos parâmetros de referência máximos, porém não estão tão distantes, de forma que receberam peso 2. A serapilheira com uma produção de 7,2 Kg/Ha, um valor considerado superior ao de florestas estacionais iniciais de outras regiões (MARTINS e RODRIGUES, 1999; WERNECK et al., 2001; PINTO et al., 2008;), ajuda na proteção do solo e na ciclagem de nutrientes favorecendo desenvolvimento dos indivíduos vegetais do SAF.

As 47% de espécies zoocóricas presentes no SAF constituem um valor intermediário para o cenário referencial, entretanto são muito relevantes, pois a fauna ao dispersar sementes e propágulos, contribui para a regeneração natural da área, permitindo que a mesma recupere sua resiliência e se torne autossustentável novamente (RESENDE & CARVALHO, 2013) além de também compor a diversidade funcional da área.

Metade das espécies componentes da área são pioneiras, isso demonstra fase inicial de regeneração (HUBBELL et al., 1999) e podem implicar em áreas de clareiras que estejam favorecendo o desenvolvimento dessas espécies a partir da alta entrada de luz (CHAZDON, 2008; COSTA et al., 2022). O ideal é que haja mais espécies secundárias presentes na comunidade vegetal para que haja uma dinâmica de desenvolvimento sucessional mais efetiva (FONSECA et al, 2013), e uma diversidade funcional maior.

Já os indicadores de Riqueza de espécies nativas, Densidade de indivíduos, Altura média, Riqueza de chuva de semente e a Riqueza do banco de sementes, estão mais distantes do desejado para áreas remanescentes similares e receberam peso 1. A riqueza de espécies (39) está abaixo de valores encontrados para áreas de floresta estacional semidecidual, assim como a baixa densidade de indivíduos arbóreos (449) (RODRIGUES et al., 1989; GROMBONE et al., 1990; GANDOLFI et al., 1995; DISLICH et al., 2001; CARDOSO-LEITE et al., 2002; LEITE & RODRIGUES, 2008; SILVA, 2023), entretanto só foram incluídas no estudo as espécies arbóreas, de forma que há outras espécies tendo com intuito principal a renda e alimentação (como abacaxi, banana, café, mandioca e pimenta), mas ainda assim representam baixos valores para o descritor de diversidade de espécies.

A altura média dos indivíduos arbóreos em 3,81 comparada a fragmentos semelhantes demonstra um estágio inicial de crescimento dos indivíduos (SILVA, 2023), com o passar dos anos o desenvolvimento desses indivíduos vai auxiliar na produção de biomassa e no estoque de carbono da área.

As 6 espécies componentes da chuva de sementes não atingem a riqueza encontrada em fragmentos florestais jovens, isso pode apontar que a disponibilidade desses propágulos e de seus agentes dispersores está afetada e isso dificulta o surgimento de novos indivíduos nessa comunidade vegetal e conseqüentemente o estabelecimento da estrutura da vegetação (GROMBONE-GUARATINI & RODRIGUES, 2002).

No banco de sementes houve 16 espécies, valor um pouco mais próximo do que o esperado para florestas iniciais, de forma que é relevante monitorar esses indicadores para avaliar a confiabilidade a longo prazo desse sistema, pois o banco de sementes influencia a composição da floresta, no estabelecimento e manutenção das espécies e grupos ecológicos, na recolonização da vegetação após distúrbios, e isso afeta o equilíbrio dinâmico da área (GARDWOOD, 1989; SCHMITZ, 1992; BAIDER et al., 2001).

Analisando os indicadores do atributo de Estabilidade e Resiliência observa-se que a riqueza de espécies e densidade de indivíduos, altura média, a atração de fauna e diversidade de estados sucessionais demonstraram os menores pesos. De forma que para resultados mais próximos dos remanescentes florestais de referência, a área pode ser enriquecida com espécies nativas de sucessão mais avançada e com dispersão eficaz para auxiliar no desenvolvimento do estrato arbóreo (VIEIRA, 2016) e para que a composição da comunidade vegetal e os processos ecológicos possam ser mais próximos aos de florestas desenvolvidas.

Entretanto, como o sistema agroflorestal não possui como único objetivo a restauração ecológica, é possível conciliar a escolha de espécies que além de fortalecer a estabilidade e resiliência, incrementando a diversidade funcional e a diversidade de espécies da área; também possam gerar renda e segurança alimentar, formando um estrato arbóreo em que manter o manejo da área seja possível (STEENBOCK et al., 2013).

Já os outros indicadores que demonstraram bons valores, como H' e J' atestam que a distribuição de espécies e indivíduos está uniforme e diversa na área, e a ciclagem de nutrientes fornecida pelas espécies da família Fabaceae auxilia na prevalência do desenvolvimento das espécies (HRUDAYANATH et al., 1995; FRANCO & FARIA, 1997), e uma quantidade de espécies não pioneiras consistente a outros fragmentos florestais em desenvolvimento (GALETTI, 2017; SILVA, 2023), sendo assim, esse conjunto de indicadores mostra que a área tem certa estabilidade e resiliência.

Com relação aos indicadores do atributo de Confiabilidade do ecossistema, os demais parâmetros para os indicadores de serapilheira, chuva de sementes e banco de sementes foram abaixo do ideal. No caso da serapilheira os valores foram bons para florestas em estágios iniciais, mas o banco de sementes e a chuva de sementes obtiveram valores descritos como

baixa proteção de solo e ciclagem de nutrientes, mesmo sendo consistentes com o estágio jovem da floresta cabe o monitoramento futuro.

Considerando o exposto, esse Neoeossistema (HOBBS et al., 2009), tem o potencial de contribuir para a conservação da biodiversidade em paisagens agrícolas (e paisagens florestais), aumentando a complexidade estrutural e aumentando a heterogeneidade de habitat e paisagem (TORRALBA et al., 2016; BOINOT et al., 2019; HAGGAR et al., 2019). E também, como SAF, se adapta a padrões culturais, podendo gerar renda e alimento (MICCOLIS et al., 2017; GARCIA et al., 2021).

Portanto, esse estágio inicial demonstrado pelo SAF sugere boa adaptação da comunidade vegetal no atributo de estabilidade e resiliência, a partir dos resultados de vários indicadores. Isso denota um equilíbrio dinâmico, atingido parcialmente com base na capacidade do ecossistema para resistência e resiliência (ENGEL & PARROTA, 2003; SER, 2004).

Já para o atributo de confiabilidade é interessante que haja um monitoramento, sobretudo, dos fatores que influenciam a proteção do solo, a ciclagem de nutrientes e a diversidade de espécies dessa área para acompanhar o restante dos processos que não estão ainda em pleno desenvolvimento ideal por se tratar da capacidade do sistema de se sustentar ao longo do tempo (LÓPEZ-RIDAURA et al., 2002).

Contudo, considerando a idade da área, e os objetivos de produção e geração de renda do SAF é plausível que a confiabilidade ainda não esteja em estado ideal, mas já estão presentes diversos processos ecológicos que indicam sucesso na restauração da área.

6. CONCLUSÃO

A avaliação utilizando os indicadores de estabilidade, resiliência e confiabilidade demonstrou que o sistema agroflorestal estudado se encontra em um estágio intermediário de funcionalidade ecológica, com ótimos resultados, principalmente, para a diversidade funcional e diversidade de espécies.

Considerando o potencial desse novo ecossistema e os benefícios que traz para a região, mais estudos são necessários a fim de monitorar a Confiabilidade da área durante o tempo para garantir o retorno de suas funções e o processo de regeneração natural conforme a floresta for avançando em seus estágios. É interessante que se incluam mais indicadores nesse processo, para que se possa ter uma visão mais holística deste neoeossistema.

REFERÊNCIAS

- ABREU, A.C.G. **Estrutura e dinâmica da regeneração natural de áreas em processo de restauração, comparadas a ecossistema de referência no município de Laguna Caarapã, MS.** 2014. 89f. Dissertação (Mestrado em Biologia Geral). Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS, 2014.
- ABREU, T.S.S. **Dinâmica florestal e aplicação de técnicas nucleadoras para restauração ecológica em área de preservação permanente da Fazenda Experimental da Universidade Federal da Grande Dourados, MS.** 2013. 70p. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia Ambiental), Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2013.
- AERTS, R.; HONNAY, O. **Forest restoration, biodiversity and ecosystem functioning.** BMC Ecology, v. 11, 2011.
- ALTIERI, M. A.; FARRELL, J. **Traditional farming systems of south-central Chile, with special emphasis on agroforestry.** Agroforestry Systems, v. 2, p. 3-18, 1984.
- ALTIVO, F.S. PIÑA-RODRIGUES, F.C.M. **Funcionalidade ecológica da restauração de áreas degradadas no bioma Mata Atlântica, Rio de Janeiro.** Revista Brasileira de Ciências Ambientais (Impressa), v. 1, p. 17-31, 2017.
- AMADOR, D. B. **Restauração de ecossistemas com sistemas agroflorestais. Restauração de ecossistemas naturais.** Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais–FEPAF. São Paulo. Botucatu, 2003.
- ANDERSON, A. B. **Alternatives to deforestation: steps toward sustainable use of the Amazon rain forest.** 1990.
- ANDRADE, D. C.; ROMEIRO, A. R. **Serviços ecossistêmicos e sua importância para o sistema econômico e o bem-estar humano.** Texto para discussão. IE/UNICAMP, v. 155, p. 1-43, 2009.
- ANDRADE, F. A. A. de. **Análise da eficiência de protocolo de indicadores de funcionalidade ecológica como ferramenta para o monitoramento de áreas de restauração em floresta estacional semi-decidual.** 2017.
- ARAÚJO, M. M. et al. **Caracterização da chuva de sementes, banco de sementes do solo e banco de plântulas em Floresta Estacional Decidual ripária Cachoeira do Sul, RS, Brasil.** Scientia Forestalis, n. 66, p. 128-141, dez. 2004.
- ARONSON, J. et al. **What role should government regulation play in ecological restoration? Ongoing debate in São Paulo State, Brazil.** Restoration Ecology, v. 19, n. 6, p. 690-695, 2011.
- ASHFORD, O. S. et al. **Litter manipulation and the soil arthropod community in a lowland tropical rainforest.** Soil Biology and Biochemistry, v. 62, p. 5-12, 2013.
- BAIDER, C.; TAABARELLI, M.; MANTOVANI, W. **The soil seed bank during Atlantic forest regeneration in southeast Brazil.** Revista Brasileira de Biologia, v.61, n.1, p.35-44, 2001.

BALBINO, L. C.; CORDEIRO, L. A. M.; MARTÍNEZ, G. B. **Contribuições dos sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF) para uma agricultura de baixa emissão de carbono.** Revista Brasileira de Geografia Física, v. 4, n. 6, p. 1163-1175, 2011.

BALBINO, L. C.; CORDEIRO, L. A. M.; PORFIRIO-DA-SILVA, V.; MORAES, A.; BARBOSA, J.H.C & FARIA, S.M. **Aporte de serapilheira ao solo em estágios sucessionais florestais na Reserva Biológica de Poço das Antas, Rio de Janeiro, Brasil.** Revista. Rodriguésia v. 57, p. 461-467, 2006.

BARBOSA, J. H. C.; FARIA, S. M. de. **Aporte de serrapilheira ao solo em estágios sucessionais florestais na Reserva Biológica de Poço das Antas, Rio de Janeiro, Brasil.** Rodriguésia, v. 57, p. 461-476, 2006.

BARBOSA, L. M. **Manual para Recuperação de Áreas Degradadas do Estado de São Paulo: Matas Ciliares do Interior Paulista.** São Paulo: Instituto de Botânica, 2006.

BARISAUX, M. **How have environmental concepts reshaped the agroforestry concept?.** BOIS & FORETS DES TROPIQUES, v. 331, p. 5-17, 2017.

BEARE, M. H. et al. **A hierarchical approach to evaluating the significance of soil biodiversity to biogeochemical cycling.** In: The significance and regulation of soil biodiversity: Proceedings of the international symposium on soil biodiversity, held at Michigan State University, East Lansing, May 3–6, 1993. Springer Netherlands, 1995. p. 5-22.

BEER, J. et al. **Environmental services of agroforestry systems.** Agroforestería en las Américas, v. 10, n. 37/38, p. 80-87, 2003.

BENE, J. G.; BEALL, H. W.; CÔTÉ, A. **Trees, food and people: land management in the tropics.** IDRC, Ottawa, ON, CA, 1977.

BOINOT, S., POULMARC'H, J., MÉZIÈRE, D., LAURI, P. É, AND SARTHOU, J. P. **Distribution of overwintering invertebrates in temperate agroforestry systems: implications for biodiversity conservation and biological control of crop pests.** V 285, p106630, 2019.

BORTOLETO, S. **Inventário quali-quantitativo da arborização viária da estância de Águas de São Pedro-SP.** 2004. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

BRAGA, A. J. T. et al. **Composição do banco de sementes de uma floresta semidecidual secundária considerando o seu potencial de uso para recuperação ambiental.** Revista Árvore, v. 32, p. 1089-1098, 2008.

BRAGA, A. J. T.; BORGES, E. E. L; MARTINS, S. V. **Florística e estrutura da comunidade arbórea de uma floresta estacional semidecidual secundária em Viçosa, MG.** Revista Árvore, v. 35, p. 493-503, 2011.

BRANCALION, P. H. S. et al. **Instrumentos legais podem contribuir para a restauração de florestas tropicais biodiversas.** Revista Árvore, v. 34, p. 455-470, 2010.

BRANCALION, P.H.S; GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R.R.. **Restauração Florestal. Oficinas de Texto,** São Paulo. 432 p. 2015.

BRASIL. Instrução Normativa Ministério do Meio Ambiente n° 04 de 08 de Setembro de 2009. **Dos procedimentos técnicos para a utilização da vegetação da RL sob regime de manejo florestal sustentável.** Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Poder Executivo, Brasília, DF: 09 de Set. Seção I. n. 172, 2009a. p. 64-65.

BRASIL. **Lei n. 4.771 de 15 de setembro de 1965. Institui o Código Florestal.**

BRASIL. **Lei Nº 11.428, de 22 de Dezembro de 2006.**

BRASIL. **Lei n.º 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; dá outras providências. Brasília: DOU de 28/5/2012.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia, Secretaria Geral. **Projeto RADAM BRASIL: Levantamento de recursos naturais.** Rio de Janeiro. v. 26. 1990.

BUDOWSKI, G. **Distribution of tropical American rain forest species in the light of successional processes.** Turrialba 15: 40-42. 1965.

BURNHAM, R. J. **Stand characteristics and leaf litter composition of a dry forest hectare in Santa Rosa National Park, Costa Rica.** Biotropica, v. 29, n. 4, p. 384-395, 1997.

CADOTTE, M. W.; CARSCADDEN, K.; MIROTCHEV, N. **Beyond species: functional diversity and the maintenance of ecological processes and services.** Journal of applied ecology, v. 48, n. 5, p. 1079-1087, 2011.

CALDEIRA, M. V. W. et al. **Quantificação de serapilheira e de nutrientes em uma Floresta Ombrófila Densa.** Semina: Ciências Agrárias, v. 29, n. 1, p. 53-68, 2008.

CAMPOS, É. P. de et al. **Chuva de sementes em floresta estacional semidecidual em Viçosa, MG, Brasil.** Acta botanica brasílica, v. 23, p. 451-458, 2009.

CAMPOS, J.B.; SOUZA, M.C. **Potencial for natural Forest regeneration from seed bank in an upper Paraná river floodplain, Brazil.** Brazilian Archives of Biology and Technology, v.46, n.4, p.625-639, 2003.

CARDOSO-LEITE, E.; PAGANI, M.I.; HAMBURGER, R.M.; MONTEIRO, R.R. **Fitofisionomia, fitossociologia e conservação da vegetação na Reserva Biológica Municipal da Serra do Japi, Jundiaí, SP.** Naturalia, São Paulo, v.27, p.165-200, 2002

CHADA, S.S. 2001. **Sucessão secundária em uma encosta florestada com leguminosas arbóreas em Angra dos Reis – RJ.** 112 f. Dissertação (Mestrado) Departamento de Solos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, RJ.

CHAZDON, R. L. **Beyond deforestation: restoring forests and ecosystem services on degraded lands.** Science, v. 320, n. 5882, p. 1458-1460, 2008.

CLARK, D.A.; BROWN, S.; KICKLIGHTER, D.W.; CHAMBERS, J.K.; THOMLINSOM, J.R.; NI, J. & HOLLAND, E.A. 2001b. **Net primary production in tropical forest: an evaluation and synthesis of existing field data.** Ecological Applications 11: 371-384.

- COSTA, J. R.; FONTES, A; MORAIS, R. R. **Banco de semente do solo em áreas naturais e cultivos agrícolas**, Embrapa Amazônia ocidental, 2013, 35p.
- COSTA, J. R.; MITJA, D.; LEAL FILHO, N. **Bancos de sementes do solo em pastagens na Amazônia Central**. Pesquisa florestal brasileira, Colombo, v.33, n.74, pp. 115-125, 2013.
- COSTA, P. F, DA; PEREIRA, Z. V.; SANTOS, B.S DOS; FERNANDES, S. S. L.; FRÓES, C. Q.; BARBOSA, T. O. **Banco de sementes do solo em áreas restauradas no sul do estado de Mato Grosso do Sul** ; *MS. Ciencia Florestal.* , v.30, p.104 - , 2020.a
- COSTA, P. F, DA; PEREIRA, Z. V.; SANTOS, B.S DOS; FERNANDES, S. S. L.; FRÓES, C. Q.; BARBOSA, T. O. **Produção e acúmulo de serapilheira em áreas de restauração florestal no Mato Grosso do Sul, Brasil**. *Ecologia e nutrição florestal.* , v.8, p.04 - , 2020.b
- COSTA, P.F. **Indicadores ecológicos no monitoramento de áreas em processo de restauração florestal localizadas no sul do estado do Mato Grosso do Sul – MS** Tese. 2017, 138p. (Doutorado em Ciências e Tecnologia Ambiental), Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2017.
- CUNHA NETO, F. V. et al. **Acúmulo e decomposição da serapilheira em quatro formações florestais**. *Ciência Florestal*, v. 23, p. 379-387, 2013.
- CUNHA, N. R. S.; LIMA, J. E.; GOMES, M. F. M.; BRAGA, M. J. **A intensidade da exploração agropecuária como indicador da degradação ambiental na região dos Cerrados, Brasil. Piracicaba/SP**. *RER*, São Paulo, v. 46, n. 2, p. 291-323, 2008.
- DA COSTA, P. F. et al. **Regeneração natural em três áreas de restauração florestal no Mato Grosso do Sul, Brasil**. *Pesquisa Florestal Brasileira*, v. 42, 2022.
- DA COSTA, R. B.; SALLES, A. T.; DE MOURA, H. H. S.; **Degradação de reservas florestais particulares e desenvolvimento sustentável em Mato Grosso do Sul**. *Interações (Campo Grande)*, 2003.
- DA CUNHA KEMERICH, P. D.; RITTER, L. G.; DE BORBA, W. F. **Indicadores de sustentabilidade ambiental: métodos e aplicações**. *Revista Monografias Ambientais*, p. 3718-3722, 2014.
- DA SILVA F.R.; GONÇALVES-SOUZA T.; PATERNO G.B., PROVETE D.B., VANCINE M.H. 2022. **Análises ecológicas no R**. Nupeea : Recife, PE, Canal 6 : São Paulo. 640 p. ISBN 978-85-7917-564-0.
- DA SILVA, A. M. et al. **Vegetação natural e área antrópica em Mato Grosso do Sul até o ano de 2002**. 2010.
- DA SILVA, Á. R. et al. **Fertilidade do solo em agrofloresta após sucessão leguminosas: Consórcio mandioca e caupi, no Sul do Tocantins**. *Journal of Biotechnology and Biodiversity*, v. 2, n. 2, p. 44-51, 2011.
- DALE, V.H. & BEYELER, S.C. **Changes in the development and use of ecological indicators**. *Ecological Indicators*, v. 1 p. 3-10, 2001.

- DALY, H.; FARLEY, J. **Economia Ecológica: princípios e aplicações**. Lisboa: Instituto Piaget, p. 8-12, 2004.
- DANIEL, O.; ARRUDA, L. **Fitossociologia de um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual Aluvial às margens do Rio Dourados, MS**. Scientia Forestalis. n. 68, p.69-86, 2005.
- DAVIDSON E. A. C.; CARVALHO, C. J. R.; VIEIRA I. C. G.; FIGEUIREDO, R.O.; MOURTINHO, P.; ISHIDA, F.Y.; SANTOS, M.T.P.; GUERRERO, J. B.; KALIF, K.; SABÁ, R. T. **Nitrogen and phosphorus limitation of biomass growth in a tropical secondary forest**. *Ecological Applications*, v. 14, n. 4, p. 150-163, 2004.
- DE ANDRADE, M. C. **Área do sistema canavieiro**. Sudene, 1988.
- DIAS, L.E. & GRIFFITH, J. J. **Conceituação e caracterização de áreas degradadas**. In: Simpósio Nacional sobre Recuperação de Áreas Degradadas, 3, 1998, Viçosa, MG. Anais... Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1998. p.1-7.
- DISLICH, R.; CERSÓSIMO, L.; MANTOVANI, W. **Análise da estrutura de fragmentos florestais no Planalto Paulista-SP**. *Revista Brasileira de Botânica*, v.24, n.3, p. 321-332. 2001.
- DOHERTY, J. M.; ZEDLER, J. B. **Increasing substrate heterogeneity as a bet-hedging strategy for restoring wetland vegetation**. *Restoration Ecology*, v. 23, n. 1, p. 15-25, 2015.
- DORAN, J. W.; PARKIN, T. B. **Quantitative indicators of soil quality: a minimum data set**. *Methods for assessing soil quality*, v. 49, p. 25-37, 1997.
- ENGEL, V. L. & PARROTA, J. A. **Definindo a restauração ecológica: tendências e perspectivas mundiais**. In: Kageyama, P.Y.; Oliveira, R.E.; Moraes, L.F.D.; Engel, V.L.; Gandara, F.B (ed) **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu, FEFAP, cap.1, p 3-26. 2003.
- ENGEL, V. L. **Princípios silviculturais aplicados à restauração ecológica**. Ação Ambiental, p. 7-9, 2011.
- FENNER, M. **Soil seed banks**. *Seed ecology*, p. 57-71, 1985.
- FERNANDES, S. S. L. **Estrutura e dinâmica de um fragmento de mata de galeria do córrego Canguiri no Município de Amambai, Mato Grosso do Sul, para fins de restauração**. 2013. 113f. Dissertação (Mestrado em Biologia Geral). Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS, 2013.
- FINA, B. G. **Caracterização fitofisionômica da Fazenda Experimental da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, município de Aquidauana-MS**. 2009.
- FONSECA, S. N.; RIBEIRO, J. H. C.; CARVALHO, F. A. **Estrutura e diversidade da regeneração arbórea em uma floresta secundária urbana (Juiz de Fora, MG, Brasil)**. *Floresta e Ambiente*, v. 20, p. 307-315, 2013.
- FRANCO, A.A.; DIAS, L.E.; FARIA, S.M. de; CAMPELLO, E.F.; SILVA, E.M.R. **Uso de leguminosas florestais nodutadas e micorrizadas como agentes de recuperação e**

manutenção da vida do solo: um modelo tecnológico. In: ESTEVES, F.A. de, ed. Estrutura, funcionamento e manejo de ecossistemas brasileiros. [S.I.: s.n.1, 1995. p.452-467

FRANCO, A.A.; FARIA, S.M. de. **The contribution of N-fixing tree legumes to land reclamation and sustainability in the tropics.** Soil Biology and Biochemistry, Oxford, v. 29, n. 516, p. 897-903, 1997.

FRÓES, C. Q. (2019). **Monitoramento de áreas em processo de restauração ecológica no estado do Mato Grosso do Sul.** 2017 (Doctoral dissertation, Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia Ambiental)-Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados).

FROES, C. Q.; COSTA, P. F.; FERNANDES, S. S. L.; SILVA, A. P. V.; JESUS, R. M.; PEREIRA, ZEFA V. **Chuva de sementes como indicador ambiental de áreas em processo de restauração ecológica do Mato Grosso do Sul.** *Ciência florestal (online)*, v.30, p.1032-1047, 2020.

GALETTI, G. **Análise multicriterial da funcionalidade ecológica de modelos de restauração empregados em floresta estacional semidecidual.** 2017.

GANDOLFI, SERGLIS; LEITÃO FILHO, H. de F.; BEZERRA, CARLOS LINEU F. **Levantamento florístico e caráter sucessional das espécies arbustivo-arbóreas de uma floresta mesófila semidecídua no município de Guarulhos, SP.** Revista brasileira de biologia, v. 55, n. 4, p. 753-767, 1995.

GANN, G. D. et al. **International principles and standards for the practice of ecological restoration.** *Restoration Ecology*, v. 27, n. S1, p. S1-S46, 2019.

GANN, G.D.; MCDONALD, T.; WALDER B.; ARONSON J.; NELSON C.R.; JONSON J.; HALLETT J.G.; EISENBERG C.; GUARIGUATA M.R.; LIU J.; HUA F.; ECHEVERRÍA C.; GONZALES E.; SHAW N.; DECLEER K.; DIXON K.W. (2019) **International principles and standards for the practice of ecological restoration. Second edition.** *Restoration Ecology* 27(S1): S1–S46.

GARAY, I. & KINDEL, A. 2001. **Diversidade funcional em fragmentos de Floresta Atlântica: Valor indicador das formas de húmus florestais.** In: GARAY, I.; DIAS, B.S. (Eds.) **Conservação da biodiversidade em ecossistemas tropicais: Avanços conceituais e revisão de novas metodologias de avaliação e monitoramento.** Petrópolis, Livraria Vozes, p. 350-368.

GARCIA, L. T. et al. **Viabilidade financeira de sistemas agroflorestais biodiversos no Centro Oeste Brasileiro.** *Research, Society and Development*, v. 10, n. 4, p. e47210413682-e47210413682, 2021.

GARRETT H.E, MCGRAW R.L. (2000) **Alley cropping practices.** In: Garrett HE, Rietveld WJ, Fisher RF (eds) **North American agroforestry: an integrated science and practice.** ASA, Madison, pp 149–188

GARRITY, D. P. **Agroforestry and the achievement of the Millennium Development Goals.** *Agroforestry systems*, v. 61, p. 5-17, 2004.

GARWOOD, N. C. **Tropical soil seed bank.** In: A. Leck, V. T. Parke, R. Simpson, **Ecology of seed banks**, 1989, pp. 149-209. California: Academic Press.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. Editora da Universidade UFRGS, 2001.

GOMES, J. M. et al. **Aporte de serapilheira e de nutrientes em fragmentos florestais da Mata Atlântica, RJ**. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v. 5, n. 3, p. 383-391, 2010.

GONDIM, F. R. **Aporte de serrapilheira e chuva de sementes como bioindicadores de recuperação ambiental em fragmentos de Floresta Atlântica**. 2005. 85 f. Dissertação (Magister Scientiae em Ciências Ambientais e Florestais) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2005.

GRANDI, L. A. et al. **Concepções de monitores e alunos sobre o conceito de biodiversidade em uma atividade de trabalho de campo**. Cadernos Cimeac, v. 4, n. 1, p. 5-21, 2014.

GRIFFITH, J. J. **Recuperação ambiental: uma abordagem sistêmica**. Viçosa. Departamento de engenharia florestal. Universidade federal de Viçosa, 2002.

GROMBONE, M. T. et al. **Estrutura fitossociológica da floresta semidecídua de altitude do Parque Municipal da Grota Funda (Atibaia-Estado de São Paulo)**. Acta Botanica Brasilica, v. 4, p. 47-64, 1990.

GROMBONE-GUARATINI, M. T.; RODRIGUES, R. R.. **Seed bank and seed rain in a seasonal semi-deciduous forest in south-eastern Brazil**. Journal of tropical ecology, v. 18, n. 5, p. 759-774, 2002.

GUSSON, A. E. et al. **Características químicas do solo e estrutura de um fragmento de floresta estacional semidecidual em Ipiaçú, Minas Gerais, Brasil**. Rodriguésia, v. 60, p. 403-414, 2009.

HAGGAR, J., PONS, D., SAENZ, L., AND VIDES, M. **Contribution of agroforestry systems to sustaining biodiversity in fragmented forest landscapes**. Agric. Ecosyst. Environ. 283:106567. doi: 10.1016/j.jenvman .2019.109504(2019).

HALLET, L.; STANDISH, R.; HULVEY, K.; GARDENER, M.; SUDING, K.; STARZOMSKI, B.; MURPHY, S.; HARRIS, J. **Towards a Conceptual Framework for Novel Ecosystems**. In: HOBBS, R.; HIGGS, E. & HALL, C. M. (Orgs.) **Novel Ecosystems: Intervening in the New Ecological World Order**. 1ª Ed. Oxford, UK: Ed. Wiley-Blackwell, 2013. P. 16-28. <https://doi.org/10.1002/9781118354186.ch3>

HARDESTY, B. D.; PARKER, V. T. **Community seed rain patterns and a comparison to adult community structure in a West African tropical forest**. Plant Ecology, v. 164, p. 49-64, 2003.

HARPER, J. L.. et al. **Population biology of plants**. Population biology of plants., 1977.

HARVEY, C. A. **The conservation of biodiversity in silvopastoral systems**. In: International Symposium on Silvopastoral Systems and Second Congress on Agroforestry and Livestock Production in Latin America: San Jose, Costa Rica, April 2-9 2001. Bib. Orton IICA/CATIE, 2001. p. 80.

HIGUCHI, P. et al. **Composição florística da regeneração natural de espécies arbóreas ao longo de oito anos em um fragmento de floresta estacional semidecidual, em Viçosa, MG**. Revista Árvore, v. 30, p. 893-904, 2006.

- HOBBS, R. J. et al. **Novel ecosystems: theoretical and management aspects of the new ecological world order.** *Global ecology and biogeography*, v. 15, n. 1, p. 1-7, 2006.
- HOBBS, R. J.; HIGGS, E.; HARRIS, J. A. **Novel ecosystems: implications for conservation and restoration.** *Trends in ecology & evolution*, v. 24, n. 11, p. 599-605, 2009.
- HOBBS, R. J.; HARRIS, J. A. **Restoration ecology: repairing the earth's ecosystems in the new millennium.** *Restoration ecology*, v. 9, n. 2, p. 239-246, 2001.
- HOBBS, R. J.; HIGGS, E. S. & HALL, C. M. **Defining novel ecosystems.** In: HOBBS R. J.; HIGGS E. S. & HALL, C. M. (Orgs.) **Novel Ecosystems: Intervening in the New Ecological World Order.** 1^a Ed. Oxford, UK: Ed. Wiley-Blackwell, 2013. P. 58-60. <https://doi.org/10.1002/9781118354186.ch6>
- HOPPER, R. E. ; LEGENDRE, P.; CONDIT, R. **Factors affecting community composition of forest regeneration in deforested, abandoned land in Panama.** *Ecology*, v. 85, n. 12, p. 3313–332, 2004.
- HRUDAYANATH, T.; MISRA, A.K.; PADHI, G.S.; THATOI, H. **Comparative growth, nodulation and total nitrogen content of six tree legume species grown in iron mine waste soil.** *Journal of Tropical Forest Science*, Kuala Lumpur, v.8, p. 107-115, 1995.
- HUBBELL, S. P. et al. **Light-gap disturbances, recruitment limitation, and tree diversity in a neotropical forest.** *Science*, v. 283, n. 5401, p. 554-557, 1999.
- IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e estatística. **Manuais Técnicos em Geociências - número 1. Manual Técnico da Vegetação Brasileira.** Rio de Janeiro. 2012.
- JØRGENSEN, S. E. et al. **Application of indicators for the assessment of ecosystem health.** *Handbook of ecological indicators for assessment of ecosystem health*, v. 2, p. 5-65, 2005.
- JOSE, S. **Agroforestry for conserving and enhancing biodiversity.** *Agroforestry Systems*, v. 85, n. 1, p. 1-8, 2012.
- KLINK, C. A. **Germination and seedling establishment of two native and one invading African grass species in the Brazilian cerrado.** *Journal of tropical Ecology*, v. 12, n. 1, p. 139-147, 1996.
- KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. **A conservação do Cerrado brasileiro.** *Megadiversidade*, v. 1, n. 1, p. 147-155, 2005.
- KÖPPEN, W. & GEIGER, R. **Klimate der Erde.** Gotha: Verlag Justus Perthes, 1928.
- KUNZ, S. H. **O banco de sementes do solo e a regeneração natural em diferentes estágios sucessionais de Floresta Estacional Semidecidual e de pastagem abandonada, Reserva Mata do Paraíso, Viçosa, MG.** 2011.
- LAWTON, R. O.; PUTZ, F. E. **Natural disturbance gap-phase in a wind-exposed tropical cloud forest.** *Ecology*, v.69, n.3, p.764-777, 1988.
- LEITE, E. C.; RODRIGUES, R. R. **Fitossociologia e caracterização sucessional de um fragmento de floresta estacional no sudeste do Brasil.** *Revista Árvore*, v. 32, p. 583-595, 2008.

LIMA, G. D. de S. **Utilização de sistemas agroflorestais em áreas de preservação permanente: o que mudou com a nova legislação.** 2014.

LISTOPAD, C.M.C.S.; MASTERS, R.E.; DRAKE, J.; WEISHAMPEL, J.; BRANQUINHO, C. **Structural diversity indices based on airborne LiDAR as ecological indicators for managing highly dynamic landscapes.** *Ecological Indicators*, v. 57, p. 268- 279, 2015.

LOPES, P. R. et al. **Aspectos ambientais, sociais e econômicos de lavoura cafeeira conduzida sob sistema de agrofloresta.** 2009.

LÓPEZ-RIDAURA, S.; MASERA, O.; ASTIER, M. **Evaluating the sustainability of complex socio-environmental systems. The MESMIS framework.** *Ecological indicators*, v. 2, n. 1-2, p. 135-148, 2002

LUDWIG, J. A.; REYNOLDS, J. F. **Statistical ecology: a primer in methods and computing.** John Wiley & Sons, 1988.

LUNT, I. D. **Germinable soil seed banks of anthropogenic native grasslands and grassy forest remnants in temperate south-eastern Australia.** *Plant Ecology*, v. 130, p. 21-34, 1997.

MAGURRAN, A. E. **Ecological diversity and its measurement.** Princeton university press, 1988.

MARGALEF, R. **Information theory in ecology: General Systems**, v. 3. 1958.

MARTINS, S. V. **Recuperação de matas ciliares.** Aprenda Fácil. Viçosa: 2001.

MARTINS, S. V. **Recuperação de matas ciliares.** Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2001. 146p

MARTINS, S. V. **Restauração florestal em Áreas de Preservação Permanentes e Reserva Legal.** 1. ed. Viçosa, MG: Centro de Produções Técnicas, 2010. v. 1. 316p .

MARTINS, S. V.; RODRIGUES, R. R. **Produção de serapilheira em clareiras de uma floresta estacional semidecidual no município de Campinas, SP.** *Brazilian Journal of Botany*, v. 22, p. 405-412, 1999.

MARTINS, S.V. **Recuperação de áreas degradadas: ações em áreas de preservação permanente, voçorocas, taludes rodoviários e de mineração.** Aprenda fácil, Viçosa: 2010.

MASERA, O.; ASTIER, M.; LÓPEZ-RIDAURA, S.. **Sustentabilidad Y Manejo de Recursos Naturales: el marco de evaluación MESMIS.** Cidade do México: Mundi-Prensa, 1999.

MATO GROSSO DO SUL Decreto N° 13977 DE 05/06/2014 **Dispõe sobre o Cadastro Ambiental Rural de Mato Grosso do Sul; sobre o Programa MS Mais Sustentável, e dá outras providências.**

MATO GROSSO DO SUL. **ZEE-MS - Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado: Segunda Aproximação. Elementos para construção da sustentabilidade do território sulmato-grossense.** Campo Grande-MS, 2014. 188p

MEDRADO, M. J. S. **Sistemas agroflorestais: aspectos básicos e indicações. Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais: um guia para ações municipais**

e regionais. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologias, p. 269-312, 2000.

MELO, A. S. **O que ganhamos confundindo riqueza de espécies e equabilidade em um índice de diversidade?** *Biota Neotropica*, v. 8, p. 21-27, 2008.

MENEGHETTI, G. I. P. **Estudo de dois métodos de amostragem para inventário da arborização de ruas dos bairros da Orla Marítima do município de Santos, SP.** Escola Superior Agrícola "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo. Piracicaba, p. 98, 2003.

MICCOLIS, A. et al. **Restauração ecológica com sistemas agroflorestais. Como conciliar conservação com produção-opções para cerrado e caatinga.** Centro Internacional de Pesquisa Agroflorestal. Brasília: ICRAF, 2016.

MICCOLIS, A. et al. **Restoration through agroforestry: options for reconciling livelihoods with conservation in the Cerrado and Caatinga biomes in Brazil.** *Experimental Agriculture*, v. 55, n. S1, p. 208-225, 2019.

MMA & IBAMA & PNUD (Cooperação técnica). 2009. **Relatório técnico de monitoramento do desmatamento no Bioma Cerrado, 2002 a 2008: Dados Revisados.** 69 p.

MONTAGNINI, F. et al. **Sistemas agroforestales: principios y aplicaciones en los trópicos.** 1992.

MONTEZUMA, R. C. M. 2005. **Produção e reabilitação funcional do piso florestal em clareiras de deslizamentos – Parque Nacional da Tijuca/RJ.** Tese (doutorado em Geografia), 279 p., Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

MORAES, L. F. D.; CAMPELLO, E. F. C. ; FRANCO, A. A. **Restauração florestal: do diagnóstico de degradação ao uso de indicadores ecológicos para o monitoramento das ações.** *Revista Oecologia Australis*, v. 2. N.14, p. 437-451. 2010.

MOREIRA, P. R.; SILVA, O. A. da. **Produção de serapilheira em área reflorestada.** *Revista Árvore*, v. 28, p. 49-59, 2004.

MORESSI, M. et al. **16796-Sistemas Agroflorestais em bases agroecológicas como estratégia para restauração florestal.** *Cadernos de Agroecologia*, v. 9, n. 4, p. 1, 2014.

MORESSI, M.; PADOVAN, M. P.; PEREIRA, Z. V. **Banco de sementes como indicador de restauração em sistemas agroflorestais multiestratificados no sudoeste de Matto Grosso do Sul, Brasil.** *Revista Árvore*, v. 38, p. 1073-1083, 2014.

MORESSI, M.; PADOVAN, M. P.; PEREIRA, Z. V. **Banco de sementes como indicador de restauração em sistemas agroflorestais multiestratificados no sudoeste de Matto Grosso do Sul, Brasil.** *Revista Árvore*, v. 38, p. 1073-1083, 2014.

MOTTA, I. S., SILVA, F. M.; PADOVAN, M. P.; CARNEIRO, L. F.; SALOMÃO, G. B. **Produtividade de bananeiras consorciadas com cafeeiros em sistema de produção agroecológico.** *Cadernos de Agroecologia*, v. 6, n. 2, p. 1-5, 2011. OLIVEIRA, R.R & NETO, A.L.C. 2000. **Processos interativos homem-floresta na evolução da paisagem da Ilha Grande, RJ.** *GeoUERJ*: 29-32.

- NAEEM, C. S. **Biodiversity and ecosystem functioning in restored ecosystems: extracting principles for a synthetic perspective.** Foundations of restoration ecology, p. 210-237, 2006.
- NAEEM, C. S. **Species redundancy and ecosystem reliability.** Conservation biology, v. 12, n. 1, p. 39-45, 1998.
- NAEEM, C.S.; CHAPIN, F.S.; COSTANZA, R.; EHRLICH, P.R.; GOLLEY, F.B.; HOOPER, D.U., LAWTON, J.H.; O'NEILL, R.V.; MOONEY, H.A.; SALA, O.E.; SYMSTAD, A.J. & TILMAN, D. 1999. **Biodiversity and ecosystem functioning: maintaining natural life support processes.**
- NAIR, P. K. R.; KUMAR B. M.; NAIR V.D (2009) **Agroforestry as a strategy for carbon sequestration.** J Plant Nutr Soil Sci 172:10–23
- NAIR, P. K. R. **Soil productivity aspects of agroforestry.** 1984.
- NAIR, P. K. R. **State-of-the-art of agroforestry research and education.** Agroforestry systems, v. 23, p. 95-119, 1993.
- OLIVEIRA, L. et al. **Agrofloresta e seus benefícios salientando as vantagens ambientais.** In: Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. 2018. p. 1-8.
- OLIVEIRA, L. SB et al. **Florística, classificação sucessional e síndromes de dispersão em um remanescente de Floresta Atlântica, Moreno-PE.** Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v. 6, n. 3, p. 502-507, 2011.
- OLIVEIRA, R. R. de; LACERDA, L. D. de. **Produção e composição química da Serapilheira na Floresta da Tijuca.** 1993.
- OLIVEIRA, R.R & NETO, A.L.C. 2000. **Processos interativos homem-floresta na evolução da paisagem da Ilha Grande, RJ.** GeoUERJ: 29-32.
- PADOVAN, M. P.; CARDOSO, I. M. **Panorama da situação dos Sistemas Agroflorestais no Brasil.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS. 2013.
- PAGANO, S.N. & DURIGAN, G. 2000. **Aspectos da ciclagem de nutrientes em matas ciliares do oeste do Estado de São Paulo, Brasil.** In: R. R. RODRIGUES & H. LEITÃO FILHO (Ed.). **Matas ciliares conservação e recuperação.** São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo: FAPESP, 2000.
- PALMER, M. A.; HONDULA, K. L.; KOCH, B. J. **Ecological restoration of streams and rivers: shifting strategies and shifting goals.** Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics, v. 45, p. 247-269, 2014.
- PALUDO, R.; COSTABEBER, J. A. **Sistemas agroflorestais como estratégia de desenvolvimento rural em diferentes biomas brasileiros.** Revista Brasileira de Agroecologia, v. 7, n. 2, p. 63-76, 2012.
- PARCIAK, W. **Environmental variation in seed number, size, and dispersal of a fleshy-fruited plant.** Ecology, v. 83, n. 3, p. 780-793, 2002.
- PAULA, A. de et al. **Sucessão ecológica da vegetação arbórea em uma Floresta Estacional Semidecidual, Viçosa, MG, Brasil.** Acta Botanica Brasilica, v. 18, p. 407-423, 2004.

- PAULUS, L. A. R. et al. **Estrutura da vegetação arbustivo-arbórea em diferentes sistemas agroflorestais biodiversos no sul de Mato Grosso do Sul.** Cadernos de Agroecologia, v. 11, 2016.
- PENNA-FIRME, R.; OLIVEIRA, R. R. **Indicadores de funcionalidade ecossistêmica: integrando os processos de produção e decomposição da serapilheira.** Pesquisas Botânica, v. 70, p. 213-223, 2017.
- PEREIRA, V. S.; MARTINS, S. R. **Indicadores de sustentabilidade do agroecossistema arroz orgânico com manejo de água contínuo na bacia do Araranguá (SC) mediante aplicação da metodologia MESMIS.** Brazilian Journal of Environmental Sciences (RBCIAMB), n. 15, p. 56-78, 2010.
- PERONI, N.; HERNÁNDEZ, M. I. M. **Ecologia das populações e comunidades.** 2011.
- PIELOU, E. C. **Ecological diversity.** (No Title), 1975.
- PIELOU, E. C. **The measurement of diversity in different types of biological collections.** Journal of theoretical biology, v. 13, p. 131-144, 1966.
- PIÑA-RODRIGUES, F. et al. **Protocolo de monitoramento de funcionalidade ecológica de áreas de restauração.** 2015.
- PINTO, S. I. do C. et al. **Produção de serapilheira em dois estádios sucessionais de Floresta Estacional Semidecidual na Reserva Mata do Paraíso, em Viçosa, MG.** Revista Árvore, v. 32, p. 545-556, 2008.
- PINTO-COELHO, R. M. **Fundamentos em Ecologia.** Soc. Ed. Artes Médicas-ARTMED, Porto Alegre (RS), v. 2000, p. 252, 2000.
- PROJETO NOVA MATA. Mato Grosso do Sul. 2023. Disponível em: <<https://novamata.org/estado/mato-grosso-do-sul/>>. Acesso em 05/09/2023.
- PUTZ, F. E. **Treefall pits and mounds, buried seeds, and the importance of soil disturbance to pioneer trees on Barro Colorado Island, Panama.** Ecology, v.64, n.5, p.1069-1074, 1983.
- PUTZ, F.E.; REDFORD. K.H.; FIMBEL, R. & ROBINSON, J. 2001. **Tropical forest management and conservation of biodiversity: an overview.** Conservation Biology 15: 7-20.
- RACHID, C. **Estudo da eficiência de dois métodos de amostragem de árvores de rua na cidade de São Carlos.** 1999. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- RESENDE, S. R.; CARVALHO, M. G. **Uso de espécies zoocóricas nativas na recuperação de áreas degradadas: a fauna como catalisadora no processo de recuperação.** In: Congresso Nacional de Botânica. 2013. p. 1.
- RIBASKI, J.; MONTOYA VILCAHUAMAN, L. J.; RODIGHERI, H. R. **Sistemas agroflorestais: aspectos ambientais e sócio-econômicos.** 2001.
- RODRIGUES, C. B. **Análise da relação entre a propensão à desertificação e o uso da terra no semiárido brasileiro.** 2019.

RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I. **Pacto para a restauração ecológica da Mata Atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal.** São Paulo: Instituto BioAtlântica, 1. ed. 2009, 260 p

RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. **Restauração de florestas tropicais: subsídios para uma definição metodológica e indicadores de avaliação e monitoramento.** In: DIAS, L. E.; MELLO, J. W. (Eds.). **Recuperação de áreas degradadas.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa; SOBRADE, 1998. p.203-215.

RODRIGUES, R.R. & GANDOLFI, S. **Conceitos, tendências e ações para a recuperação de florestas ciliares.** In: Rodrigues R. R. & Leitão Filho H. de F. (eds) **Matas ciliares: conservação e recuperação.** São Paulo: EDUSP, 2001.

RODRIGUES, R.R.; MORELLATO, L.P.C.; JOLY, C.A.; LEITÃO-FILHO, H.F. **Estudo florístico e fitossociológico em um gradiente altitudinal de mata estacional mesófila semidecídua, na Serra do Japi, Jundiá, SP.** Revista Brasileira de Botânica, v.12, p. 71-84, 1989.

RODRIGUEZ, C. A. S. **Serviços ambientais em sistemas agroflorestais.** Cadernos da Disciplina Sistemas Agroflorestais, p. 45, 2015.

ROJAS, C.T.N.C.L. **Estrutura e dinâmica de um fragmento de floresta estacional ribeirinha no município de Amambai - MS.** 2016. 86f. Dissertação (Mestrado em Biologia Geral). Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS, 2016.

RUDGE, A. C. **Contribuição da chuva de sementes na recuperação de áreas e do uso de poleiros como técnica catalisadora da sucessão natural.** 2008. 114 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2008.

SANCHES, L. et al. **Dinâmica sazonal da produção e decomposição de serrapilheira em floresta tropical de transição.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 13, p. 183-189, 2009.

SANTOS, S. A.; COMASTRI-FILHO, J. A. **Práticas de limpeza de campo para o Pantanal. Corumbá, MS:** Embrapa, 2012.

SANTOS, V. K. dos et al. **Uma generalização da distribuição do índice de diversidade generalizada por Good com aplicação em Ciências Agrárias.** 2009.

SCHERER-LORENZEN, M.; KÖRNER, C. H.; SCHULZE, E. D. **The functional significance of forest diversity: the starting point.** In: **Forest diversity and function: temperate and boreal systems.** Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2005. p. 3-12.

SCHIEVENIN, D. F. et al. **Monitoramento de indicadores de uma área de restauração florestal em Sorocaba-SP.** Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal, v. 19, n. 1, p. 95-108, 2012.

SCHIMTZ, M. C. **Banco de sementes no solo em áreas do reservatório da UHE Paraibuna.** In: KAGEYAMA, P. Y. **Recomposição da vegetação com espécies arbóreas Nativas em reservatórios de usinas hidrelétricas da CESP.** Série IPEF, v.8, n.25, p.7-8, 1992.

SCHUMACHER, M. V. et al. **Produção de serapilheira em uma floresta de Araucaria angustifolia (Bertol.) Kuntze no município de Pinhal Grande-RS.** Revista *Árvore*, v. 28, p. 29-37, 2004.

SCOLFORO, H. F. et al. **Modeling dominant height growth of eucalyptus plantations with parameters conditioned to climatic variations.** *Forest Ecology and Management*, v. 380, p. 182-195, 2016.

SEPLAN. **Macrozoneamento Geoambiental do Estado de Mato Grosso do Sul.** Campo Grande: Secretaria Estadual de Planejamento, 1989.

SHANNON C.B., W. W. **The Mathematical Theory of Communication.** Urbana (Illinois). 1963.

SHEPHERD, G.J. 2009. **Fitopac v. 2.0.** Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

SILVA, C.R.; PAOLI, A.A.S.; BARBOSA, J.M.; SANTOS JUNIOR, N.A. **Chuva de sementes em uma Floresta Alta de Restinga em Ilha Comprida (SP).** *Cerne*, v.15, n.3, p.355-365, 2009.

SILVA, I. C. **Sistemas Agroflorestais: conceitos e métodos.** 1 ed. Itabuna: SBSAF, 2013.

SILVA, J.F.; **ÍNDICES DE REFERÊNCIA PARA MONITORAMENTO DA RESTAURAÇÃO DE FLORESTAS ESTACIONAIS SEMIDECÍDUAS.** 2023. (Doutorado em Ciências e Tecnologia Ambiental), Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2023.

SIMPSON, R. L.; LECK, M. A.; PARKER, V. T. **Seed banks: general concepts and methodological issues.** In: LECK, M. A.; PARKER, V. T.; SIMPSON, R. L. **Ecology of soil seed banks** San Diego: Academic Press, 1989. p.3-7.

SKORUPA, L. A.; SAITO, M. L.; NEVES, M. C. **Indicadores de cobertura vegetal.** Indicadores de sustentabilidade em agroecossistemas. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2003.

SOCIETY FOR ECOLOGICAL RESTORATION. **SER international primer on ecological restoration: Society for Ecological Restoration**, Science & Policy Working Group. Version 2. Tucson, 2004.

SOLER, P. et al. **Índice valor de importancia, diversidad y similaridad florística de especies leñosas en tres ecosistemas de los llanos centrales de Venezuela.** *Agronomía tropical*, v. 62, n. 1-4, p. 025-038, 2012.

SOUZA, C. B. M. **A Bovinocultura de corte do estado de Mato Grosso do Sul: evolução e competitividade.** 2010. 194f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Econômico) – Instituto de Economia da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas, SP, 2010.

SOUZA, M. C. **Monitoramento de sistemas agroflorestais para restauração de áreas degradadas da floresta ombrófila densa: caso Paraty, RJ.** Universidade Federal de São Carlos, Araras, 2009.

STEENBOCK, W. et al. **Características estruturais das agroflorestas desenvolvidas no âmbito da Cooperafloresta.** p. 393-419, 2013

- SUDING, K.N. **Toward an Era of Restoration in Ecology: Successes, Failures, and Opportunities Ahead.** In: Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics, v.42, p.465-487. 2011.
- SWAINE, M. D.; HALL, J. B. **Early succession on cleared forest land in Ghana.** Journal of Ecology, v.71, n.2, p.601-627, 1983
- THEODORO, V. C. de A.; CASTRO, F. P.; ABURAYA, F. H. **Indicadores ecológicos de sustentabilidade de unidades de produção agrícola do assentamento Facão–Cáceres, MT, Brasil.** Revista Brasileira de Agroecologia, v. 6, n. 3, p. 21-33, 2011.
- TORRALBA, M., FAGERHOLM, N., BURGESS, P. J., MORENO, G., AND PLIENINGER, T. **Do European agroforestry systems enhance biodiversity and ecosystem services? A meta-analysis.** v, 230, p.150–161, 2016.
- TOSCAN, M. A. G. et al. **Análise da chuva de sementes de uma área reflorestada do corredor de biodiversidade Santa Maria, Paraná** Seed rain analysis of a reforested area in Santa Maria biodiversity corridor, Paraná. *Ambiência*, v. 10, n. Sup, p. 217-230, 2014.
- TRES, D. R. et al. **Banco e chuva de sementes como indicadores para a restauração ecológica de matas ciliares.** Revista Brasileira de Biociências, v. 5, n. S1, p. 309-311, 2007.
- TRINDADE FILHO, J.; LOYOLA, R. D. **O uso de grupos indicadores como atalho para a conservação da biodiversidade.** 2010.
- UHL, C.; BUSCHBACHER, R.; SERRÃO, E. A. S.. **Abandoned pastures in eastern Amazonia. I. Patterns of plant succession.** Journal of Ecology, v. 76, n.3. pp. 663-681, 1988.
- URAMOTO, K.; WALDER, J. M.M.; ZUCCHI, R. A. **Análise quantitativa e distribuição de populações de espécies de Anastrepha (Diptera: Tephritidae) no campus Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.** Neotropical Entomology, v. 34, p. 33-39, 2005.
- VAN DER PIJL, L. et al. **Principles of dispersal in higher plants.** Berlin: Springer-Verlag, 1982.
- VAN STRAALLEN, N. **Evaluation of bioindicator systems derived from soil arthropod communities.** Applied Soil Ecology, Amsterdam, 9 ed. p. 429-437. 1998.
- VERONA, L. A. F. **A real sustentabilidade dos modelos de produção da agricultura: Indicadores de sustentabilidade na agricultura.** Horticultura Brasileira, v. 28, n. 2, p. 52-66, 2010.
- VEZZANI, F. M.; MIELNICZUK, J. **Uma visão sobre qualidade do solo.** Revista brasileira de ciência do solo, v. 33, p. 743-755, 2009.
- VEZZANI, F. M.; MIELNICZUK, J. **Uma visão sobre qualidade do solo.** Revista brasileira de ciência do solo, v. 33, p. 743-755, 2009.
- VIEIRA, D. L. M. et al. **Métodos de recomposição da vegetação nativa.** 2016.

WERNECK, M. S de; PEDRALLI, G.; GIESEKE, L. F. **Produção de serapilheira em três trechos de uma floresta semidecídua com diferentes graus de perturbação na Estação Ecológica do Tripuí, Ouro Preto, MG.** Brazilian Journal of Botany, v. 24, p. 195-198, 2001.

WILLIAMS-GUILLÉN, K.; PERFECTO, I.; VANDERMEER, J. **Bats limit insects in a neotropical agroforestry system.** Science, v. 320, n. 5872, p. 70-70, 2008.

ZAMA, M. Y. et al. **Florística e síndromes de dispersão de espécies arbustivo-arbóreas no Parque Estadual Mata São Francisco, PR, Brasil.** Hoehnea, v. 39, p. 369-378, 2012.

ZAVALA, C.B.R; FERNANDES, S.S.L.; PERERIRA, Z.V; SILVA, S.M. **Análise Fitogeográfica Da Flora Arbustivo-Arbórea Em Ecótono No Planalto Da Bodoquena, Ms, Brasil.** Ciência Florestal, v. 27, n. 3, p. 907-921, 2017.

ANEXO A – Espécies arbóreas do Sistema Agroflorestal

ANEXO A - Espécies arbóreas encontradas no sistema agroflorestal. Zoo: Zoocoria; Ane: Anemocoria; Aut: Autocoria; Pi: Pioneira; Se: Secundária; Cl: Climax; Na: Nativa; Ex: Exótica

Famílias	Espécies	Nº de Indivíduo	Dispersão	Sucessão	Nativas
Fabaceae	<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	9	Zoo	Pi	Na
	<i>Cratylia bahiensis</i> L. P. Queiroz	9	Zoo	Se	Na
	<i>Senegalia polyphylla</i> (DC.) Britton & Rose	14	Ane	Pi	Na
	<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	20	Ane	Se	Na
	<i>Albizia niopoides</i> (Spruce ex Benth.) Burkart	14	Aut	Se	Na
	<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd.	35	Zoo	Se	Na
	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	10	Zoo	Cl	Na
	<i>Inga vera</i> Wild.	14	Zoo	Se	Na
	<i>Ormosia arborea</i> (Vell.) Harms	6	Zoo	Cl	Na
	<i>Clitoria ternatea</i> L.	3	Aut	Pi	Na
	<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	9	Ane	Pi	Na
	<i>Clitória sp</i>	3	Aut	Pi	Na
	<i>Ateleia glazioveana</i> Baill.	1	Ane	Pi	Na
	<i>Amburana cearensis</i> (Allemão) A.C.Sm.	1	Ane	Pi	Na
Bignoniaceae	<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	16	Ane	Se	Na
	<i>Jacaranda sp</i>	8	Ane	Se	Na

	<i>Tabebuia roseoalba</i> (Ridl.) <i>Sandwith</i>	12	Ane	Se	Na
	<i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	2	Ane	Se	Na
Anacardiaceae	<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	18	Zoo	Pi	Na
	<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão	22	Ane	Se	Na
	<i>Spondias tuberosa</i> Arruda	1	Zoo	Pi	Ex
	<i>Spondias purpurea</i> L.	1	Zoo	Se	Ex
	<i>Tapirira Guianensis</i> Aubl.	4	Zoo	Pi	Na
Rubiaceae	<i>Genipa Americana</i> L.	13	Zoo	Se	Na
Myrtaceae	<i>Eugenia uniflora</i> L.	16	Zoo	Pi	Na
Boraginaceae	<i>Cordia americana</i> (L.) Gottschiling & J. S. Mill.	23	Ane	Se	Na
Polygonaceae	<i>Ruprechtia laxiflora</i> Meisn.	18	Ane	Se	Na
	<i>Triplaris americana</i> L.	17	Ane	Pi	Na
Annonaceae	<i>Annona muricata</i> L.	3	Zoo	Se	Ex
Asteraceae	<i>Gochnatia polymorpha</i> (Less.) <i>Cabrera</i>	5	Ane	Pi	Na
Lecythidaceae	<i>Cariniana legalis</i> (Mart.) Kuntze	5	Ane	Se	Na
Caricaceae	<i>Jacaratia spinosa</i> (Aubl.) A.DC.	10	Zoo	Pi	Na
Moraceae	<i>Morus</i> sp	3	Zoo	Se	Ex
	<i>Ficus adhatodifolia</i> Schott in <i>Spreng.</i>	10	Zoo	Pi	Na
	<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D.Don ex <i>Steud.</i>	6	Zoo	Se	Ex
Meliaceae	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	19	Ane	Cl	Na
Malvaceae	<i>Ceiba speciosa</i> (A.St.-Hil.) Ravenna	10	Ane	Pi	Na
	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	24	Zoo	Pi	Na
	<i>Luehea grandiflora</i> Mart. & Zucc.	6	Ane	Pi	Na
Sapindaceae	<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil. et al.) <i>Hieron. ex Niederl.</i>	1	Zoo	Se	Na
	<i>Litchi chinensis</i> Sonn	3	Zoo	Pi	Ex
	<i>Magonia pubescens</i> A.St.-Hil.	20	Ane	Pi	Na
Primulaceae	<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	3	Zoo	Pi	Na
Leguminosae	<i>Bauhinia forficata</i> Link	2	Aut	Pi	Na

ANEXO B – Serapilheira do SAF.

Anexo B – Amostras da estação e seca e chuvosa da serapilheira da área com galhos, sementes, folhas e outros (terra e não identificados) em Kg.

Amostras	Estação	Galhos	Sementes	Folhas	Outros
1	chuva	0,180	0,007	0,187	0,080
2	chuva	0,102	0,010	0,131	0,241
3	chuva	0,138	0,013	0,139	0,020
4	chuva	0,158	0,013	0,170	0,120
5	chuva	0,145	0,013	0,210	0,166
6	chuva	0,190	0,012	0,244	0,099
7	chuva	0,155	0,009	0,220	0,066
8	chuva	0,237	0,032	0,378	0,468
9	chuva	0,342	0,017	0,221	0,102
10	chuva	0,138	0,023	0,150	0,070
11	seca	0,022	0,001	0,119	0,022
12	seca	0,025	0,002	0,240	0,100
13	seca	0,028	0,004	0,200	0,000
14	seca	0,022	0,000	0,083	0,032
15	seca	0,038	0,007	0,089	0,011
16	seca	0,023	0,000	0,157	0,000
17	seca	0,013	0,000	0,132	0,012
18	seca	0,086	0,001	0,082	0,000
19	seca	0,061	0,000	0,073	0,009
20	seca	0,018	0,000	0,139	0,000
				Total	7,26 Kg/ha

ANEXO C – Banco de sementes do SAF.

Anexo C – Espécies presentes no banco de sementes da área e quantidade de indivíduos. Na: Nativa, Ex: Exótica.

Espécie	Quantidade	Tipo
<i>Acanthospermum australe</i>	2	Na
<i>Begonia acutifolia</i>	13	Na
<i>Bidens alba</i>	10	Na
<i>Conyza bonariensis</i>	114	Na
<i>Cyperus papyrus</i>	458	Na
<i>Digitaria sanguinalis</i>	57	Ex
<i>Emilia sonchifolia</i>	93	Na
<i>Gnaphalium norvegicum</i>	6	Ex
<i>Ludwigia leptocarpa</i>	6	Ex
<i>Paspalum virgatum</i>	1	Ex
<i>Phyllanthus niruri</i>	85	Na

<i>Poncirus trifoliata</i>	36	Ex
<i>Richardia brasiliensis</i>	55	Na
<i>Solanum americanum</i>	1	Na
<i>Trema micrantha</i>	1	Na
<i>Urochloa eruciformis</i>	27	Ex

ANEXO D – Chuva de sementes do SAF.

Anexo D – Espécies e quantidade de sementes da chuva de sementes. Zoo: Zoocoria, Aut: Autocoria.

Espécie	Quantidade	Dispersão
<i>Cecropia angustifolia</i>	1	Zoo
<i>Tapirira guianensis</i>	72	Zoo
<i>Pennisetum glaucum</i>	16	--
<i>Guarea guidonia</i>	1	Zoo
<i>Copaifera langsdorfii</i>	1	Zoo
<i>Anadenanthera colubrina</i>	4	Aut