

Trabalho de Formatura

Curso de Graduação em Engenharia Ambiental

PROPOSTAS DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS PARA
CONSERVAÇÃO DE ÁREAS ÚMIDAS E PAGAMENTO
POR SERVIÇOS AMBIENTAIS (BACIA DO RIO
CORUMBATAÍ - ESTADO DE SÃO PAULO)

Beatriz Leonardo da Silva
Orientadora: Profa. Dra. Vania Silvia Rosolen

Rio Claro (SP)
2022

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Campus De Rio Claro

BEATRIZ LEONARDO DA SILVA

PROPOSTAS DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS PARA
CONSERVAÇÃO DE ÁREAS ÚMIDAS E PAGAMENTO
POR SERVIÇOS AMBIENTAIS (BACIA DO RIO
CORUMBATAÍ - ESTADO DE SÃO PAULO)

Trabalho de formatura apresentado ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas - *campus* de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista '*Júlio de Mesquita Filho*', para obtenção do grau de Engenharia Ambiental.

Rio Claro (SP)

2022

S586p Silva, Beatriz Leonardo da
Propostas de Sistemas Agroflorestais para conservação de Áreas Úmidas
pagamento por serviços ambientais (Bacia do Rio Corumbataí - estado de São
Paulo) / Beatriz Leonardo da Silva. -- Rio Claro, 2022
48 p. : il., tabs., fotos, mapas

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Engenharia Ambiental) -
Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Geociências e Ciências
Exatas, Rio Claro
Orientadora: Vania Silvia Rosolen

1. Conservação de áreas úmidas. 2. Sistemas Agroflorestais. 3.
Agroecologia. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do Instituto de Geociências e
Ciências Exatas, Rio Claro. Dados fornecidos pelo autor(a).

Beatriz Leonardo da Silva

PROPOSTAS DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS PARA
CONSERVAÇÃO DE ÁREAS ÚMIDAS E PAGAMENTO
POR SERVIÇOS AMBIENTAIS (BACIA DO RIO
CORUMBATAÍ - ESTADO DE SÃO PAULO)

Trabalho de Formatura apresentado ao
Instituto de Geociências e Ciências
Exatas - Câmpus de Rio Claro, da
Universidade Estadual Paulista Júlio de
Mesquita Filho, para obtenção do grau de
Engenheira Ambiental.

Comissão Examinadora

Profa. Dra. Vania Silvia Rosolen (orientadora)


Ms. Bruno de Oliveira Garcia

Ms. Deise Aparecida Junqueira

Rio Claro, 8 de março de 2022.



Assinatura da aluna



assinatura da orientadora

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha família, especialmente aos meus pais, Vagner e Paula, meu irmão, Jhonatan, e minhas avós, Dirce e Maria, pelo incentivo desde o início desse processo. Por vocês eu busco me aprimorar a cada dia para ser uma pessoa melhor.

Agradeço à Moradia Estudantil da Unesp, particularmente, aos que ocuparam aquele espaço antes de mim e lutaram para que pudesse abrigar as gerações que viriam depois; sem a Moradia, não seria possível ter embarcado nessa jornada. Em especial, agradeço às mulheres fortes com as quais eu convivi na Moradia, que me apoiaram nas lutas diárias e me ensinaram tanto: Isadora, Thalita, Fernanda, Nathália. E aos moradores e moradoras da Casa 3, com os quais fiz boas memórias e compartilhei diversos momentos íntimos, que foram essenciais para que eu pudesse me sentir em casa nessa cidade.

Agradeço, sobretudo, à Cris Marília, minha irmã de outra mãe, que cruzou meu caminho nessa jornada, e despretensiosamente ocupou um espaço muito importante na minha vida; com quem eu embarquei numa mudança – que foi além do sentido espacial - e que me deu muito apoio e amor, sendo parte imprescindível para que eu estivesse onde estou hoje.

Agradeço também, à Júlia, pelas reflexões que repercutem o nosso amadurecimento, e o tempo de qualidade que compartilhamos por diversas vezes juntas.

Agradeço às companheiras e companheiros que participaram do Movimento Estudantil, antes de mim e junto comigo, e dedico toda minha admiração e respeito à estas pessoas, que investiram seu tempo, bem como suas energias, pelas causas sociais que cercam o ambiente universitário, realizando um papel social que eu considero tão importante. Em especial, agradeço aos amigos que criei nos espaços de luta pelas trocas. E às pessoas com as quais eu participei do Centro Acadêmico da Engenharia Ambiental, que me deram esperanças sobre o curso.

Agradeço aos amigos que participaram comigo do Grupo de Extensão em Agroecologia 'Gira-Sol' por todos os ensinamentos e vivências, que me incentivaram a continuar na graduação e serviram de base para a construção deste trabalho.

Agradeço à Prof. Vânia, pela orientação neste trabalho, e pelos seus esforços em prol de melhorias para o curso, além do apoio dado para difusão da Agroecologia.

A subordinação à racionalidade impõe aos indivíduos um enquadramento e lhes reduz a possibilidade de manifestação de uma inconformidade. [...] Num mundo assim feito, não cabe a revolta contra as coisas, mas a vontade de entendê-las, para poder transformá-las. (SANTOS, 1992)

RESUMO

As áreas úmidas estão entre os ecossistemas mais degradados do planeta devido ao manejo antrópico inadequado, porém, são áreas que realizam serviços ecossistêmicos insubstituíveis. Estas podem resguardar os recursos hídricos e a biodiversidade de espécies da fauna e flora, além de fornecerem recursos naturais essenciais para vida no planeta. Este estudo tem como objetivos: propor uma alternativa para reabilitação ambiental para as áreas úmidas localizadas na Bacia do Rio Corumbataí (SP), baseada na implantação de sistemas agroflorestais (SAFs) pautados por princípios da Agroecologia, através da delimitação de zonas de amortecimento nessas áreas, sob a perspectiva de pagamento por serviços ambientais; e, analisar a viabilidade da utilização desse tipo de reabilitação sob as perspectivas ambiental, social e econômica. Por meio de revisão bibliográfica detalhada sobre as técnicas de manejo agroecológicas mais adequadas a serem adotadas em SAFs, foi possível observar que os SAFs são benéficos para a restauração ambiental das áreas úmidas devido a diversas características, além de serem sugeridos pela legislação como técnica de reabilitação a ser adotada. A partir dos resultados, a técnica proposta foi considerada viável pois promove o desenvolvimento social para as comunidades humanas envolvidas, a melhoria das condições de segurança alimentar na região do entorno, a redução dos impactos ambientais causados pelas atividades antrópicas e o resgate da relação entre ser humano e natureza. Esses pontos, conjuntamente, corroboram para com o aumento do interesse pela conservação de áreas naturais e de ecossistemas ameaçados.

Palavras-chave: Manejo Agroecológico. Conservação de Áreas Úmidas. Sistemas Agroflorestais. Recuperação ambiental de áreas protegidas.

ABSTRACT

Wetlands are strategic environments for the provision of ecosystem services, such as maintaining water quality and availability, carbon sequestration, provision of cultural, recreational, and educational resources, as well as ensuring food and water security. However, they are extremely vulnerable systems, and suffer anthropic impacts due to drainage and conversion of the landscape for implantation of intensive crops, urban expansion and other activities such as mining. This research propose the ecological restoration and the establishment of a buffer zone around the wetlands allocated in the Corumbataí River Basin (SP), through the implementation of agroforestry systems in order to ensure the provision of ecosystems services, and the environmental quality. With support of international agroforestry knowledge and reviewing national experiences, this work reunite Agroecological management technics for using in those areas. This search results show that agroforestry systems are economically viable as recovery technic, and promote specific environmental improvements, such as better conditions of food security in local site, reduction environmental impacts caused by anthropic actions, encouraging the human-nature relation rescue. Besides those benefits collaborate to increase interests to conservation of natural areas and threatened ecosystems on the local population.

Keywords: Agroecological management for restoration. Agroforestry systems. Degraded Brazilian Wetlands restoration and protection.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de localização das AUs na área de estudo.....	15
Figura 2: Mosaico com as AUs observadas na área de estudo.	21
Figura 3: Mosaico com as AUs delimitadas e a representação de suas respectivas zonas de amortecimento calculada.	22
Figura 4: AUS que sofreram redução de volume.	24
Figura 5: Modelo ilustrativo da concepção de estratos vegetais	32
Figura 6: Mapa ilustrativo da divisão dos setores.....	34

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
1.1	Justificativa	12
1.2	Objetivos	13
1.3	Objetivos específicos	13
2	MATERIAIS E MÉTODOS	15
2.1	Área de estudo	15
2.2	Delimitação das AUs e suas Zonas de Amortecimento	17
2.3	Valoração ambiental.....	18
2.4	Determinação do modelo de SAF	19
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
3.1	Área abrangida por AUs e zonas de amortecimento	20
3.2	Pagamento por serviços ambientais	26
3.3	Definição do modelo de SAF.....	27
3.3.1	<i>Elementos do desenho</i>	30
3.3.2	<i>Seleção das espécies</i>	33
3.3.3	<i>Práticas do manejo agroecológico</i>	36
3.4	Segurança alimentar e recuperação de áreas degradadas	38
4	CONCLUSÃO	41
5	REFERÊNCIAS	43

1 INTRODUÇÃO

Estima-se que as Áreas Úmidas (AUs) (*Natural Wetlands*) ocupem 20% do território brasileiro, sendo um dos ecossistemas mais ameaçados pela ação antrópica e as mudanças climáticas globais (GOMES; MAGALHÃES JUNIOR, 2017; JUNK et al, 2014). Essas áreas despertaram interesses econômicos ao longo da história, porém a atividade exploratória desmesurada gerou impactos significativos que levaram diversas AUs à perda irreversível de suas funções ambientais (JUNK et al., 2012), como: a alteração dos regimes de drenagem e a retirada de cobertura vegetal que causam principalmente a erosão dos solos, e o uso de fertilizantes agrícolas que causam principalmente a contaminação dos solos e a eutrofização dos corpos d'água.

Na definição, as AUs são áreas saturadas e/ou alagadas permanentemente ou temporariamente, por tempo suficiente para criar ciclos biogeoquímicos particulares; estão na interface entre os ambientes aquático e terrestre, contempladas pela presença de fauna e flora específica e altamente diversa. Quanto à sua localização e categoria, podem ser: continentais ou costeiras, naturais ou originadas pela ação antrópica; sua extensão pode abranger áreas permanentemente secas e/ou aquáticas, fundamentais para sua manutenção ecológica (GOMES, 2017; GOMES; MAGALHÃES JUNIOR, 2017; JUNK et al, 2014).

A relevância das áreas úmidas está diretamente relacionada com a sua capacidade de fornecer serviços ambientais insubstituíveis. Segundo Costanza et al. (1998) os serviços ecossistêmicos podem ser definidos como: fluxos de materiais e energia entre o capital natural e o capital manufaturado pela intervenção humana – podendo atingir formas físicas identificáveis e/ou formas intangíveis – que atuam provendo o bem-estar humano. Sabe-se também que quanto mais complexo um ecossistema maior será o número de fluxos que o contempla, aumentando assim sua importância ecológica. As AUs fornecem inúmeros serviços ecossistêmicos para o planeta, dos quais podem ser citados: o armazenamento de água pluvial; a recarga de aquíferos; a retenção de sedimentos; a purificação das águas; a regulação do microclima; o armazenamento de carbono; o fornecimento de recursos naturais como combustíveis fósseis, água e alimentos; e a reserva de peixes e espécies endêmicas – atuando como grandes centros de especiação (GOMES; MAGALHÃES JUNIOR, 2017; JUNK et al., 2014). Além dessas funções, destacam-se algumas possibilidades

de uso antrópico dessas áreas: como residência para as comunidades tradicionais brasileiras, como ambiente para recreação e ecoturismo, como pastagem para pecuária, e sua utilização para produção agrícola (MITSCH; BERNAL; HERNANDEZ, 2015).

Seidl e Moraes (2000) se embasaram no estudo de Costanza et al. (1998) e listaram alguns serviços ecossistêmicos, como regulação climática, fornecimento de água, controle biológico, produção de alimentos, e outros, considerando mesmo os serviços que não possuíam demanda de mercado, e os utilizaram para estimar o valor econômico advindo de uma AU localizada no Pantanal mato-grossense, para a qual obtiveram a estimativa de US\$ 15,5 bilhões/ano. Os valores dos serviços ambientais obtidos para as AUs são mais altos quando comparados com os dos demais ecossistemas existentes, no entanto esses números podem variar amplamente quando essas áreas são comparadas entre si, devido a diversidade de fatores físicos, químicos e biológicos que as abrangem, pois estes são específicos das localidades em que estão inseridas (COSTANZA *et al.*, 1998; JUNK *et al.*, 2014; MITSCH; BERNAL; HERNANDEZ, 2015;).

Apesar do inquestionável valor, as AUs só foram reconhecidas como áreas a serem protegidas em âmbito internacional a partir da Convenção de Ramsar, que ocorreu no Irã em 1971. A Convenção realizou uma atuação importante no delineamento do cenário presente, pois promoveu uma ampliação da preocupação internacional por estes ambientes, estabeleceu a cooperação entre os países, e definiu ações a serem tomadas para se atingir a conservação dessas áreas (FINLAYSON, 2012). O Brasil é um dos países signatários deste tratado, tendo-o ratificado após 3 anos do evento, no Decreto nº 1.905, de 16 de maio de 1996 (BRASIL, 1996). Tais medidas vão ao encontro das estratégias traçadas pelas Nações Unidas (2016), no Marco de parceria das Nações Unidas para o desenvolvimento sustentável [2017-2021], que visa realizar a Agenda 2030 no Brasil através dos objetivos para o desenvolvimento sustentável (ODS), dos quais podem ser destacados:

Objetivo 1: erradicar a pobreza em todas as suas formas, em todos os lugares; Objetivo 2: extinguir a fome, alcançar a segurança alimentar e a melhoria da nutrição, e promover a agricultura sustentável; Objetivo 3: assegurar a vida saudável e o bem-estar para todas e todos; Objetivo 6: garantir a disponibilidade e a gestão sustentável da água; Objetivo 13: tomar medidas para combater as mudanças climáticas; Objetivo 15: proteger, recuperar e promover o uso

sustentável dos ecossistemas terrestres e deter a perda da biodiversidade (NAÇÕES UNIDAS, 2016).

Apesar destes esforços, ainda existem sérios desafios a serem superados para garantir uma gestão internacional eficiente destas áreas. Boa parte da população global desconhece a importância e os benefícios das funções ecológicas que ocorrem nestas áreas (RAMSAR CONVENTION SECRETARIAT, 2016). Finlayson *et al.* (2011) apontaram que os países mais atuantes para efetivação das decisões tomadas na Convenção são os que possuem menos AUs degradadas. O caráter voluntário de participação das nações dificulta a criação de um banco de dados realístico sobre a atual situação; e a definição das AUs adotada pela Convenção é muito abrangente, o que impossibilita a elaboração de políticas públicas em países que não elaboram a sua própria classificação (FINLAYSON, 2012). Diante dessas e outras problemáticas, a degradação das AUs continua em ritmo acelerado. Estima-se que 50% da área original desse ecossistema já tenha sido perdida (GOMES; MAGALHÃES JUNIOR, 2017).

Simultaneamente, a intensificação das mudanças climáticas globais motivada pela cultura contemporânea de modernização provoca, principalmente, o aumento da temperatura média global e a alteração dos regimes de precipitação, resultando na ocorrência frequente de eventos extremos de secas e inundações (MISRA, 2014). Estudos pressupõem que $\frac{2}{3}$ da população mundial sofrerá com o estresse hídrico até 2050 (GOSAIN; RAO; BASURAY, 2006). O setor agrário será o mais afetado pelas alterações climáticas devido à perda de solos férteis para produção de alimentos. Além disso, dados da FAO (2014) apontaram 805 milhões de pessoas cronicamente subnutridas no mundo, dado que tende a crescer, pois a desigualdade social propicia maior dificuldade de acesso às populações mais pobres a alimentos nutritivos e indispensáveis para saúde (PALUDO; COSTABEBER, 2012).

Em vista disso, uma alternativa que surge para unificar a solução dessas problemáticas é a adoção de sistemas agroflorestais (SAFs) pautados em princípios agroecológicos. A agroecologia é uma ciência em formação de caráter multidisciplinar que visa incorporar questões sociais e culturais no desenvolvimento de novas formas de produção agrícola (FEIDEN, 2005). Esta, propõe a adoção dos SAFs como uma alternativa para o uso sustentável dos recursos naturais e a produção de alimentos (MACEDO *et al.*, 2000 apud ALVES, 2009). O Ministério da Agricultura, Pecuária e

Abastecimento (2012) propôs em seu Plano Setorial de Agricultura de Baixo Carbono aumentar em 4 milhões de hectares a adoção de SAFs no país.

Os SAFs se caracterizam como agroecossistemas que buscam reproduzir estruturas e funções de ecossistemas naturais através do manejo antrópico, enfatizando técnicas que reduzem a dependência agrícola por insumos comerciais, enfatizam o ciclo natural dos elementos, além de resgatarem e manterem a biodiversidade da localidade (ALTIERI, 2012). Estes propiciam efeitos benéficos para o ambiente em que estão inseridos, como: regulação climática, ciclagem de nutrientes e reaproveitamento de matéria orgânica, aumento da fertilidade dos solos, melhoria da qualidade e da disponibilidade de água, garantia do equilíbrio das populações de pragas e inimigos naturais (MICCOLIS *et al.*, 2016).

Devido à estas características, os SAFs têm sido considerados não só como uma alternativa para a produção agrícola, como também uma opção viável para recuperação de áreas que se encontram degradadas, pois estes sistemas atuam positivamente nos solos melhorando sua capacidade de retenção de água, fornecendo nutrientes, os protegendo contra os processos de erosão e lixiviação, se destacando por serem sistemas mais resilientes a eventos climáticos extremos (ALVES, 2009; SCHEMBERGUE *et al.*, 2017). Além disso, esses sistemas permitem a inclusão do ser humano no processo de restauração ecológica, quebrando com o paradigma de distanciamento do ser humano-natureza (MICCOLIS *et al.*, 2016).

1.1 Justificativa

A partir das problemáticas relacionadas ao uso exploratório dos recursos naturais, propôs-se neste trabalho a utilização de um SAF como alternativa de reabilitação ambiental para AUs degradadas, localizadas na Bacia do Rio Corumbataí no estado de São Paulo.

O Relatório de Situação dos Recursos Hídricos da Bacia PCJ (2018) apontou que no ano de 2017 a vazão na bacia foi de 980,96 m³/hab/ano, ao passo que, segundo as Nações Unidas, vazões menores que 1.500 m³/hab/ano representam cenários críticos.

O uso e ocupação do solo na região é baseado principalmente na agricultura e mineração, que competem juntamente com a urbanização pelos recursos hídricos

disponíveis, causando uma diminuição no oferecimento e na qualidade da água da região (RIBEIRO; GALLERANI, 2001).

Sendo assim, a instalação de um agroecossistema nesta localidade serviria como medida de mitigação para os impactos antrópicos sobre a biodiversidade, além de resguardar a qualidade e a disponibilidade de água na bacia, garantir a conservação do solo, salvaguardar a disponibilidade de alimentos para as gerações futuras, e proteger as AUs brasileiras, legitimando a maioria das obrigações colocadas pela legislação ambiental.

1.2 Objetivos

O objetivo geral deste trabalho é oferecer uma alternativa de reabilitação ambiental baseada na implantação de Sistemas Agroflorestais, fundamentados pelos princípios da Agroecologia, nas zonas de amortecimento de áreas úmidas degradadas em uma área de estudo definida, alocada na Bacia do Rio Corumbataí, além de analisar a viabilidade da proposta nesses ecossistemas.

1.3 Objetivos específicos

A proposta deste estudo é motivada pelos propósitos de:

- propiciar a efetiva proteção ambiental das AUs;
- promover a conservação da qualidade dos corpos d'água e do solo, a fim de assegurar o habitat de espécies da fauna e da flora local;
- garantir a continuidade da disponibilidade de água para as populações humanas;
- reduzir os impactos ambientais causados pela agricultura convencional nesta área;
- e, resguardar uma porcentagem de área de um ecossistema globalmente ameaçado.

Pretende-se: estimar o custo envolvido na reabilitação das AUs, para que sejam observadas as viabilidades econômica, social e ambiental para realização das medidas mitigatórias que serão propostas. Conjuntamente, têm-se em vista a possibilidade de contribuir com o aperfeiçoamento do conceito de desenvolvimento

sustentável, e, das técnicas manejo e conservação de áreas protegidas pela legislação ambiental brasileira.

Ademais, dispõe-se a contribuir com a difusão de métodos e estímulos para a concepção de segurança alimentar na sociedade brasileira, conceito que trata do oferecimento de alimentos capazes de suprir a nutrição humana para todos os grupos sociais, independente de condições financeiras.

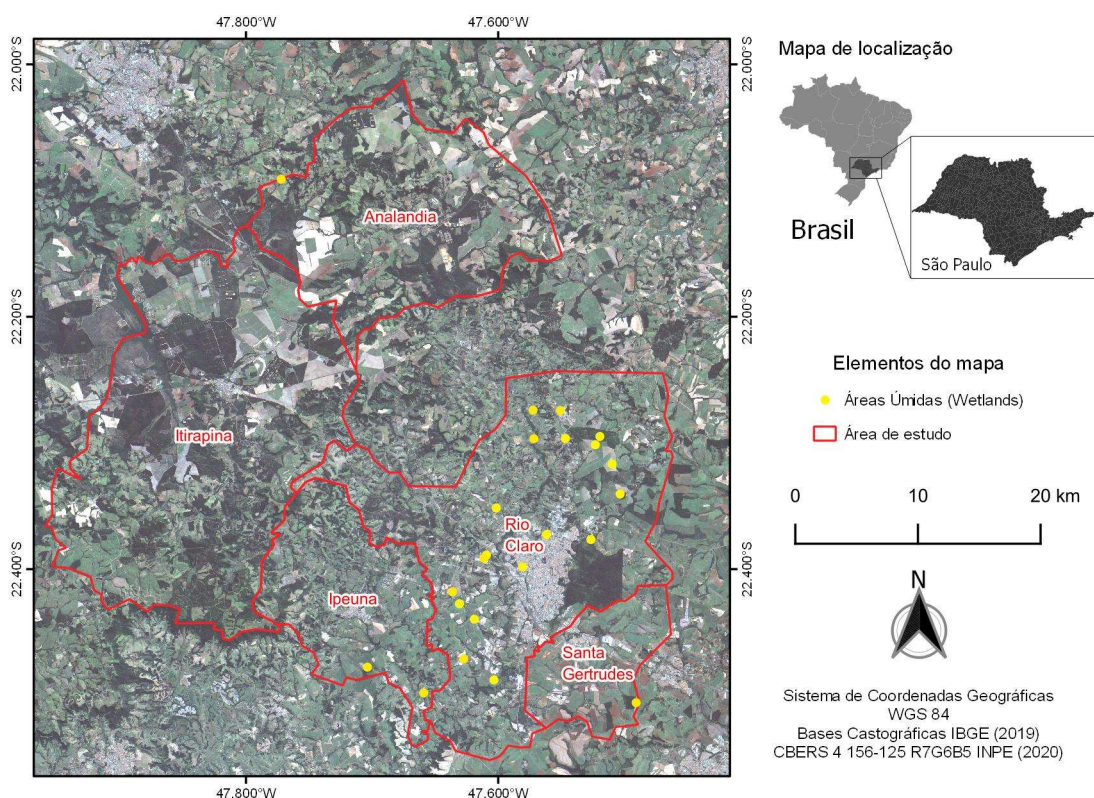
2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

A área de estudo está localizada na Bacia do Rio Corumbataí, cobrindo os municípios de Analândia, Ipeúna, Rio Claro e Santa Gertrudes, situados na região centro-oeste do estado de São Paulo, onde se encontra a Depressão Periférica Paulista, que é um compartimento geológico-geomorfológico continental cujo relevo é composto predominantemente por colinas largas e médias suavizadas, com altitudes médias de 600-650 metros.

A área está inserida em uma região que originalmente abrigava a transição entre os biomas da Mata Atlântica e do Cerrado, porém atualmente sua extensão é coberta pela monocultura de cana-de-açúcar.

Figura 1: Mapa de localização das AUs na área de estudo.



Fonte: AUTORA, 2022.

A Bacia do Rio Corumbataí se estende entre os compartimentos geomorfológicos da cuesta basáltica e do planalto cristalino ocidental (ALMEIDA, 2018), apresentando clima tropical de altitude com temperatura média de 21,6°C, e

média anual de precipitação de 1.366,8 mm, com os maiores índices pluviométricos ocorrendo durante o verão (meses de novembro a março) (CEPAGRI, 2013).

A área em questão é abrangida pela unidade de conservação ambiental denominada Área de Proteção Ambiental Corumbataí, Botucatu e Tejuapá no seu perímetro de Corumbataí (APA Corumbataí), a qual contempla 15 municípios e é responsável por proteger a diversidade biológica, assegurar a proteção dos recursos naturais e disciplinar a ocupação humana nesta região (SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E MEIO AMBIENTE, 2020; BRASIL, 2000); e pelo Comitê de Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí (Comitê de Bacias PCJ), responsável pela conservação, proteção e recuperação dos recursos hídricos nesta bacia (COMITÊS PCJ, 2020). Corresponde também à uma Área de Proteção Permanente (APP), delimitada pela Lei Federal nº 12.727, que alterou o Código Florestal e promoveu a proteção ambiental das AUs (BRASIL, 2012).

De acordo com dados de 2008, a área da bacia do Rio Corumbataí era predominantemente ocupada por cana-de-açúcar e pastagens, abrangendo juntas 66% deste território (CENTRO DE ANALISE E PLANEJAMENTO AMBIENTAL, 2020).

O perfil de solo da região foi estabelecido a partir das Formações Rio Claro (no topo) e Corumbataí (na base), se caracterizando de forma bastante heterogênea ao longo de seus horizontes. É composto tanto por níveis argilosos (com presença de microporos) quanto por níveis arenosos (com presença de macroporos), tais características fazem com que ocorra condutividade hidráulica nos fluxos hídricos que percorrem a área (SCHENEIDER et al., 1974; BJORNBERG; LANDIM, 1966). Os municípios que compõem a área de estudo possuem conjuntamente, de acordo com os dados mais recentes, um alto nível de densidade populacional, com uma média de 159,66 hab/km² (IBGE, 2010). Tal crescimento se associa, principalmente, com a expansão industrial encorajada pelos governos estadual e federal durante os anos 70, que tinham o intuito de reduzir o nível já saturado de densidade populacional na RMSP (RIBEIRO; GALLERANI, 2001). Adicionalmente, sabe-se que um nível significativo de água da Bacia do Corumbataí é transposto para o Sistema Canteira para complementar a demanda hídrica da RMSP, e de acordo com o Relatório de Situação dos Recursos Hídricos da bacia PCJ (2018), o balanço hídrico desta bacia já indica cenários de estresse hídrico.

A área de estudo abriga diversas AUs em posição interfluvial na Bacia do Rio Corumbataí. Observações de campo e imagens de sensoriamento remoto indicam

que estas áreas não possuem conexão superficial com rios. Além disso, o nível de água e o perímetro alagado dessas AUs variam sazonalmente, de acordo com o regime de chuvas, uma característica muito comum das AUs brasileiras, causada pelo regime de chuvas não uniforme ao longo do ano e com uma estação de seca bem definida, o que causa uma flutuação significativa no nível de água dos corpos hídricos (JUNK et al., 2012).

2.2 Delimitação das AUs e suas Zonas de Amortecimento

Por meio do uso de imagens de satélite, foi possível identificar as AUs presentes na área de estudo através do conhecimento de suas características mais comuns, como: a sua ocorrência em depressões, formato circular ou oval, e acúmulo de água na superfície. Imagens de satélite providas pelo Google Earth © 2020 (Maxar Technologies) foram utilizadas para delimitar a localização das AUs observadas dentro da Bacia do Corumbataí e as áreas influenciadas por essas inundações. Com o objetivo de avaliar o possível desaparecimento das AUs ao longo dos anos, as imagens de satélite foram sobrepostas com mapas cartográficos (IGC, 1980). Esse procedimento permitiu localizar as AUs no mapa, e observar a influência causada pelas atividades antrópicas na alteração do seu formato natural e no distúrbio de suas funcionalidades ambientais.

De acordo com o Código Florestal (BRASIL, 2012), em seu 6º artigo, inciso IX, considera-se como APP áreas destinadas à preservação de áreas úmidas. A partir disso, estas áreas foram consideradas neste trabalho como semelhantes às Zonas de Amortecimento de unidades de conservação, que são definidas pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) (BRASIL, 2000), como: o entorno de unidades de conservação que sofrerão restrições e normas específicas para utilização, com o intuito de minimizar efeitos negativos sobre a unidade. Como foi observado por Corvalán (2009), que realizou o zoneamento ambiental da área abrangida pela APA Corumbataí, nesta região não existe faixa de preservação no entorno de corpos d'água, ou seja, estas áreas são ocupadas por pastagens e cana-de-açúcar, o que as tornam mais suscetíveis a ocorrência de assoreamento e processos erosivos.

Diante disso, foi considerado um raio de 50 metros a partir do limite das AUs, de acordo com o que consta na Lei nº 12.651/12, gerando um polígono ao redor, utilizado

para quantificar a área em hectares que deverá ser restaurada para propiciar o equilíbrio ambiental deste ecossistema.

Através da calculadora de áreas do software QGis, foi possível obter valores aproximados da área real que é abrangida pelas AUs. Considerando que se trata de uma projeção paramétrica, os dados podem conter distorções.

2.3 Valoração ambiental

Globalmente, as áreas úmidas naturais fornecem cerca de 47 trilhões de dólares por ano e contribuem com 75 indicadores de ODS (Objetivos de Desenvolvimento Sustentável) (NATURE GEOSCIENCE, 2021). As áreas úmidas localizadas no interior dos continentes fornecem cerca de 27 trilhões de dólares por ano, no entanto, são as principais afetadas pela degradação ambiental. Todos os anos, \$47,8 milhões são perdidos por causa das atividades de mineração, expansão urbana e agricultura intensiva (NATURE GEOSCIENCE, 2021).

As AUs não florestadas, mas com algum tipo de vegetação, as AUs em solo aluvial e as AUs não florestadas são responsáveis pela geração de \$14,5 trilhões de dólares por ano, enquanto rios e lagos fornecem 5,5 trilhões de dólares por ano (NATURE GEOSCIENCE, 2021). O valor monetário desses ecossistemas é fixado em serviços regulatórios, principalmente relacionados aos recursos hídricos, e cerca de 68% destes é fornecido por AUs do interior dos continentes. Na América Latina, as turfeiras cobertas por florestas fornecem os valores mais altos (NATURE GEOSCIENCE, 2021).

Os serviços ecossistêmicos têm um valor infinito para a economia global. No entanto, existem discussões controversas sobre como comparar esses serviços com o capital manufaturado (COSTANZA et al., 1998). Por meio da valoração econômica ambiental, surge o conceito de pagamento por serviços ecossistêmicos, que se baseia em um mecanismo de mercado para reparar danos ambientais, e deve ser um dispositivo sustentável, específico, criado para cobrir os custos de prestação de serviços ecossistêmicos (FARLEY; COSTANZA, 2010).

Custo de reposição é um tipo de avaliação que mede os benefícios ambientais, considerando os custos de reposição de um recurso ambiental danificado (TOSTÔ; SOBRINHO; ANDRADE, 2010). Dessa forma, o dinheiro gasto na realização de um projeto de recuperação de área pode ser considerado como pagamento por serviços

ecossistêmicos. Além disso, a aplicação do conceito de custo de reposição de modo reverso, nos permite calcular o valor da terra a partir do preço de venda da cana-de-açúcar, extrapolando os resultados obtidos neste trabalho como uma estimativa dos gastos com restauração de todas as AUs presentes na área de estudo.

Os dados de uso da terra do MAPBiomias (2019) foram usados para estimar a área de lavouras e a área de mineração e comparar com as áreas de AUs e zonas de amortecimento, calculadas por imagens de satélite.

2.4 Determinação do modelo de SAF

A definição do modelo de sistema agroflorestal a ser utilizado para reabilitação de AUs degradadas foi embasada por revisão bibliográfica de materiais teóricos acadêmicos e produções com resultados obtidos na prática com esse tipo de sistema de agricultura, com destaque para a produção de MICCOLIS et al. (2016), *Restauração Ecológica com Sistemas Agroflorestais*, que aborda detalhadamente sobre o planejamento e a implantação desses sistemas no Cerrado brasileiro.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

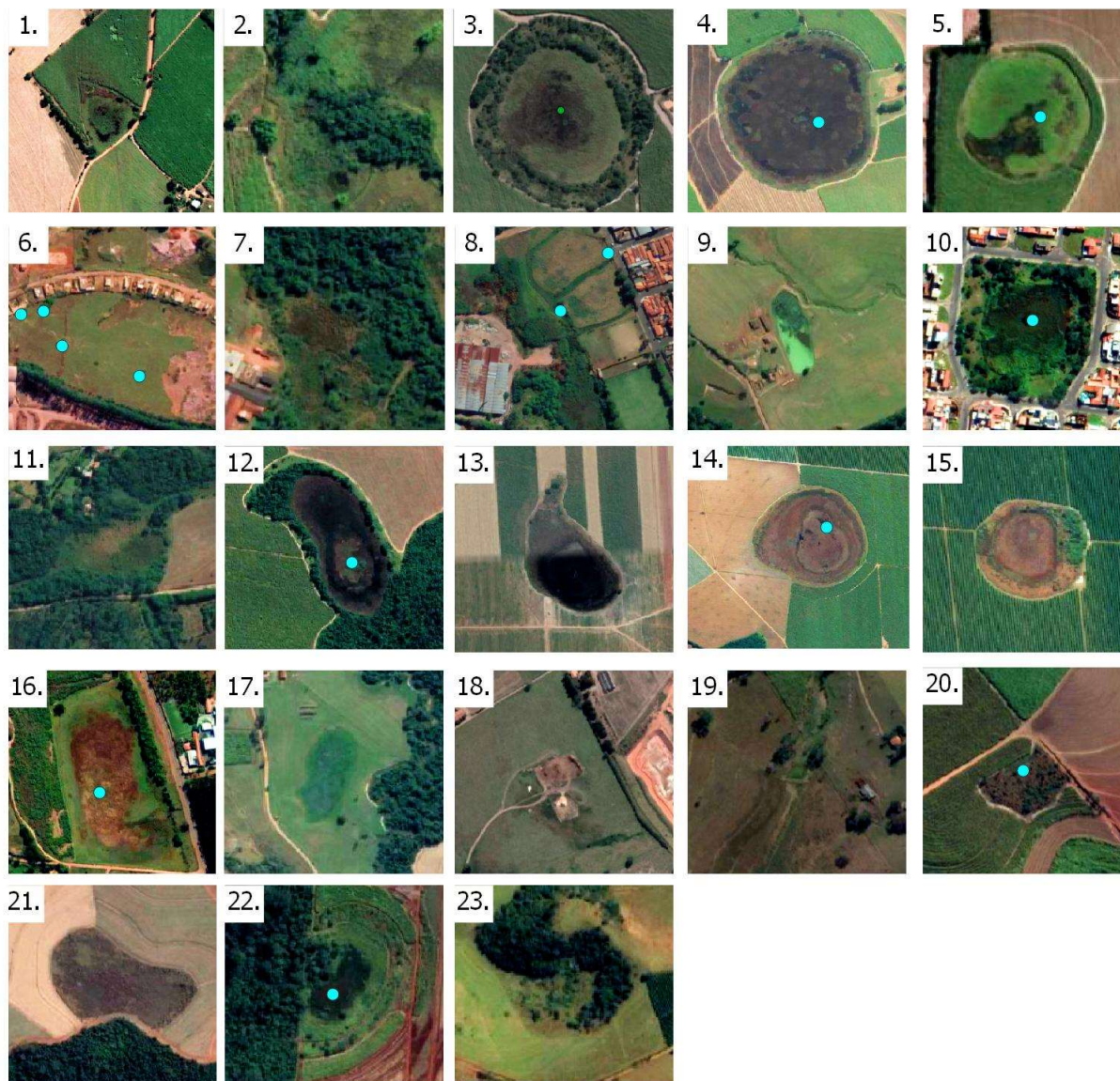
3.1 Área abrangida por AUs e zonas de amortecimento

Foi gerado um mapa com resolução espacial de 2 metros. A delimitação dos polígonos respeitou a forma original das AUs observadas no mapa topográfico de 1980, e seguiu o limite da lâmina d'água observada via satélite para os casos de AUs mais recentes.

Devido à dificuldade de visualização das formas e limites, acredita-se que algumas AUs foram subdimensionadas, o que reforça a necessidade que existe de delimitação e caracterização das AUs brasileiras, que deve ocorrer em curto prazo antes que estas sejam totalmente degradadas e nunca sejam conhecidas.

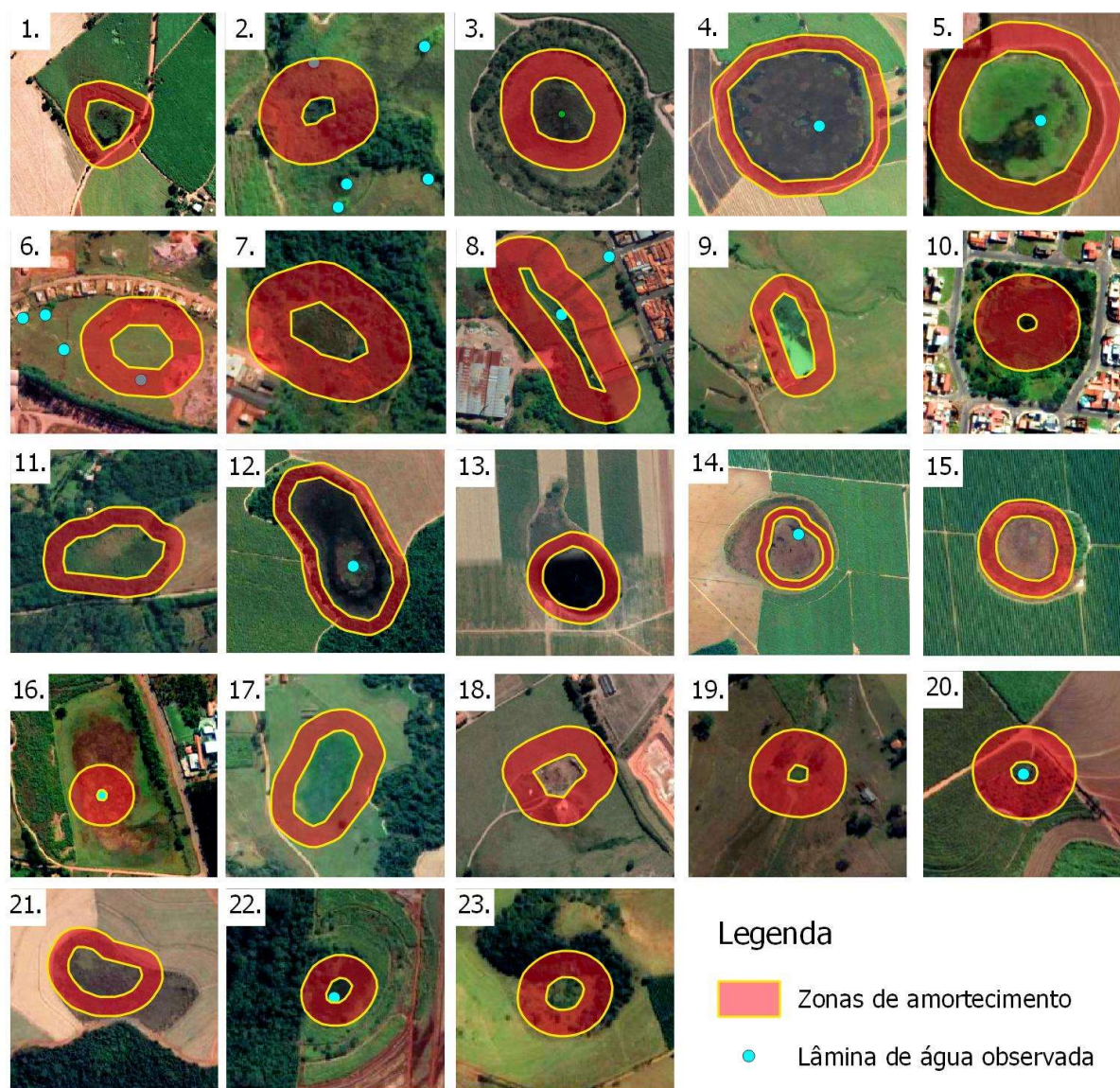
Na Figura 3 e na Tabela 1 podem ser observados os resultados obtidos de forma sintetizada:

Figura 2: Mosaico com as AUs observadas na área de estudo.



Fonte: AUTORA, 2022.

Figura 3: Mosaico com as AUs delimitadas e a representação de suas respectivas zonas de amortecimento calculada.



Fonte: AUTORA, 2022

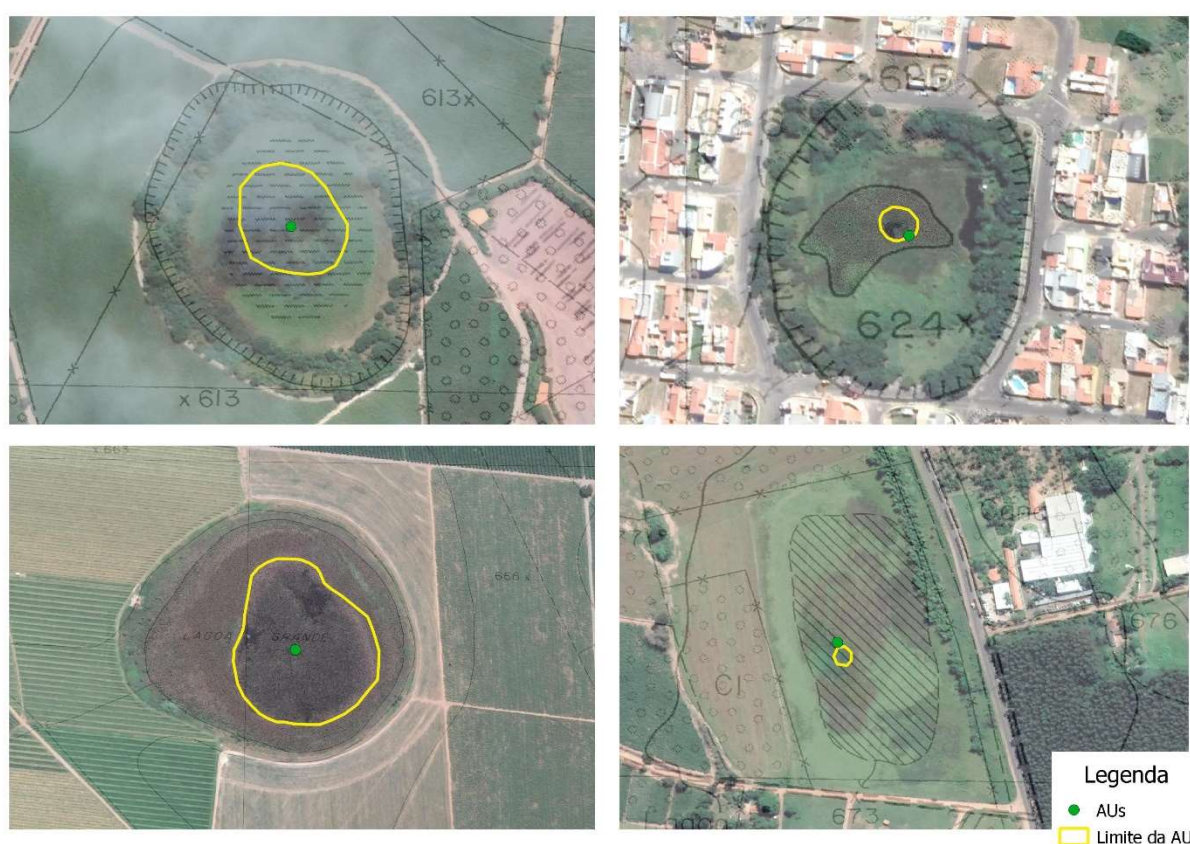
Tabela 1: Resultados obtidos através da calculadora de áreas do QGis.

Id	Localização	Área da AU (m²)	Área da Z.A proposta (m²)
1	Rio Claro	9.140,00	23.290,00
2	Rio Claro	770,00	11.520,00
3	Rio Claro	7.610,00	21.170,00
4	Rio Claro	129.790,00	66.600,00
5	Rio Claro	30.730,00	35.630,00
6	Rio Claro	5.350,00	19.020,00
7	Rio Claro	3.450,00	17.220,00
8	Rio Claro	3.460,00	27.090,00
9	Rio Claro	11.880,00	28.980,00
10	Rio Claro	300,00	9.430,00
11	Rio Claro	23.030,00	34.390,00
12	Rio Claro	79.390,00	60.420,00
13	Rio Claro	28.350,00	34.580,00
14	Rio Claro	207.890,00	82.690,00
15	Rio Claro	22.490,00	31.610,00
16	Rio Claro	230,00	9.170,00
17	Rio Claro	17.940,00	30.220,00
18	Rio Claro	3.460,00	17.080,00
19	Rio Claro	400,00	10.080,00
20	Ipeúna	1.670,00	13.510,00
21	Ipeúna	710,00	11.010,00
22	Santa Gertrudes	13.080,00	27.200,00
23	Analândia	2.740,00	15.290,00
Total		603.860,00	637.200,00

Fonte: AUTORA,2022.

Realizando a sobreposição da imagem de satélite com a carta topográfica de 1980 foi possível observar a diferença entre a delimitação e o formato original de algumas das AUs presentes na área de estudo, que tiveram reduções significativas em seus tamanhos. A mudança de forma reflete a alta vulnerabilidade deste ecossistema, causada, principalmente, pelos avanços da mineração, da urbanização e da monocultura, já que não existem limites físicos que separem as atividades antrópicas e as AUs.

Figura 4: AUS que sofreram redução de volume.



Fonte: AUTORA, 2022.

Das 23 AUs observadas na área de estudo, 13 já haviam sido catalogadas na carta topográfica de 1980, e 4 destas apresentaram redução em seu tamanho e/ou formato original. Apesar de as demais AUs não estarem visualmente afetadas, outros tipos de impacto ambiental podem estar envolvidos, - como por exemplo assoreamento, erosão hídrica, perda do estoque de carbono do solo, poluição e contaminação por agroquímicos - além de ser difícil prever os efeitos destes impactos, que podem aparecer no futuro nestas áreas, se a situação não for revertida.

As zonas de amortecimento são fundamentais para a qualidade ecossistêmica, e para a conservação das paisagens, pois impedem que efeitos da degradação que ocorre no entorno de ecossistemas frágeis sejam repercutidos em seus atributos, processos e dinâmicas internas, garantindo maior proteção ambiental. Sua ausência pode causar alterações na distribuição de espécies, no microclima, nas interações biológicas e causar mudanças nas características físicas e estruturais, prejudicando a realização dos serviços ecossistêmicos (SANTOS, 2020).

De acordo com os resultados obtidos, foi estimado que 60,38 hectares (603.860 m²) em Rio Claro são ocupados por AUs. Assim, aplicando os valores estabelecidos anteriormente (50 metros), obtemos cerca de 63,72 hectares a mais (637.200 m²) de zonas de amortecimento que devem ser estabelecidas nesta região.

Realizando uma comparação histórica, entre a carta topográfica e as imagens de satélite, foi possível observar que ocorreu uma expansão territorial das lavouras de cana de açúcar, que avançaram sobre as AUs, e possivelmente, são as responsáveis pela diminuição do volume de água e da área influenciada pela inundação. As atividades de agricultura são fundamentais para a economia da região, porém estas são realizadas com monoculturas e utilização de insumos externos (fertilizantes e agrotóxicos), e por isso são prejudiciais para as áreas de alto valor ecossistêmico que estão inseridos nos ambientes altamente antropizados.

Os dados de uso e ocupação do solo fornecidos pela MAPBiomias (2019) mostram o tamanho da área usada em atividades de mineração, e os dados obtidos pelo Censo Agropecuário IBGE (2019) mostram a área ocupada pelas lavouras de cana-de-açúcar, que são apresentados na Tabela 2, juntamente com as áreas correspondentes às AUs e suas respectivas zonas de amortecimento que devem ser estabelecidas.

Tabela 2: Dados de uso e ocupação do solo e área ocupada pelas AUs e suas respectivas zonas de amortecimento

	Analândia	Ipeúna	Rio Claro	Santa Gertrudes
Cana de Açúcar	9.600 ha	5.000 ha	15.000 ha	4.700 ha
Mineração	189 ha	66 ha	574 ha	268 ha
Áreas Úmidas	0,27 ha	1,37 ha	60,38 ha	0.167 ha
Zonas de Amortecimento	1,52 ha	3,82 ha	63,72 ha	1,13 ha

Fonte: MAPBIOMAS, 2019; CENSOAGRO, 2017; AUTORA, 2021.

Na Tabela 2 estão apresentadas as áreas, para cada município, que devem abarcar as zonas de amortecimento, e corresponde a cerca de 70,305 ha, o que pode significar uma diminuição no desempenho desses setores econômicos. Dados do IBGE (2019) mostram que, o valor monetário gerado pelas lavouras de cana-de-açúcar neste ano foi da ordem de R\$ 55.080 em Analândia, R\$ 25.260 em Ipeúna, R\$ 74.419 em Rio Claro e R\$ 22.634 em Santa Gertrudes, portanto, é preciso buscar outras atividades econômicas para repor parte dessas receitas tributárias.

O Informe Mineral do Estado de São Paulo (SECRETARIA DE ENERGIA E MINERAÇÃO, 2018) mostrou que Ipeúna gerou R\$ 98.196 de compensação financeira pela exploração de argila, Rio Claro cerca de R\$ 871,3 mil e Santa Gertrudes cerca de R\$ 338,5 mil. Não há valores para extração de argila em Analândia, porém, também incluída entre as maiores coleções do estado de São Paulo, os principais recursos explorados em Analândia são água mineral, argila e areia. Portanto, considerando os valores gerados pelas atividades econômicas, é importante encontrar outras formas de gerar recursos e aumentar a compensação financeira nessas cidades. Uma forma de incorporar valor monetário às áreas úmidas é a reabilitação da área com sistemas agroflorestais e pagamento por serviços ambientais.

3.2 Pagamento por serviços ambientais

Segundo Costa (2008), o pagamento por serviços ecossistêmicos abrange quatro tipos de ações: armazenamento de carbono, proteção da biodiversidade,

proteção dos recursos hídricos e proteção da beleza cênica, e ocorre de forma voluntária. Sendo assim, a restauração ambiental das AUs por meio da implantação de SAFs nas zonas de amortecimento completa todos os tipos de ações listadas para realizar o pagamento dos serviços ecossistêmicos da área de estudo, além de integrar os aspectos ambientais, sociais e econômicos.

Considerando os dados apresentados anteriormente, verificou-se que os ganhos econômicos a partir da comercialização de cana de açúcar no município de Rio Claro foram da ordem de R\$ 74 mil em uma área de 15 mil ha, enquanto os ganhos advindos a partir das atividades de mineração geraram R\$ 871 mil em uma área de 574 ha. Sendo assim, o valor mais alto que a terra pode apresentar nesta região é de aproximadamente R\$ 1,5 mil por hectare, que seria o valor ganho a partir da exploração mineral por unidade de terra para o ano de 2019. Multiplicando o valor obtido pela soma da área das AUs e da área de zonas de amortecimento que devem ser estabelecidas, temos um custo arredondado de recuperação de R\$ 184 mil por hectare, somente no município de Rio Claro.

Costanza et al. (1998) estimaram o valor de \$ 14.785 ha⁻¹ ano⁻¹ para serviços providos por áreas úmidas, considerando preços de mercado hipotéticos. Apesar das diferenças nos métodos de valoração, os dados nos mostram que a proposta de zonas de amortecimento de AUs deve ser útil para proteger seu enorme valor econômico, sem falar dos incomparáveis benefícios ambientais que apresentam. Sua reabilitação abrangeria o pagamento por serviços ecossistêmicos, e como pudemos observar, não despenderia tanto dinheiro quanto pode economizar. Além disso, a restauração dessas áreas também pode acarretar benefícios à produção agrícola, motivados pelo retorno do equilíbrio ambiental, ainda podendo gerar maior retorno financeiro.

3.3 Definição do modelo de SAF

Apesar dos esforços envolvidos para a consolidação de técnicas agrícolas consistentes, as bases predominantemente tecnológicas propõem soluções que camuflam os problemas de sistemas produtivos, tornando-os tão distanciados dos processos naturais que estes sistemas têm se tornado cada vez mais doentes (PRIMAVESI, 2016; ALTIERI, 2012).

De acordo com as abordagens teóricas de Altieri (1989, 1995), a disciplina científica da Agroecologia não pode ser definida apenas como uma prática ou

tecnologia agrícola, no entanto, seu estudo possibilita uma ampla compreensão dos processos biológicos dentro de um ecossistema, o que permite a aplicação de uma visão mais ecológica na agricultura.

A Agroecologia encara os agroecossistemas como unidade fundamental de estudo, onde os ciclos minerais, as transformações energéticas, os processos biológicos e as relações socioeconômicas são investigadas e analisadas em seu conjunto. Preocupa-se com a otimização do agroecossistema como um todo, o que implica em maior ênfase no conhecimento, análise e interpretação das complexas interações existentes entre as pessoas, os cultivos, os solos e os animais (ALTIERI, 1989, 1995 apud. CAPORAL; COSTABEBER, 2001, p. 9).

Sob o ponto de vista da agroecologia, portanto, a transição de modelos de agricultura produtivista convencionais, também chamada de transição agroecológica, implica em uma maior racionalização econômico-produtiva, assim como mudanças de atitudes e valores dos atores sociais envolvidos, em relação ao manejo e conservação dos recursos naturais. Podendo essa transição também ser acompanhada por progresso técnico e avanços científicos (CAPORAL; COSTABEBER, 2001).

Quadro 1: Comparativo entre agricultura convencional e agricultura agroecológica

Agricultura Convencional	Agricultura Agroecológica
Trabalho profundo com arado ou enxada rotativa	Aração mínima ou plantio direto
Solo "limpo"	Solo protegido
Solo exposto ao sol e a chuva	Plantio adensado, cobertura do solo e consorciação de espécies
Monoculturas	Biodiversidade
Perda de matéria orgânica	Ciclagem de nutrientes
Adição de fertilizantes químicos	Composto de matéria orgânica
Desmatamento	Reflorestamento
Uso indiscriminado de máquinas	Uso criterioso de máquinas

Fonte: Adaptado de PRIMAVESI, 2016.

Pode-se observar no Quadro 1 que as práticas utilizadas na agricultura agroecológica caminham em sentido oposto das práticas utilizadas na agricultura convencional. Enquanto uma se apoia na utilização intensa de tecnologias e insumos

criados no meio antrópico, a outra foca na observação e replicação dos processos naturais da forma mais simplificada possível.

Alguns princípios que devem ser aplicados para a concepção de tais sistemas, são: a ciclagem de nutrientes, o equilíbrio de nutrientes do solo, a minimização das perdas de solo, decorrentes da radiação solar, do fluxo hídrico e dos ventos, a diversificação inter e intraespécies, e o aumento das interações biológicas e sinergismos (ALTIERI, 2012).

Quadro 2: Características ecológicas e seus benefícios ambientais.

Característica ecológica	Benefício ambiental
Alta diversidade de espécies	Capacidade de minimizar o risco de perdas catastróficas em colheitas causados pelo aparecimento de pragas e/ou inimigos naturais;
Alta biomassa total	Fonte de matéria orgânica no solo, diminui o aparecimento de vegetação espontânea indesejada e a perda de solo por intempéries.
Ciclagem de nutrientes	Reduz a necessidade de insumos externos

Fonte: Adaptado de PRIMAVESI, 2016.

Para Götsch (1996), o que define a capacidade produtiva de um agroecossistema, além das qualidades químicas do solo, é a densidade e diversidade de indivíduos plantados em “fluxo de sucessão ecológica”. A chamada sucessão ecológica é um dos conceitos mais antigos da ecologia, e dá nome ao “processo ordenado de mudanças em um ecossistema, que ocorre através de modificações no ambiente físico pela comunidade biológica, que culminam na criação de um ecossistema persistente – denominado “clímax” (MIRANDA, 2009).

As espécies com ciclos de vida similares formam os grupos sucessionais. Ao interagir com o ambiente elas desempenham diferentes funções e o modificam. Plantas que duram menos tempo se desenvolvem juntamente com plantas que vivem mais tempo, e quando aquelas são podadas ou concluem seu ciclo de vida, deixam como resultado os benefícios de sua presença. Estes benefícios incluem todo o material deixado por ela no solo e os resultados das interações com outras espécies vegetais, animais e microbianas, que resultam na disponibilização de nutrientes e melhoria das condições do solo, tanto em termos de estrutura quanto de fertilidade e umidade (MICCOLIS *et al.*, 2016, p. 64).

Por isso, ao se pensar nas espécies que irão compor o sistema, foram considerados neste trabalho critérios espaciais e temporais, observando as funções ecológicas atribuídas aos organismos ao longo do tempo em que o novo ecossistema se consolidará.

MICCOLIS *et al.* (2016) apresentam mais de um tipo de SAF, dos quais podemos citar: os simples, que utilizam pouca diversidade de espécies e são mais focados em culturas específicas, visando a otimização da produção e geração de renda e/ou benefícios, como é o caso dos sistemas agrossilvipastoris; e os biodiversos (ou sucessionais), que são projetados com grande porte florestal, de forma similar aos ecossistemas pouco alterados, visando a maior diversidade de espécies possível e tornando mais complexa as dinâmicas de manejo e produção. Considerando que a recuperação ambiental está associada a uma visão mais conservacionista, são sugeridos os SAFs sucessionais para esses contextos, permitindo a inclusão do ser humano no processo de regeneração natural, visto que a análise de experiências compartilhadas no âmbito do conhecimento agroecológico mostra que o fator que torna alguns SAFs mais sucedidos é a eficiência do manejo que está sendo realizado, vislumbrando os aspectos específicos que cada localidade apresenta e com isso as suas exigências de manejo (MICCOLIS *et al.*, 2016).

Para fins de planejamento, a implantação de um SAF pode ser precedida da criação de um desenho ilustrativo do modelo escolhido; a seguir serão descritos os elementos principais para uma boa elaboração do mesmo.

3.3.1 *Elementos do desenho*

O desenho de um sistema agroecológico consiste em um projeto de layout, contendo a distribuição das espécies a serem alocadas no espaço-tempo dentro de uma área específica (MICCOLIS *et al.*, 2016). O desenho é parte fundamental da escolha das espécies, pois é preciso considerar que cada espécie vai realizar uma função diferente dentro sistema, e essas funções deverão ser distribuídas da melhor forma para que o ecossistema consiga se reestabelecer.

Os elementos a serem considerados para elaboração do desenho dependem de características da área, como: sua **função socioambiental**, a incidência de **energia solar**, a disponibilidade de **água**, as condições do **solo**, a direção dos **ventos**, e a **logística** para realização do manejo.

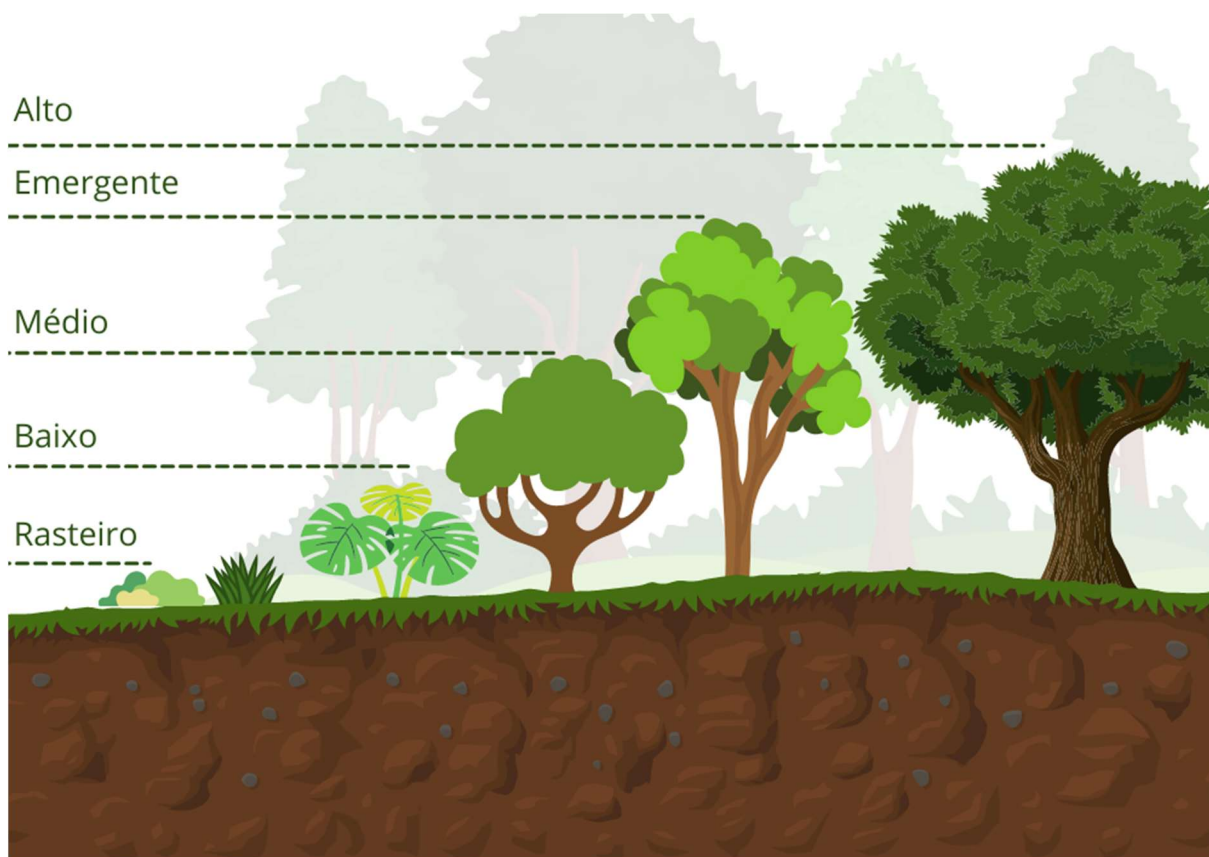
No caso das ZAs das AUs, a sua função ambiental é restrita e diretamente relacionada à conservação; por ser considerada um tipo de APP, todas as operações de manejo deverão ser escolhidas pelo menor fator de impacto ambiental, e as espécies deverão priorizar a recomposição da fauna nativa da região (MICCOLIS *et al.*, 2016). Quanto à função social, deverá ser observado o uso e ocupação do solo em cada caso, observando-se o entorno da área em que a AU está inserida, devendo priorizar aspirações da população residente ou dos proprietários da terra, que fazem uso direto ou indireto da área, além de obedecer às normas de utilização pré-estabelecidas pelo órgão ambiental regulamentador.

A incidência de luz solar e a disponibilidade de água devem ser observadas como fatores limitantes para o desenvolvimento do SAF, afinal serão as principais fontes de energia do sistema. Enquanto a direção dos ventos ajudará na alocação das espécies a serem utilizadas como quebra-vento, e a logística de manejo definirá os distanciamentos necessários entre as plantas e entre linhas (ou entre canteiros).

O tipo de plantio a ser considerado na implantação de SAFs visando a recuperação de uma área é definido como plantio adensado de sementes e mudas (MICCOLIS *et al.*, 2016), no qual é realizado o plantio de sementes e mudas ao mesmo tempo, com pouco distanciamento entre si, priorizando alguns aspectos, como: a maior diversidade de espécies possível, a realização de consórcios, e o planejamento correto da sucessão natural e a ocupação dos **estratos vegetais**.

Estratos vegetais referem-se à sua altura em relação às outras plantas e necessidades que a espécie tem de receber luz do sol quando adulta. Quando diferentes espécies de diferentes estratos são combinadas, otimiza-se a ocupação do espaço e permite-se o melhor aproveitamento dos recursos (MICCOLIS *et al.*, 2016, p. 64).

Figura 5: Modelo ilustrativo da concepção de estratos vegetais



Fonte: AUTORA, 2022.

Os **consórcios** são uma ferramenta que contribuem positivamente neste tipo de sistema, pois possibilitam a alocação de duas ou mais espécies em uma mesma área ao mesmo tempo. São utilizadas, preferencialmente, espécies que não competem por nutrientes entre si, e ainda, espécies que podem ser “companheiras”, podendo gerar efeitos benéficos umas às outras, replicando o que geralmente ocorre em ecossistemas naturais.

Recomenda-se, também, a escolha de um **quebra-vento** para a área, que se trata de uma barreira vegetal usada para proteção do solo contra os ventos fortes. Dentre as vantagens da utilização de quebra-ventos, pode-se citar: a manutenção da umidade do solo, redução das variações abruptas de temperatura na área de plantação, aumento do rendimento das plantas, e redução do ataque de pragas e doenças (MEIRA; LEITE; MOREIRA, 2016).

Periodicamente deverão ocorrer revisões dos termos do desenho, afinal, serão observadas a adaptação das espécies no sistema implantado, e o aparecimento de novas condições agroclimáticas neste ambiente. Podendo comparar os resultados obtidos com os objetivos esperados, para manter o fluxo de aprimoramento do

ecossistema restaurado, e garantir que a área não seja abandonada e fique suscetível à novas condições de degradação.

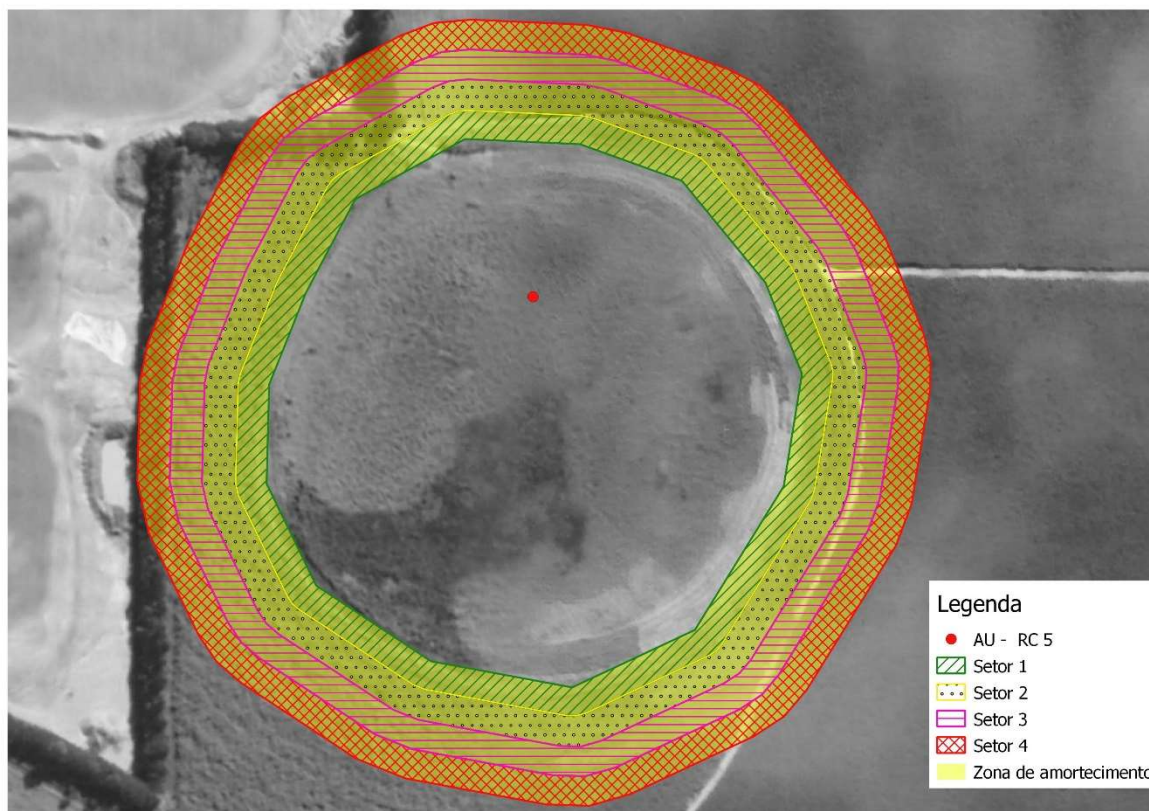
3.3.2 *Seleção das espécies*

Além do diagnóstico das condições ambientais da área, deve-se observar as aspirações sociais e econômicas em torno da área. Levando em conta que o projeto possui custos de implantação, e necessita de um investimento financeiro inicial, esses fatores garantirão a melhor seleção de espécies para a agrofloresta, ajudando a alcançar o êxito do projeto (CHEW, 1989).

Com intuito de facilitar a seleção das espécies, foi proposto neste trabalho a divisão da área total que se refere à zona de amortecimento de uma A.U. em quatro setores, ao longo do raio de 50 metros, igualmente espaçados (ou seja, cada setor contendo um raio aproximado de 12,5 metros).

Os setores levam em consideração as diferentes condições hidromórficas observadas no solo ao longo da área em que o SAF deverá ser implantado, considerando o fato de que as regiões mais próximas do corpo d'água apresentam mais umidade, enquanto as regiões mais distantes podem apresentar menos umidade, e conseqüentemente oferecem melhores condições hídricas e de solo para o desenvolvimento das plantas.

Figura 6: Mapa ilustrativo da divisão dos setores



Fonte: AUTORA, 2021.

Sendo assim, as espécies arbóreas mais exigentes (em questão de nutrientes) devem ser alocadas nos setores mais distantes da área inundada, enquanto os setores mais próximos e mais influenciados pelos pulsos de inundação podem ser ocupados por espécies características de áreas úmidas, que são mais adaptadas às condições de solos alagados.

Na tabela 3 foram listadas algumas espécies sugeridas para a recuperação das AUs localizadas na área de estudo deste projeto, além de apresentar as características que devem ser observadas durante a seleção de espécies em projetos de recuperação de AUs, são essas: o ciclo de vida da espécie, sua altura, seus usos, e a sua ocorrência. Tais pontos são importantes para gerar uma previsão de cenário futuro da área então recuperada, além de alinhar as características e função de cada espécie com os objetivos que são almejados, por exemplo, árvores altas geram sombras que podem prejudicar o crescimento de espécies exigentes por luminosidade.

Tabela 3: Sugestões de espécies para serem alocadas na área de estudo

Espécie	Ciclo	Altura (m)	Uso social	Alocação	Ocorrência
<i>Persea venosa</i>	-	-	Atrativo de aves	Setor 1	Sudeste BR
<i>Rapanea guianensis Aubl.</i>	Médio	6,0 - 12,0	Composição da paisagem	Setor 1	Bacia do Corumbataí
<i>Lobelia exaltata</i>	-	1,5 – 3,5	Medicinal	Setor 1	Analândia
<i>Siphocampylus sulfureus</i>	-	1,0 - 2,0	Composição da paisagem	Setor 1	Analândia
<i>Tapirira guianensis Aubl.</i>	Curto	8,0 – 20,0	Composição da paisagem	Setor 2	Bacia do Corumbataí
<i>Xanthosoma sagittifolium (L.) Schott</i>	Curto	0,5 – 2,0	PANC	Setor 2	Nativa
<i>Costus spicatus Jacq.</i>	Curto	1,0 – 2,0	Medicinal	Setor 2	Nativa
<i>Syngonanthus caulescens</i>	-	até 30	Artesanato	Setor 2	Analândia
<i>Dalbergia miscolobium Benth.</i>	Longo	até 20	Composição da paisagem	Setor 2	Cerrado
<i>Zingiber officinale Roscoe</i>	Curto	até 1,5	Medicinal	Setor 3	Exótica
<i>Roupala montana var.</i>	Longo	até 30	Móveis	Setor 3	Cerrado
<i>Inga marginata willd.</i>	Curto	até 30	Lenha	Setor 4	Bacia do Corumbataí
<i>Hymenaea courbaril L.</i>	Longo	até 45	Construção civil	Setor 4	Cerrado

Fontes: CENTRO DE ANÁLISE E PLANEJAMENTO AMBIENTAL (CEAPLA), 2021; CAMPOS FILHO, 2015.

Durante a seleção das espécies é muito pertinente observar o potencial invasor das espécies que serão alocadas, uma vez que espécies invasoras podem vir a tomar espaço de regeneração da vegetação nativa, ou até mesmo, consumir os nutrientes do solo de forma excessiva, inibindo o crescimento das demais espécies (MICCOLIS *et al.*, 2016). Caso sejam utilizadas espécies com potencial invasor, os ciclos de manejo devem ser seguidos de forma rigorosa.

Outras características desejáveis para amparar a seleção das espécies são a alta produção de biomassa e uma boa resposta de poda, que facilitam a ciclagem de nutrientes. Além disso, espécies que realizam perda de folhas em época específica,

permitem boa convivência com as demais espécies ao liberar luminosidade para outras plantas, outras contribuem com sombreamento e outras possuem boa capacidade de rebrota, gerando produção de biomassa de maneira contínua.

Uma técnica essencial para o desenvolvimento de novas espécies nos sistemas agroflorestais é a **adubação verde**, na qual são utilizadas plantas que contribuem com a produção de biomassa de alta qualidade para serem podadas e utilizadas na cobertura de solo. Alguns dos exemplos mais comuns de espécies utilizadas nessa técnica são: feijões (de porco, andu, entre outros), crotalária, mucuna, mamona, margaridão. Considerando ainda, que diversas AUs localizadas nesta área de estudo estão alocadas próximas a plantações, poderia ser vislumbrada a utilização da biomassa produzida nos sistemas agroflorestais implantados nas zonas de amortecimento dentro da mesma propriedade, podendo assim diminuir relativamente a necessidade de insumos externos nessa região.

Além da seleção de espécies para recomposição ambiental, têm-se a possibilidade de utilização de culturas agrícolas, visando a geração de renda ou consumo dos próprios produtores. Os sistemas agroflorestais voltados para a produção de alimentos são classificados como agrossilvipastoris e apresentam um leque de técnicas a serem utilizadas para aumentar a produtividade das plantas por meio de incentivos do manejo agroecológico. Como citado anteriormente, algumas das AUs observadas neste estudo estão localizadas na zona urbana do município de rio claro, e estão próximas de comunidade humanas, que poderiam se beneficiar da produção de alimentos e ainda auxiliar na proteção dessas áreas naturais que estão suscetíveis a degradação.

3.3.3 *Práticas do manejo agroecológico*

O manejo de um SAF deve atuar em prol da manutenção de um ambiente equilibrado (nos meios físico, químico e biológico), da: fertilidade do solo ocasionada pelos processos biológicos, da geração de rendimentos (no caso de interesses produtivos), e da regulação natural de pragas (GLIESSMAN, 1998 apud ALTIERI, ANO?); de modo a intensificar todas as características ecológicas benéficas para os ecossistemas, e que foram citadas no Quadro 2.

A **roçagem** é a técnica de corte das plantas que servirão de adubação para o solo, como por exemplo capins, ou outras plantas que produzem grande quantidade

de biomassa em pouco tempo como forma de incentivo para a ciclagem de nutrientes, através da realização manual ou pelo uso de máquinas próprias de roçagem. Destaca-se que as espécies de regeneração natural devem ser poupadas deste manejo (MICCOLIS et al., 2016).

Capina seletiva é a retirada de plantas herbáceas e espontâneas que surgem na área, mas não possuem uma função ambiental definida e se encontram muito próximas das mudas em crescimento, podendo vir a competir por nutrientes com as mudas e atrapalhar o desenvolvimento do sistema. É uma técnica delicada, normalmente realizada através do uso de uma tesoura de poda, facão ou a própria mão (MICCOLIS et al., 2016).

Desbaste ou raleio é a técnica de seleção dos indivíduos mais vigorosos, nos casos em que o plantio foi realizado de maneira adensada, e as copas das espécies que ocupam o mesmo estrato começam a se sobrepor e gerar competição por luminosidade (MICCOLIS et al., 2016). Realizando esse tipo de manejo otimiza-se o crescimento das plantas, que poderia demorar mais em situação de abandono, e direciona o sistema para a sua condição ambiental mais favorável, ou seja, o clímax.

A **poda de árvores** é uma atividade essencial em SAFs sucessionais. Cada planta possui uma função diferente na área em relação ao tempo do desenvolvimento do sistema, as plantas que dominam as fases iniciais do sistema, ao longo do tempo, devem abrir espaço para as plantas que permanecerão nas fases de clímax. Por isso, a poda das árvores deve ser realizada de modo a favorecer a luminosidade para as plantas que precisam desta, enquanto favorece a sombra para as plantas que a preferem.

No Quadro 3 é possível observar as fases da implantação do SAF para recuperação em que estão situadas as atividades de manejo apresentadas anteriormente. Pode-se observar que, após a passagem do tempo, a necessidade de manejo antrópico vai diminuindo, pois, o sistema regenerado tende a se tornar complexo e autossuficiente, onde cada indivíduo terá seu papel assim como em um ecossistema natural.

Quadro 3: Distribuição das atividades de manejo ao longo das fases de implantação de um SAF para recuperação.

Atividade de manejo	3 meses	6 meses	1 ano	5 anos	10 anos
Capina Seletiva	X	X	X		
Poda de árvores			X	X	X
Roçagem	X	X	X		
Desbaste	X	X	X		

Fonte: AUTORA, 2022.

3.4 Segurança alimentar e recuperação de áreas degradadas

O conceito de segurança alimentar surgiu na Europa durante o século XX, partindo da ideia de que cada país deveria ser capaz de gerar alimentos suficientes para o sustento de toda sua população. Ao longo do tempo, após a criação da FAO e a realização de conferências internacionais sobre alimentação, surgiram diversas políticas mundiais em prol da segurança alimentar, limitando o entendimento desse termo sob a perspectiva da quantidade de alimentos que eram produzidos. Assim, após a Revolução Verde, quando o aumento da produtividade agrícola foi capaz de gerar excedentes, observou-se que o problema alimentar não se tratava somente da quantidade de alimentos que eram produzidos (MACHADO; SPERANDIO, 2020). Desta forma, o termo foi obtendo novos entendimentos, se tornando mais complexo e tomando a forma como é conhecido atualmente: como segurança alimentar e nutricional.

Segundo as definições adotadas atualmente pela FAO, os pilares da segurança alimentar e nutricional são: a disponibilidade de alimentos, - que deve ser a oferta da quantidade adequada de alimentos para atender a população, tendo como referência o nível de consumo que seria adequado de forma geral - a estabilidade no suprimento de alimentos, - que é a garantia de que o acesso aos alimentos seja regular e contínuo - o acesso à alimentos, - que garante a todos a capacidade de obter seu próprio alimento de forma aceitável - e a garantia da utilização do alimento - que se relaciona com as condições de saneamento básico oferecidas pelas nações, como forma de garantir a segurança em níveis microbiológicos e químicos (DIDONET, 2015).

Todavia, tornou-se cultural a padronização dos hábitos alimentares de forma global, como podemos observar através da popularização das franquias de grandes redes de *fast food* e dos alimentos ultraprocessados. Parte da população que se importa com alimentação equilibrada, se preocupa com o fato dos alimentos industrializados serem compostos, principalmente, por: gorduras, açúcares, óleos, conservantes, antioxidantes e agrotóxicos (ANDRADE, 2020). Este fato causa, cada vez mais, o distanciamento dos hábitos culturais alimentares específicos de cada localidade, e dos hábitos saudáveis de alimentação.

Com o consumo padronizado, o modelo de produção agrícola convencional é diretamente favorecido, apesar de ser o principal causador de prejuízos à saúde humana e ao meio ambiente (MACHADO; SPERANDIO, 2020), visto que a agricultura intensiva faz uso exacerbado de insumos químicos derivados do petróleo, além de possuir uma demanda muito elevada de água (PEREIRA; SANTANA; TIBIRIÇÁ, 2020).

Além disso, a solução de combate aos “inimigos naturais” através do uso defensivos químicos, convencionalmente utilizada nos grandes latifúndios brasileiros, é ineficaz, pois não busca compreender quais problemas são motivadores para o aparecimento dos inimigos naturais em uma lavoura, e visa apenas combatê-los da forma mais rápida possível, enquanto, a verdadeira causa – que seria a necessidade de melhoria das condições do solo – permanece (PRIMAVESI, 2016). Com isso, pouco se investe na melhoria da nutrição vegetal, e a qualidade dos alimentos advindos desse método de produção é reduzida se comparada com os alimentos produzidos em sistemas agroecológicos.

Quando nos referimos à alimentação de qualidade, surge uma série de questões a serem analisadas. Uma parte da população brasileira não tem acesso a uma alimentação de qualidade, isso se justifica pela falta de acesso a uma renda suficiente para adquirir esses alimentos, além de ser associada ao pouco conhecimento de nutrição para fazer melhores escolhas (ANDRADE, 2020, p. 41).

Apesar de grande parte da população pobre estar localizada em ambientes rurais, estas possuem pouco ou nenhum acesso a terras agrícolas produtivas. Sabe-se que 90% dos agricultores de países desenvolvidos cultivam com menos de 2 hectares (PEREIRA; SANTANA; TIBIRIÇÁ, 2020), ou seja, o tamanho da propriedade é apenas uma forma de acumulação capitalista, uma vez que a maior parte dos alimentos consumidos diariamente advém dos pequenos agricultores, já que os

grandes produtores não produzem alimentos para serem consumidos in natura, mas para serem utilizados na fabricação de produtos industrializados.

Sabe-se atualmente que pequenas propriedades diversificada apresentam maior produtividade por área se comparadas à grandes propriedades de monoculturas (TSCHARNTKE et al., 2012 apud. PEREIRA; SANTANA; TIBIRIÇÁ, 2020). Porém, uma das principais dificuldades da agricultura agroecológica é a concorrência com a indústria de alimentos.

A produção agroecológica depende de manejo intenso e contínuo para a criação de um tipo de resiliência do sistema, para garantir uma boa capacidade de produção a longo prazo, ao passo que, na exploração agrícola convencional, através da maximização da produção e uso intensivo de máquinas e insumos externos, o rendimento produtivo é reduzido para curto prazo. Isso aumenta a insegurança de muitos agricultores que estão iniciando uma transição agroecológica, tendo em vista a sua dependência financeira na comercialização dos produtos. Além disso, também ocorre um baixo nível de organização dos agricultores familiares como categoria, que acabam se isolando, quando a criação de sindicatos e cooperativas poderiam facilitar o acesso dos mesmo às feiras de comercialização, às políticas públicas voltadas para a produção de alimentos agroecológicos, e à troca de conhecimentos técnicos sobre o manejo dos sistemas produtivos (PEREIRA; SANTANA; TIBIRIÇÁ, 2020).

Apesar do avanço do conhecimento teórico a respeito dos benefícios da produção de alimentos agroecológicos, necessita-se também de uma maior conscientização do mercado consumidor, que deve priorizar o senso de cuidado com a saúde, modificando os hábitos de consumo que foram socialmente instaurados, como por exemplo, consumindo os alimentos dentro do período de produção, que ocorre, pois, cada planta frutifica em uma época específica do ano (PEREIRA; SANTANA; TIBIRIÇÁ, 2020).

4 CONCLUSÃO

Os SAFs podem ser considerados uma alternativa muito viável para reparar a degradação ambiental causada pelo consumo desenfreado dos recursos naturais. Uma opção que visa conciliar a interferência humana na natureza, de forma que a ação antrópica amplifique os processos naturais a seu favor, sem deteriorar a dinâmica interna dos ecossistemas. Uma adaptação extremamente necessária nos tempos atuais, pois seria praticamente impossível, devido a densidade populacional, suprir a existência de tantos indivíduos com a quantidade limitada de recursos que a natureza é capaz de oferecer.

Como foi visto, os SAFs são habilitados para promover a proteção ambiental das AUs, diminuir os riscos de degradação e de perda completa desses ecossistemas. Podem garantir a qualidade dos corpos d'água, funcionando como uma barreira física no entorno das áreas alagadas, além de assegurar a disponibilidade de recursos hídricos para as gerações futuras. Reduzem os impactos ambientais advindos das explorações agrícola, mineral e do avanço da urbanização. Servem como habitat para as espécies da fauna local, podendo atrair novas espécies e proteger as que estão ameaçadas de extinção. São motivadores do uso funcional da biodiversidade, sendo capazes de explorar produtos florestais de maneira ecologicamente viável, além de contribuir na manutenção da produtividade de alimentos básicos para consumo. E podem ser considerados como um tipo de recuperação ambiental bastante conservacionista, já que respeitam os processos naturais da área em que estão sendo implantados.

Realizam o armazenamento de carbono, a proteção da biodiversidade, a proteção dos recursos hídricos, e a harmonização paisagística. Abrangendo assim, todas as ações que caracterizam o pagamento por serviços ecossistêmicos, como descreve Costa (2008).

No quadro abaixo, pode-se observar algumas características estruturais e funcionais dos agroecossistemas se comparados com os ecossistemas naturais.

Quadro 4: Comparação de estruturas e funções entre Agroecossistemas e Ecossistemas Naturais

Características	Agroecossistema	Ecossistema Natural
Produtividade líquida	Alta	Média
Cadeias tróficas	Simples, lineares	Complexas
Diversidade de espécies	Média	Alta
Diversidade genética	Média	Alta
Ciclos minerais	Abertos	Fechados
Estabilidade	Baixa	Alta
Entropia	Alta	Baixa
Controle humano	Definido	Desnecessário
Permanência temporal	Curta	Longa
Heterogeneidade de habitat	Simples	Complexa

Fonte: Adaptado de ALTIERI (2012).

Certamente, os SAFs possuem um acúmulo de entropia bem maior que os ecossistemas não alterados, isso porque dependem da ação humana para alcançarem um tipo de equilíbrio ambiental. A principal vantagem é que os SAFs são ambientes passíveis de expansão, o que pode motivar, numa perspectiva de longo prazo, o crescimento das áreas verdes, juntamente com um aumento da conservação ambiental. Sendo possível utilizar os SAFs como alternativa antecedente à regeneração natural de áreas degradadas, utilizando-os para melhorar as condições do solo, da disponibilidade de água e outros fatores que são limitantes para a regeneração dos ecossistemas mais fragilizados.

Por fim, no caso da Bacia do Rio Corumbataí, pode-se considerar a partir do que foi apresentado anteriormente que há viabilidade econômica favorável na utilização dos SAFs como forma de recuperação ambiental das 23 AUs que foram levantadas neste estudo.

5 REFERÊNCIAS

AGÊNCIA PCJ. **Relatório da situação dos recursos hídricos 2018**. Piracicaba, Brasil, 2018. Disponível em: <https://agencia.baciaspcj.org.br/docs/relatorios/relatorio-situacao-2018/relatorio-situacao-2018.pdf>. Acesso em: 03 de fev. 2021.

ALMEIDA, F.F.M. **Fundamentos geológicos do relevo paulista**. São Paulo: Instituto Geográfico e Geológico, Geologia do Estado de São Paulo, p. 167-263 (Boletim, 41), 1964.

ALTIERI, M. A. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável**. 3. ed. São Paulo: Expressão Popular, 2012.

ALVES, L. M. **Sistemas Agroflorestais na restauração de ambientes degradados. Juiz de Fora**. Jun., 2009. 1 Material didático apresentado para conclusão da disciplina de 'estágio em docência'. Disponível em: <https://www.ufjf.br/ecologia/files/2009/11/Estagio-Docencia-LUCIANA.pdf> Acesso em: 14 out. 2020.

ANDRADE, S. L. L. S. Desafios para a promoção da segurança alimentar e nutricional frente a agricultura convencional, o papel da agroecologia na melhoria deste cenário. *In*: MORAIS, D. C. et. al. **Atualizações e debates sobre segurança alimentar e nutricional**. Viçosa (MG): UFV, 2020. Disponível em: <https://www.cfn.org.br/wp-content/uploads/2021/02/Ebook-Atualiza%C3%A7%C3%B5es-e-debates-sobre-Seguran%C3%A7a-Alimentar-e-Nutricional-1.pdf>. Acesso em 15 fev. 2022.

BRASIL. **Decreto nº 1.905, de 16 de maio de 1996**. Promulga a Convenção sobre zonas úmidas de importância internacional [...]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1996/d1905.htm. Acesso em: 03 de fev. 2021.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Acesso em 04 de fev. 2021.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Portaria nº 445, de 27 de novembro de 2018**. Dispõe sobre a Estratégia de Conservação e uso Sustentável das Zonas Úmidas no Brasil. Diário Oficial da União, Brasília, v. 230, n. 1, p. 222, 2018. Disponível em: https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/52752994. Acesso em: 03 fev. 2021.

BRASIL. **Decreto nº 10.141, de 28 de novembro de 2019**. Institui o Comitê Nacional de Zonas Úmidas. Disponível: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/decreto/D10141.htm. Acesso em: 03 de fev. 2021.

CAMPOS FILHOS, E. M. **Guia de árvores com valor econômico**. São Paulo: Agroicone, 2015. Disponível em: https://www.inputbrasil.org/wp-content/uploads/2015/11/Guia_de_arvores_com_valor_economico_Agroicone.pdf. Acesso em: 13 dez. 2021.

CAPORAL, Francisco Roberto; COSTABEBER, José Antônio. Agroecologia e sustentabilidade. Base conceptual para uma nova Extensão Rural. In: **World Congress of Rural Sociology**, p. 114-123, 2001. Disponível em: <http://coral.ufsm.br/desenvolvimentorural/textos/13.pdf>. Acesso em 23 fev. 2022.

CENTRO DE ANÁLISE E PLANEJAMENTO AMBIENTAL (CEAPLA). **Atlas ambiental da bacia do Rio Corumbataí**. [S.l.]. 2020. Disponível em: https://www.rc.unesp.br/igce/ceapla/atlasv3/apa_corumbatai.php. Acesso em: 27 out. 2020.

CEPAGRI. UNICAMP, Campinas, 2013.

CHEW, S. T. Agroforestry projects for small farmers: a project manager's reference. U.S. **Agency for International Development**, jan. 1989. Disponível em: <https://www.doc-developpement-durable.org/file/Culture/Fertilisation-des-Terres-et-des-Sols/agroforestrie/AgroforestryProjectsForSmallFarmers.pdf>. Acesso em 29 nov. 2021.

COMITÊS PCJ. **Estatuto do CBH-PCJ**. [S.l.]. 2020. Disponível em: <https://www.comitespcj.org.br/>. Acesso em: 27 out. 2020.

CORVALÁN, S. B. **Zoneamento ambiental da APA Corumbataí (SP) de acordo com critérios de vulnerabilidade ambiental**. 2009. Tese de doutorado – Universidade Estadual Paulista 'Júlio de Mesquita Filho', Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro (SP), 2009.

COSTA, R. C. **Pagamentos por serviços ambientais: limites e oportunidades para o desenvolvimento sustentável da agricultura familiar na Amazônia brasileira**. 2008. Tese (Doutorado) -Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

COSTABEBER, J. A. **Acción colectiva y procesos de transición agroecológica en Rio Grande do Sul, Brasil**. Córdoba, 1998. 422p. (Tese de Doutorado) Programa de Doutorado em Agroecologia, Campesinato e Historia, ISEC-ETSIAN, Universidade de Córdoba, Espanha, 1998.

COSTANZA, R.; et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Ecological Economics**, [S.l.], v. 25, n. 1, p. 3-15, abr., 1998. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(98\)00020-2](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(98)00020-2). Acesso em 13 out. 2020.

DIDONET, A. D. **Sistemas agroflorestais: segurança alimentar, produtos e serviços associados**. 1. ed. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2015.

FARLEY, J. COSTANZA, R. Payments for ecosystem services: from local to global. **Ecological Economics**, v. 69, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2010.06.010>. Acesso em 21 fev. 2022.

GÖTSCH, E. **O renascer da agricultura**. 2. ed. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1996, 24 p.

FAO (Organização das Nações Unidas para Alimentação e a Agricultura). **O estado da insegurança alimentar no mundo 2014** (resumo). [S.l.]. 2014. Disponível em: <http://www.fao.org/3/i4037pt/i4037pt.pdf>. Acesso em 14 out. 2020.

FEIDEN, A. Agroecologia: introdução e conceitos. *In*: AQUINO, A. M. de; ASSIM, R. L. **Agroecologia: princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável**. 1. ed. Brasília (DF): Embrapa Informação Tecnológica; Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2005. p. 50-70. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/recursos/AgrobCap2ID-upGSXszUrp.pdf>. Acesso em 2 out. 2020.

FINLAYSON, C. M. Forty years of wetland conservation and wise use. **Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems**, [S. l.], v. 22, n. 2, p. 139–143, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/aqc.2233>. Acesso em: 11 out. 2020.

FINLAYSON, M.; et al. The Ramsar Convention and Ecosystem-Based Approaches to the Wise Use and Sustainable Development of Wetlands. **Journal of International Wildlife Law and Policy**, [S.l.], v. 14, n. 3, p. 176-198, dez. 2011. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/13880292.2011.626704> Acesso em: 14 out. 2020.

GOMES, C. S. **Bases teórico-conceituais e subsídios para a classificação hidrogeomorfológica das áreas úmidas em Minas Gerais**. Dissertação (mestrado) – Departamento de Geografia – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2017.

GOMES, C. S.; MAGALHÃES JUNIOR, A. P. Aparato conceitual sobre áreas úmidas (Wetlands) no Brasil: desafios e opiniões de especialistas. **Boletim Goiano de Geografia**, [S.l.], v. 37, n. 3, p. 484-508, dez. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.5216/bgg.v37i3.50767>. Acesso em: 13 out. 2020.

GOSAIN, A. K., RAO, S., BASURAY, D. Climate change impact assessment on hydrology of Indian river basins. **Current Science Association**, [S.l.], v. 90, n. 3, p. 346-353, fev. 2006. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/24091868>. Acesso em: 14 out. 2020.

IBGE. **Atlas do censo de 2010**. [S.l.], 2010. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/apps/atlas/#/home>. Acesso em 01 mar. 2022.

JUNK, W. J.; et al. Brazilian wetlands: their definition, delineation, and classification for research, sustainable management, and protection. **Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems**, v. 24, n. 1, p. 5-22, fev., 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/aqc.2386>. Acesso em: 11 out. 2020.

JUNK, W. J.; et al. Current state of knowledge regarding the world's wetlands and their future under global climate change: a synthesis. **Aquatic Sciences**, v. 75, p. 151-167, out. 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00027-012-0278-z>. Acesso em: 11 out. 2020.

MACHADO, J. C.; SPERANDIO, N. Introdução à segurança alimentar e nutricional. In: MORAIS, D. C. et. al. **Atualizações e debates sobre segurança alimentar e nutricional**. Viçosa (MG): UFV, 2020. Disponível em: <https://www.cfn.org.br/wp-content/uploads/2021/02/Ebook-Atualiza%C3%A7%C3%B5es-e-debates-sobre-Seguran%C3%A7a-Alimentar-e-Nutricional-1.pdf>. Acesso em 15 fev. 2022.

MEIRA, A. L.; LEITE, C. D.; MOREIRA, V. R. R. **Fichas Agroecológicas: práticas conservacionistas – quebra-vento**. Coordenação de Agroecologia: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2016. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/organicos/fichas-agroecologicas/arquivos-praticas-conservacionistas/2-quebra-vento.pdf>. Acesso em 24 jan. 2022.

MICCOLIS, A.; et al. **Restauração ecológica com Sistemas Agroflorestais: Como conciliar conservação com produção – opções para Cerrado e Caatinga**. 1. ed. Brasília (DF): Instituto Sociedade, População e Natureza (ISPAN) e Centro Internacional de Pesquisa Agroflorestal (ICRAF), 2016. 1 Guia técnico.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA); MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO (MDA). **Plano setorial de mitigação e de adaptação às mudanças climáticas para a consolidação de uma economia de baixa emissão de carbono na agricultura: plano ABC (agricultura de baixa emissão de carbono)**. Brasília (DF): MAPA/MDA, 2012. Disponível em: https://www.mma.gov.br/images/arquivo/80076/Plano_ABC_VERSAO_FINAL_13jan2012.pdf. Acesso em 15 out. 2020.

MIRANDA, J. C. Sucessão ecológica: Conceitos, modelos e perspectivas. **SaBios: Revista Saúde e Biologia**, v. 4, p. 31- 37, 2009. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/279410961>. Acesso em: 29 nov. 2021.

MISRA, A. K. Climate change and challenges of water and food security. **International Journal of Sustainable Built Environment**, [S.l.], v. 3, n. 1, p. 153-165, jun. 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijbsbe.2014.04.006>. Acesso em: 14 out 2020.

MITSCH, W. J.; BERNAL, B.; HERNANDEZ, M. E. Ecosystem services of wetlands. **International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management**, [S.l.], v. 11, n. 1, p. 1-4, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/21513732.2015.1006250>. Acesso em: 13 out. 2020.

NAÇÕES UNIDAS. **Marco de parceria das Nações Unidas para o desenvolvimento sustentável 2017-2021**. Brasília, 2016. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/node/52529>. Acesso em: 13 out. 2020.

PALUDO, R.; COSTABEBER, J. A. Sistemas agroflorestais como estratégia de desenvolvimento rural em diferentes biomas brasileiros. **Revista Brasileira de Agroecologia**, [Dois Vizinhos – PR], v. 7, n. 2, p. 63-76, set. 2012. Disponível em: https://orgprints.org/22937/1/Paludo_Sistemas%20agroflorestais.pdf. Acesso em: 05 out. 2020.

PEREIRA, A. J.; SANTANA, F. C.; TIBIRIÇÁ, A. R. V. Tipos de produção, comercialização e dificuldades da produção agroecológica. In: MORAIS, D. C. et al. **Atualizações e debates sobre segurança alimentar e nutricional**. Viçosa (MG): UFV, 2020. Disponível em: <https://www.cfn.org.br/wp-content/uploads/2021/02/Ebook-Atualiza%C3%A7%C3%B5es-e-debates-sobre-Seguran%C3%A7a-Alimentar-e-Nutricional-1.pdf>. Acesso em 15 fev. 2022.

PRIMAVESI, A. **Manual do solo vivo: solo sadio, planta sadia, ser humano sadio**. 2. Ed. São Paulo: Expressão Popular, 2016. 205 p.

RAMSAR CONVENTION SECRETARIAT. **The fourth Ramsar strategic plan 2016-2024**. Suíça: Ramsar Secretariat, 5. ed., v. 2, 2016. Disponível em: <https://www.ramsar.org/document/the-fourth-ramsar-strategic-plan-2016-2024>. Acesso em: 11 out. 2020.

RIBEIRO, C. M. L.; GALLERANI, M. A. C. Industrialização, urbanização e recursos hídricos nas Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí de 1970 a 2001. **Revista Do Programa De Pós-Graduação Em Arquitetura E Urbanismo Da FAUUSP**, (16), 98-112.2001. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/issn.2317-2762.v0i16p98-112>. Acesso em 21 fev. 2022.

SANTOS, J. C. Zonas de amortecimento em Unidades de Conservação urbanas: dois casos em Salvador-BA-Brasil. **GeoTextos**, v. 16, n. 2, dez. 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/geotextos/article/view/37875>. Acesso em 16 mar. 2022.

SANTOS, M. Objetos e ações: dinâmica espacial e dinâmica social. **Geosul**, [S.l.], v. 7, n. 14, 1992. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/geosul/article/view/12801>. Acesso em: 23 fev. 2022.

SÃO PAULO (Estado). SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E MEIO AMBIENTE. **Guia de áreas protegidas: APA Corumbataí – Botucatu – Tejuπά**. [S.l.]. 2020. Disponível em: <https://guiadeareasprotegidas.sp.gov.br/ap/area-de-protecao-ambiental-corumbatai-botucatu-tejupa/>. Acesso em 27 out. 2020.

SCHEMBERGUE, A. et al. Sistemas Agroflorestais como estratégia de adaptação aos desafios das mudanças climáticas no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília-DF, v. 55, n. 1, p. 9-30, mar. 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/resr/v55n1/1806-9479-resr-55-01-00009.pdf>. Acesso em 15 out. 2020.

SECRETARIA DE ENERGIA E MINERAÇÃO. **Informe Mineral do Estado de São Paulo**. [S.l.], 2018. Disponível em: <https://dadosenergeticos.energia.sp.gov.br/portalicev2/Intranet/BiblioVirtual/Mine racao/cfem.pdf>. Acesso em 01 mar. 2022.

SEIDL, A. F.; MORAES, A. S. Global valuation of ecosystem services: application to the Pantanal da Nhecolândia, Brazil. **Ecological Economics**, [S.l.], v. 33, n. 1, p. 1-6, abr. 2000. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(99\)00146-9](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(99)00146-9). Acesso em 12 out. 2020.

TÔSTO, S. G. SOBRINHO, R. P. ANDRADE, D. C. **Valoração ambiental da perda de solo na cultura de cana-de-acúcar sob colheita e queimada mecanizada no município de Araras, SP**. 2010. 1 Pôster. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/27008/1/529.pdf>. Acesso em 21 fev. 2022.