

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

DANIEL MUNDIM PORTO PENA

SISTEMATIZAÇÃO E PLANEJAMENTO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS
NO BIOMA CERRADO

Monte Carmelo
2020

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

DANIEL MUNDIM PORTO PENA

SISTEMATIZAÇÃO E PLANEJAMENTO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS
NO BIOMA CERRADO

Trabalho de Conclusão apresentado ao curso de Agronomia da Universidade Federal de Uberlândia, Campus Monte Carmelo, como requisito necessário para a obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Bruno Nery Fernandes Vasconcelos

Monte Carmelo
2020

DANIEL MUNDIM PORTO PENA

SISTEMATIZAÇÃO E PLANEJAMENTO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS NO BIOMA
CERRADO

Trabalho de Conclusão apresentado ao curso de
Agronomia da Universidade Federal de
Uberlândia, Campus Monte Carmelo, como
requisito necessário para a obtenção do grau de
Engenheiro Agrônomo.

Monte Carmelo, 17 de dezembro de 2020

Banca Examinadora

Prof. Dr. Bruno Nery Fernandes Vasconcelos
Orientador

Prof. Dr. André Mundstock Xavier de Carvalho
Membro da Banca

MSc. Martin Meier
Membro da Banca

Monte Carmelo
2020

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	5
2 JUSTIFICATIVA	7
3 OBJETIVOS.....	8
3.1 OBJETIVO GERAL.....	8
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	8
4 REVISÃO DA LITERATURA	9
5 MATERIAL E MÉTODOS.....	14
5.1 ELABORAÇÃO DA TABELA DE ESPÉCIES.....	14
5.2 PESQUISA E TESTE DE SOFTWARES.....	15
5.3 SISTEMATIZAÇÃO DE PROPOSTAS AGROFLORESTAIS	15
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	16
6.1 TABELA DE ESPÉCIES.....	16
6.2 PESQUISA E TESTE DE SOFTWARES	19
6.2.1 SOFTWARE POWERPOINT	19
6.2.2 SOFTWARE SKETCHUP	21
6.2.3 SOFTWARE INKSCAPE	25
6.2.4 ANÁLISE GERAL DOS SOFTWARES TESTADOS.....	27
6.3 SISTEMATIZAÇÃO DE PROPOSTAS AGROFLORESTAIS	28
6.3.1 PROPOSTA PARA IMPLANTAÇÃO EM PEQUENAS ÁREAS	28
6.3.2 PROPOSTA PARA IMPLANTAÇÃO EM MÉDIAS ÁREAS.....	33
6.3.3 PROPOSTA PARA IMPLANTAÇÃO EM GRANDES ÁREAS	36
7 CONCLUSÕES	41
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42

RESUMO

Nas últimas décadas, o desmatamento e as atividades agropecuárias praticadas de forma predatória vêm causando redução da quantidade e qualidade de água disponível, aumentos de temperatura, mudanças no regime de chuvas e, conseqüentemente, nos processos de erosão dos solos, podendo atingir níveis de desertificação de grandes áreas. Dentre as possibilidades de produção agrícola existentes, os sistemas agroflorestais (SAF's) apresentam melhor eficiência energética e uso racional dos recursos naturais, através da combinação do elemento arbóreo com herbáceas e/ou animais, organizados no espaço e no tempo. Este trabalho busca aprimorar e desenvolver metodologias que facilitem a sistematização e a execução do planejamento de Sistemas Agroflorestais em áreas de diferentes tamanhos na região do bioma Cerrado. Nesse contexto, foi realizada uma busca em diversas fontes bibliográficas para gerar uma tabela com espécies aptas a compor sistemas agroflorestais. Foi também realizada uma pesquisa e avaliação de três softwares para realização de croquis agroflorestais bem como uma sistematização de três diferentes propostas de SAF's. Dentre os resultados obtidos foi gerada uma tabela contendo cerca de quatrocentas espécies de plantas de uso em sistemas agroflorestais no Cerrado com suas respectivas características ecofisiológicas e uma ferramenta de busca rápida que possibilita pesquisa e filtros de forma dinâmica. Foram avaliados os softwares PowerPoint, Sketchup (3D) e Inkscape para modelagem de croquis agroflorestais, dos quais, dentre os diversos pontos positivos e negativos de cada um deles, se destacou o PowerPoint por seu conjunto de ferramentas, acessibilidade e plataforma amigável. Foram sistematizadas três diferentes propostas de SAF's visando contemplar dimensões distintas de áreas a serem implantadas, caracterizadas em pequenas, médias e grandes áreas. Em cada uma delas foram descritos os objetivos do sistema, design e a composição de espécies, aspectos operacionais e apresentação de áreas onde foram aplicados dois desses modelos apresentados. Assim, a planilha de espécies, os softwares para modelagem de croquis e a sistematização de modelos de áreas agroflorestais se apresentam como ferramentas úteis para contribuir no planejamento e sistematização de novas áreas de sistemas agroflorestais, tornando-os cada vez mais acessíveis ao maior número possível de agricultores e profissionais das ciências agrárias

PALAVRAS-CHAVE: biodiversidade, sistemas em integração, agricultura regenerativa

1 INTRODUÇÃO

Desde os primeiros fatos históricos que se tem registro sobre a agricultura, por volta de dez mil anos atrás, toda a trajetória da humanidade vai de encontro aos conhecimentos e domínio tecnológico das ciências agrárias. Houve casos de prosperidade por uso racional dos recursos, mas, na maioria dos casos, o uso predatório levou ao esgotamento dos recursos naturais e ao fim de muitas civilizações (KHATOUNIAN, 2001). De acordo com Diamond (2007), os processos através dos quais as sociedades do passado minaram a si mesmas, danificando o meio ambiente, dividem-se em oito categorias cuja importância relativa difere de caso para caso: desmatamento, destruição do habitat, problemas com o solo (erosão, salinização e perda de fertilidade), problemas com o controle da água, sobrecaça, sobrepesca, efeitos da introdução de outras espécies sobre as espécies nativas, e aumento per capita do impacto do crescimento demográfico.

A agricultura é uma atividade humana que implica na simplificação da estrutura do ambiente em grandes áreas, substituindo a diversidade natural por um pequeno número de plantas cultivadas e animais domesticados. A monocultura é a expressão máxima desse processo. Estima-se que as paisagens agrícolas do mundo se destinam ao plantio de apenas 12 espécies de grãos, 23 espécies de hortaliças e 35 espécies de frutas e nozes. Isso significa que cerca de 70 espécies ocupam aproximadamente 1,44 bilhão de hectares em todo mundo (ALTIERI, 2012).

No século XX iniciou-se uma transformação no processo de produção agrícola que ficou conhecida como a Revolução Verde. Essa revolução teve como principal objetivo a maximização produtiva utilizando como pilares produtivos a agroquímica, a motomecanização e a manipulação genética. Nesse modelo produtivo, também denominado agricultura moderna ou convencional, que inicialmente foi inovadora e posteriormente se tornou o modelo hegemônico, criou-se um pacote tecnológico indissociável no qual o agricultor se torna dependente de empresas transnacionais em todas as etapas da produção. Durante décadas, essas empresas condicionaram a agricultura ao uso excessivo e mesmo indiscriminado de agrotóxicos (ZAMBERLAM; FRONCHET, 2012). A título de exemplificação, têm-se o nível de consumo de produtos fitossanitários utilizados no Brasil na atualidade, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1: Venda de produtos formulados no Brasil em 2017.

Vendas por Classes de Usos dos Produtos Formulados – 2017		
Unidade de medida = toneladas de ingrediente ativo (IA)		
	<i>Classe de Uso</i>	<i>Qide. (ton. IA)</i>
1	Herbicida	315.573,38
2	Fungicida	65.114,91
3	Inseticida	54.544,00
4	Inseticida, Acaricida	34.369,41
5	Acaricida, Fungicida	25.437,24
6	Adjuvante	21.301,82
7	Acaricida	7.931,86
8	Espalhante	3.799,63
9	Inseticida, Acaricida, Fungicida	2.778,99
10	Inseticida, Acaricida, Adjuvante	2.196,72
11	Regulador de Crescimento	2.112,01
12	Inseticida, Fungicida	1.300,87
13	Fungicida, Bactericida	1.014,43
14	Inseticida, Cupinicida	775,78
15	Adjuvante, Inseticida	579,44
16	Inseticida, Nematicida	546,84
17	Fungicida, Formicida, Herbicida, Inseticida, Nematicida	391,65
18	Protetor de Sementes	126,35
19	Formicida	25,32
20	Formicida, Inseticida	24,19
21	Moluscicida	0,11
TOTAL		539.944,95

Fonte: Adaptado de IBAMA / Consolidação de dados fornecidos pelas empresas registrantes de produtos técnicos, agrotóxicos e afins, conforme art. 41 do Decreto nº 4.074/2002.

Segundo Zamberlam e Fronchetti (2012), a quimificação na agricultura, a mecanização e a seleção de espécies adaptáveis, associadas ao avanço industrial baseado em fontes de energia poluentes e o consumismo desenfreado da humanidade, têm causado uma crescente extinção de espécies animais e vegetais do planeta. Além disso, de acordo com Miccolis et al. (2016), o desmatamento e as atividades agropecuárias praticadas de forma predatória vêm causando redução da quantidade e qualidade de água disponível, aumentos de temperatura, mudanças no regime de chuvas e, conseqüentemente, nos processos de erosão dos solos, podendo atingir níveis de desertificação de grandes áreas. Essa degradação ameaça a própria permanência dos seres humanos nestas regiões.

Os agroecossistemas modernos não são estáveis, manifestando fragilidades através de surtos recorrentes de pragas na maioria dos cultivos, cujo agravamento está associado à expansão

das monoculturas que se dá em detrimento de sistemas mais biodiversos. Essa diversidade é fundamental na prestação/manutenção dos serviços ecossistêmicos, que garantem, por sua vez, a proteção de culturas por meio do fornecimento de *habitats* e recursos para inimigos naturais das pragas agrícolas. Na tentativa de proteger os sistemas simplificados, como as monoculturas, grandes quantidades de agrotóxicos, muitas vezes menos eficazes e seletivos, são lançados na biosfera gerando custos ambientais e humanos consideráveis. Isso evidencia que o uso de agrotóxicos para controle de pragas e doenças atingiu seu limite (ALTIERI, 2012). Fato este inclusive já constatado a várias décadas e evidenciado em publicações clássicas como “Primavera Silenciosa” de Carson (1962) e “Manifesto Ecológico Brasileiro, o fim do futuro?” de José A. Lutzemberg (1976).

Assim, torna-se cada vez mais evidente a necessidade da adoção de uma abordagem baseada em princípios ecológicos, que permita desenhar sistemas agrícolas mais sustentáveis, capazes de tirar o máximo proveito dos benefícios da biodiversidade na agricultura (ALTIERI, 2012). Dentre as possibilidades de produção agrícola existentes com melhor eficiência energética e uso racional dos recursos naturais estão os Sistemas Agroflorestais (SAF's) ou agroflorestas.

Dentre as diversas definições existentes, a legislação brasileira define o sistema agroflorestal como “Sistema 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).

2 JUSTIFICATIVA

Tendo em vista que o modelo de produção agrícola vigente evidencia fragilidades do ponto de vista energético e ambiental, tendendo a um cenário de esgotamento dos recursos naturais e contribuindo para os crescentes problemas ambientais no planeta, torna-se evidente a necessidade de aprimorar modelos alternativos de produção que busquem maior eficiência e racionalidade no uso desses recursos. Os Sistemas Agroflorestais são capazes de gerar renda com maior eficiência energética, além de promoverem diversos serviços ecossistêmicos, podendo ser adaptados às características edafoclimáticas de cada região.

Os SAF's possuem maior complexidade de planejamento, implantação e manejo em relação aos sistemas mais simplificados, uma vez que oferecem infinitas possibilidades de combinações de culturas e envolvem o conhecimento de diversas interações ecológicas entre os inúmeros seres vivos envolvidos na unidade de manejo. Dessa forma, é de grande importância que se desenvolvam propostas para facilitar a sistematização e planejamento de Sistemas Agroflorestais, conferindo melhor operacionalidade para que estes sistemas sejam acessíveis ao maior número possível de agricultores e profissionais das ciências agrárias.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Aprimorar e desenvolver metodologias que facilitem a sistematização e a execução do planejamento de Sistemas Agroflorestais em áreas de diferentes tamanhos no bioma Cerrado.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar uma revisão bibliográfica sobre espécies que possam vir a ser utilizadas em Sistemas Agroflorestais adaptados às condições edafoclimáticas no Cerrado;
- Elaborar uma tabela síntese com a lista de espécies levantadas, juntamente com as principais características necessárias para o planejamento de SAF's, como funções ecofisiológicas, estrato, ciclo de vida, tolerância ao sombreamento, entre outras;
- Pesquisar e testar softwares para elaboração de croquis de SAF's, elegendo os pontos positivos e negativos de cada software;
- Sistematizar três propostas de sistemas agroflorestais passíveis de serem implantadas em pequenas, médias e grandes áreas, utilizando-se o melhor software dentre os testados para a modelagem dos croquis.

4 REVISÃO DA LITERATURA

A raiz da agricultura certamente constituiu-se no ato de observar como a natureza regenera as formas de vida após ciclos que a limitem. Utilizando a radiação solar, banco genético de espécies, umidade e os recursos minerais e biológicos do solo, a vida logo retoma seu fluxo e readquire complexidade, adaptando-se a novas situações e se recriando. Provavelmente, a imitação desse processo deve ter inspirado as primeiras intervenções nos sistemas naturais visando a obtenção de produtos de interesse humano (VIVAN, 1998).

No decorrer dos séculos a humanidade passou por várias transformações tecnológicas que refletiram de forma contundente na agricultura. No século XX foram onde ocorreram as maiores mudanças no modelo de produção agrícola. Segundo Fase (1988, *apud* ZAMBERLAM; FRONCHET, 2012), a agricultura convencional, oriunda da Revolução Verde, passou a utilizar recursos tecnológicos desenvolvidos em laboratórios, manipulados por especialistas, cabendo ao produtor apenas executar as práticas em campo. Esse processo tornou necessária e crescente a artificialização do meio ambiente, de modo a controlar-se todos os fatores que influenciam a produção, para se produzir em larga escala.

Para Feiden (2005), os sistemas modernos ou tecnificados, possuem um baixo nível de preocupação com a conservação ou reciclagem de nutrientes dentro do agroecossistema, buscando adaptar as condições locais às necessidades das explorações que acabam por homogeneizar a diversidade de microambientes. Além disso, existe a alta dependência por insumos produzidos industrialmente, provenientes de recursos não renováveis, que possuem altos custos energéticos de produção e transporte.

Outro ponto importante levantado por Feiden (2005) é que nos sistemas modernos, a utilização de insumos químicos para controle de pragas e doenças promove a resistência destes organismos aos produtos aplicados por meio da pressão de seleção exercida por aplicações sucessivas. Além disso, promovem a eliminação de inimigos naturais e a contaminação dos alimentos e do ambiente.

Dentre os diversos modelos de produção agrícola possíveis, Hirakuri et al (2012) classifica-os em cinco grandes grupos:

- Sistema em monocultura ou produção isolada: ocorre quando, em uma determinada área, a produção vegetal ou animal se dá de forma isolada em um período específico, que normalmente é categorizado por um ano agrícola;
- Sistema em sucessão de culturas: ocorre quando se tem a repetição sazonal de uma sequência de duas espécies vegetais no mesmo espaço produtivo, por vários anos;
- Sistema em rotação de culturas: ocorre por meio da alternância ordenada, cíclica (temporal) e sazonal de diferentes espécies vegetais em um espaço produtivo específico;
- Sistema em consorciação de culturas ou policultivo: ocorre quando duas ou mais culturas ocupam a mesma área agrícola em um mesmo período;
- Sistema em integração: ocorre quando sistemas de cultivo/criação de diferentes finalidades (agricultura ou lavoura, pecuária e floresta) são integrados entre si, em uma mesma gleba, com o intuito de maximizar o uso da área e dos meios de produção, e ainda diversificar a renda.

Em geral, os sistemas convencionais de produção se enquadram nas classificações de sistemas de monocultura, sistemas de sucessão em monoculturas e sistemas em rotação de culturas, enquanto os sistemas agroflorestais podem ser classificados em sistemas em consorciação e, principalmente, em sistemas em integração. Na figura 1, é possível identificar que no Censo Agropecuário do IBGE de 2017, 65% das terras no Brasil estão sendo utilizadas em sistemas de lavouras temporárias, lavouras permanentes, pastagem plantada e pastagem natural, enquanto apenas 3% podem estar relacionados à sistemas em integração, sendo que, parte deste número está relacionado a monocultivo de espécies arbóreas. Isso deixa evidente o quanto os sistemas de cultivo no Brasil são carentes de sistemas mais integrativos e biodiversos. .

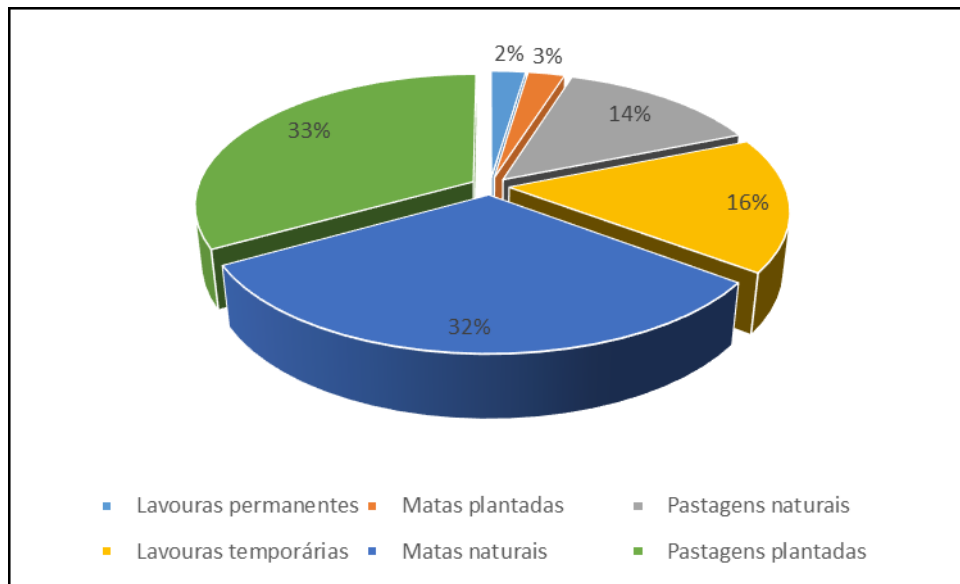


Figura 1: Utilização das terras no Brasil em 2017. Fonte: IBGE - dados obtidos do Censo Agropecuário 2017.

Existem diversas definições para sistemas agroflorestais, dentre elas a legislação brasileira caracteriza como um “Sistema 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). Segundo Coelho (2012), SAF’s “são consórcios de espécies destinadas à produção agropecuária, em que pelo menos uma espécie é árvore”. Junto às árvores, podemos ter culturas de grãos, hortaliças, animais de leite ou de corte. De acordo com Steenbock e Vezzani (2013), em uma visão ampla, sistemas agroflorestais são combinações do elemento arbóreo com herbáceas e ou animais, organizados no espaço e no tempo.

Como os sistemas agroflorestais podem ser classificados em diferentes categorias, Coelho (2012) divide estes sistemas em três grandes grupos: concomitantes, quintais agroflorestais e sucessionais. Os sistemas concomitantes são aqueles em que espécies de árvores convivem permanentemente com outras espécies de vegetais de ciclo mais curto e pequeno porte, ou mesmo cultivos perenes, como erva-mate, cítricos e café. Os quintais agroflorestais são considerados formas mais antigas de prática agrícola, surgida quando os caçadores coletores passaram a espalhar sementes selecionadas ao longo de suas trilhas e territórios. E os sistemas sucessionais

são aqueles em que as espécies arbóreas se alternam com espécies vegetais de ciclo curto, convivendo apenas durante um período.

Os sistemas agroflorestais sucessionais são os mais complexos, pois se baseiam na sucessão natural de espécies. De acordo com Vivan (1998), todos sistemas naturais têm ciclos de crescimento, estabilização, senescência e morte. Desse ponto de vista, a morte do indivíduo como ponto final não existe, pois não há desaparecimento de energia, o fim de um ciclo apenas representa a transferência de energia potencial da biomassa para uma outra forma de vida. Segundo Götsch (1996), nas agroflorestas manejadas de acordo com tal metodologia, as espécies cultivadas são plantadas em consórcio com outras semelhantes àquelas que normalmente ocorreriam na natureza. As associações de plantas sucedem-se umas às outras num processo dinâmico e contínuo, onde solos degradados são colonizados por plantas pioneiras, em seguida sucedidas por espécies de floresta secundária e que, por sua vez, são substituídas por espécies de floresta primária.

De acordo com Ribeiro et. al. (2002), a sucessão natural em uma floresta tropical higrófila (floresta úmida) ocorre de forma completa em três estágios de sucessão. O primeiro estágio é o de floresta incipiente, onde uma superfície nua constitui-se de herbáceas e arbustos pioneiros seguidas por arbóreas. Essa primeira fase é composta basicamente por espécies pioneiras agressivas e heliófitas, ou seja, espécies intolerantes à sombra e que necessitam de luz direta para germinação e estabelecimento. Ao final do primeiro estágio já surgirão espécies esciófitas, ou seja, que podem germinar e estabelecer em ambiente sombreado. O segundo estágio é o da floresta de transição, onde no estrato superior permanece a frequente presença de espécies heliófitas e no estrato inferior predominam as esciófitas, mas já predominado espécies de grupo ecológico de sucessão secundárias. Na terceira fase já se encontra um ambiente de floresta madura, denominada floresta primária, onde há grande diversificação de estratos e grande diversidade de organismos vivos. Nesta fase se desenvolvem as plantas de grupo ecológico de clímax.

Neste contexto, na escolha de espécies a serem cultivadas, há que se considerar em termos de necessidade de luz, a dinâmica da floresta de onde a espécie é nativa e co-evoluiu por milhares de anos. Portanto, precisamos considerar o ciclo de vida e o estrato que cada planta irá ocupar para planejar a composição de espécies nos SAF's, de forma que estes sejam eficientes,

principalmente no desenvolvimento de plantas que atendam os objetivos do agricultor (MICCOLIS et al., 2016). A Figura 2 ilustra os diferentes estratos de que as plantas ocupam em seus ambientes de origem de acordo com a necessidade de luz.



Figura 2: Diferentes estratos ocupados pelas plantas. Fonte: MICCOLIS et al., 2016.

Além da análise de estratos das espécies, no planejamento dos SAF's deve-se atentar em como as espécies e suas diferentes funções são distribuídas no espaço e ao longo do tempo (MICCOLIS et al., 2016). Na verdade, não se trata apenas de uma sucessão de espécies, mas sim de uma sucessão de consórcios de espécies, que envolve além de espécies vegetais, um consórcio de seres vivos do nível micro e macro. Assim, o grau de inter-complementaridade e sinergismo é tão grande entre as várias formas de vida e o meio, que o estudo das partes só pode ser feito após o entendimento do sistema como um todo. Em suma, a arquitetura de cada espécie envolvida e sua função ecofisiológica contribuem para o progresso do consórcio ao qual pertence, de como evoluiu o consórcio anterior, e de como serão substituídas pelos consórcios futuros (VIVAN, 1998).

Assim, é possível avaliar que, diferentemente dos sistemas convencionais, na agrofloresta não se trata de artificializar as condições para a germinação e crescimento das espécies de interesse, mas de potencializar os processos naturais para a otimização da produção, tanto das espécies de interesse quanto da biodiversidade como um todo. É justamente nessa diferença de orientação do processo produtivo que a prática agroflorestal pode contribuir para a

sustentabilidade da produção de alimentos (STEENBOCK; VEZZANI, 2013). Nos sistemas agroflorestais é possível produzir alimentos ao mesmo tempo em que conservamos ou recuperamos a natureza, mantendo assim a funcionalidade dos agrossistemas quanto aos serviços ecossistêmicos. Isso é possível pois nessa forma de produção, ao invés de retirarmos toda vegetação natural e plantarmos apenas uma cultura em larga extensão de terra, procuramos entender o funcionamento da natureza local e imitá-la utilizando as relações entre os seres vivos a nosso favor, estimulando a biodiversidade (NARDELE; CONDE, 2019) e usufruindo de inúmeras relações ecológicas gratuitas que ocorrem naturalmente em sistemas biodiversos (ALTIERI, 2012).

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 ELABORAÇÃO DA TABELA DE ESPÉCIES

Para elaboração da tabela de espécies aptas a compor sistemas agroflorestais no Cerrado a partir de suas características, foi realizada uma revisão bibliográfica em publicações de botânica, fisiologia vegetal, ecologia, engenharia florestal, agroecologia e sistemas agroflorestais. Os materiais utilizados no levantamento dos dados foram: Cerrado: espécies vegetais úteis (ALMEIDA et al., 1998); Agroflorestando o mundo de facão a trator (CORREA NETO et al., 2016); Espécies vegetais para recuperação (EMBRAPA, 2020); Espécies de fragmentos florestais em Mato Grosso do Sul (EMBRAPA-Gado de corte, 2020); Flora do Brasil (2020); Instituto de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Espírito Santo (IEMA-ES, 2020); Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil, Vol. 1, 2 e 3 (LORENZI, 2016a, 2016b e 2016c.); Árvores e arvoretas exóticas no Brasil: madeiras, ornamentais e aromáticas (LORENZI, 2018); Restauração Ecológica com Sistemas Agroflorestais: como conciliar conservação com produção - opções para Cerrado e Caatinga (MICCOLIS et. al., 2016); Liberdade e vida com Agrofloresta (PENEIREIRO et. al., 2008); Agricultores que plantam árvores no Cerrado (VIEIRA et. al., 2014).

A tabela de espécies foi desenvolvida no software Excel, um editor de planilhas da Microsoft. Esta ferramenta dispõe de diversos recursos que possibilitam a inserção rápida de

linhas e colunas com a possibilidade de manter mecanismos de buscas e filtros criados no Visual Basic para facilitar a interface com o usuário.

5.2 PESQUISA E TESTE DE SOFTWARES

Para o teste de softwares capazes de modelar croquis usados no planejamento de sistemas agroflorestais, foram realizadas pesquisas na internet e com profissionais da área de design gráfico sobre quais os softwares oferecem as melhores funcionalidades para o estudo. Em seguida foram selecionados os softwares PowerPoint (Microsoft), SketchUp (Trimble) e Inkscape (Software Livre), que foram testados na reprodução de um croqui padrão com avaliação das seguintes características:

- Valor de aquisição do software e requisitos de hardware;
- Disponibilidade de recursos;
- Interface com o usuário;
- Pontos positivos e negativos para modelagem de croquis.

5.3 SISTEMATIZAÇÃO DE PROPOSTAS AGROFLORESTAIS

Foram sistematizadas três diferentes propostas de SAF's visando contemplar dimensões distintas de áreas a serem implantadas. Diante da inexistência de uma classificação de dimensões de sistemas agroflorestais na literatura pesquisada, neste trabalho serão tratadas como: pequenas, áreas implantadas até 3 hectares; médias, áreas implantadas entre 3 e 10 hectares; e grandes, as áreas implantadas acima de 10 hectares. Estas dimensões podem variar de acordo com o objetivo, quantidade e volume de espécies, tipo de manejo, entre outros fatores. Estas propostas foram modeladas na forma de croquis utilizando-se o software avaliado com o melhor desempenho nos itens descritos anteriormente no item 5.2.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 TABELA DE ESPÉCIES

No processo de consulta das diversas fontes de informação constatou-se que as mesmas trazem ou poucas espécies, ou apenas uma parte das informações de interesse para o planejamento de um sistema agroflorestal. Neste contexto o foco desta etapa foi consolidar uma tabela única que unisse as informações de interesse sobre espécies passíveis de serem usadas em sistemas agroflorestais no Bioma Cerrado. Para tal, foi elaborada uma ferramenta no software Excel (Microsoft) com uma base de dados ampla e um botão de “Busca Rápida”, conforme mostra a figura 3, que proporciona ao usuário a possibilidade de filtros de busca por texto e/ou caixas de seleção, possibilitando diversas combinações de características de forma rápida e eficiente na busca de espécies.

Busca Rápida [X]

Ciclo de Vida	Estrato	Origem
☐ Semestral	☐ Rasteiro	☐ Nativa
☐ Anual	☐ Baixo	☐ Naturalizada
☐ Bianual	☐ Baixo/Médio	☐ Cultivada
☐ Perene	☐ Médio	
	☐ Médio/Alto	
	☐ Alto	
	☐ Alto/Emergente	
	☐ Emergente	

Nome Popular 	Nome Científico
Família 	Função

Sair **Limpar** **Pesquisar**

Figura 3: Ferramenta de busca rápida da tabela de espécies para sistemas agroflorestais.

O primeiro ponto abordado para a escolha das colunas foi apresentar a nomenclatura científica e os diversos nomes populares encontrados na literatura. Esse foi um desafio, uma vez que as cartilhas e consolidações de experiências agroflorestais geralmente só apresentam nomes populares das espécies vegetais e os livros botânicos adotam prioritariamente os nomes científicos. Assim, a fusão de nomes populares e científicos evita a possibilidade de uso de espécies equivocadas, já que nomes populares muitas vezes se repetem em diversas espécies e variam nas diversas regiões do país.

Foram levantadas 397 espécies úteis aos SAF's localizados em áreas de Cerrado. Todas as espécies foram classificadas em suas respectivas famílias botânicas e em relação à sua origem, que pode ser nativa (Brasil), cultivada ou naturalizada. As espécies cultivadas são aquelas que não apresentam ocorrência natural no Brasil, mas que são cultivadas com algum interesse antrópico. Segundo Schneider (2007), as espécies naturalizadas são aquelas que, após serem introduzidas em determinada região geográfica, estabelecem populações capazes de se reproduzir espontaneamente e sustentem populações por muitas gerações. Para todas elas foram levantados os biomas de ocorrência, como é o caso das espécies nativas e naturalizadas, e o bioma indicado, pois mesmo que não ocorra de forma natural, estas espécies possuem características morfofisiológicas que permitem seu estabelecimento no bioma cerrado.

Outro item abordado na planilha é a função de cada espécie no sistema. Por se tratar de algo totalmente flexível, os SAF's permitem diferentes arranjos e rearranjos, de acordo com a necessidade e o momento de quem os conduz. Assim, cada espécie pode cumprir diferentes funções em diferentes contextos. A bananeira por exemplo, pode ocupar o sistema para composição de estrato, produzir biomassa, produzir alimentos, atração de fauna e polinizadores, potencial de renda e mercado ou diversos deles simultaneamente ou ainda em momentos distintos. Tudo depende do manejo que lhe é dado. Por isso, na planilha de espécies foram apresentadas as diversas possibilidades de cada planta com o intuito de oferecer todos os potenciais ao usuário.

Como mencionado anteriormente, um dos grandes diferenciais dos sistemas agroflorestais sucessionais é a organização das espécies vegetais no espaço e no tempo. Para isso, a planilha de espécies inclui dados de ciclo de vida, estrato, grupo ecológico, exigência de luz, característica das folhas e altura que a planta pode alcançar.

Em relação ao ciclo de vida, a classificação proposta foi a que convergiu das mais diversas fontes encontradas. Algumas fontes apresentam informações mais detalhadas em relação ao tempo de vida das espécies perenes, enquanto outras não trazem tais informações. É importante ressaltar que, em alguns casos, os critérios apresentados estão relacionados à função da espécie e não ao ciclo de vida reprodutivo considerado na ecologia. Essa diferença ocorre porque em algumas espécies vegetais, como em hortaliças folhosas, a função alimentar ocorre em momento anterior a fase reprodutiva. Portanto, para obter um resultado com maior padronização, a classificação seguiu os seguintes parâmetros:

- Ciclo de vida semestral: realiza sua função no sistema em até seis meses;
- Ciclo de vida anual: realiza sua função no sistema em até um ano;
- Ciclo de vida bianual: realiza sua função no sistema em até dois anos;
- Ciclo de vida perene: realiza sua função no sistema por mais de dois anos.

As informações em relação a estrato, grupo ecológico, exigência de luz e necessidade de umidade são complementares. O conceito de estratificação usado nos sistemas agroflorestais está relacionado à necessidade de luz que a planta depende para seu pleno estabelecimento em seu grupo sucessional. Porém, existe uma grande dificuldade destes dados serem encontrados na literatura para as diversas espécies. Muitos dos conhecimentos que são utilizados atualmente são empíricos, de quem observa o comportamento natural e trabalha com estas espécies em sistemas agroflorestais. Além disso, as espécies podem ocupar diferentes estratos dependendo da composição do sistema e de acordo com a etapa da sucessão ecológica em que o sistema se encontra.

Dessa forma, buscou-se nas diversas fontes de experiências agroflorestais os estratos das espécies abordadas, que foram classificados em: rasteiro, baixo, médio, alto e emergente. Como a estratificação também depende do grupo sucessional, buscou-se encontrar o grupo ecológico ao qual pertencem, classificados da seguinte forma: pioneira, secundária e clímax. De forma complementar, foram classificadas a exigência de luz em heliófita, mesófito e esciófita; deciduidade em decídua, semidecídua e perenifolia; necessidade de umidade em seletiva xerófito e seletiva higrófito; e altura potencial para as plantas adultas.

Todas as referências utilizadas para cada espécie foram informadas na coluna “fonte” e os dados das diversas características que não foram encontradas ao longo do trabalho foram

preenchidos com “nd” (não disponível), indicando que não estavam disponíveis na literatura pesquisada. Estes dados, assim como a adição de outras espécies que não foram contempladas, poderão ser complementados em trabalhos futuros, de forma a ampliar a base de dados e fornecer informações para o aprimoramento deste modelo de agricultura que está em constante desenvolvimento.

6.2 PESQUISA E TESTE DE SOFTWARES

6.2.1 SOFTWARE POWERPOINT

O PowerPoint é um software desenvolvido pela Microsoft com a finalidade principal de criar e exibir apresentações gráficas. É um software pago e, em novembro de 2020, seu valor para aquisição no site da Microsoft era de R\$ 649,00 isoladamente ou através da assinatura do pacote Microsoft 365 Personal, que inclui outros softwares da empresa (Word, Excel, OneNote, Outlook, OneDrive e Skype), pelo valor anual de R\$ 239,00. Licenças vitalícias de versões anteriores podem ser encontradas por aproximadamente 150,00 R\$. Além disso, alguns computadores podem vir com o programa instalado junto ao sistema operacional Windows. Segundo o fabricante, software requer um processador de 1,6 GHz ou superior, 4 GB de memória RAM e aceleração de hardware gráfico com DirectX 9 ou posterior. O PowerPoint foi selecionado dentre os softwares para modelagem de croquis por ser uma ferramenta bem conhecida nos meios acadêmico e corporativo para a apresentação de trabalhos.

Dentre os pontos positivos, o PowerPoint possui uma interface com o usuário muito amigável, grande diversidade de ferramentas para edição de imagens/formas e possibilidade de exportação de imagens em .tiff a 300 dpi ou superior (Carvalho, 2021). O software conta com a ferramenta de régua e permite o ajuste de posição, dimensionamento e rotação das figuras. Isso possibilita ao usuário ter precisão na inserção de figuras, alinhamento e distanciamento entre as plantas e entre as linhas de plantio. Também é possível fazer a inserção de textos de forma simples através de caixas de texto, podendo incluir legendas, medidas e títulos.

As principais dificuldades encontradas no PowerPoint para modelagem de croquis foram a ausência de um banco de imagens de plantas e a inexistência de uma configuração de escala para desenhos. Para superar a dificuldade do banco de imagens, as plantas utilizadas nos croquis foram

pesquisadas na ferramenta de busca de imagens do Google e, quando apresentavam algum fundo de imagem, foram editadas no software Paint 3D, que é gratuito e pode ser instalado por usuários do sistema operacional Windows. Assim, foi possível criar um banco de imagens de plantas em formato PNG (sem fundo de imagem) que pode ser utilizado em trabalhos posteriores que utilizem as mesmas espécies de plantas. Além disso, em imagens de fundo de cor homogênea, o PowerPoint possibilita excluir o fundo usando o recurso “Definir Cor Transparente”.

Em relação a inexistência de configuração de escala para desenhos, foi necessário criar uma escala que permitisse boa apresentação do tamanho do módulo demonstrado em relação ao tamanho da página configurada para tamanho de folha A4 (21 x 29,7 cm). Assim, cada marcação de medidas em metros reais teve uma equivalência em centímetros do desenho, que foi ajustada através das ferramentas de dimensionamento e posição de imagens. Mas para cada tamanho de módulo a ser representado, esse cálculo deve ser refeito pelo usuário afim de permitir proporcionalidade e melhor visualização no desenho.

Na figura 4 está representado um croqui de SAF projetado para pequenas áreas e modelado no software PowerPoint, simulando uma perspectiva de 45°. Para fins comparativos, esse mesmo modelo foi utilizado com as mesmas dimensões e quantidades de plantas nos demais softwares testados neste trabalho. Por não se tratar de uma representação tridimensional, a perspectiva simulada de 45° apresenta algumas distorções e as plantas aparecem encobrindo os espaços das entrelinhas. Por outro lado, essa perspectiva permite uma visualização da estratificação das espécies do sistema, facilitando a compreensão de ocupação dos espaços verticais.

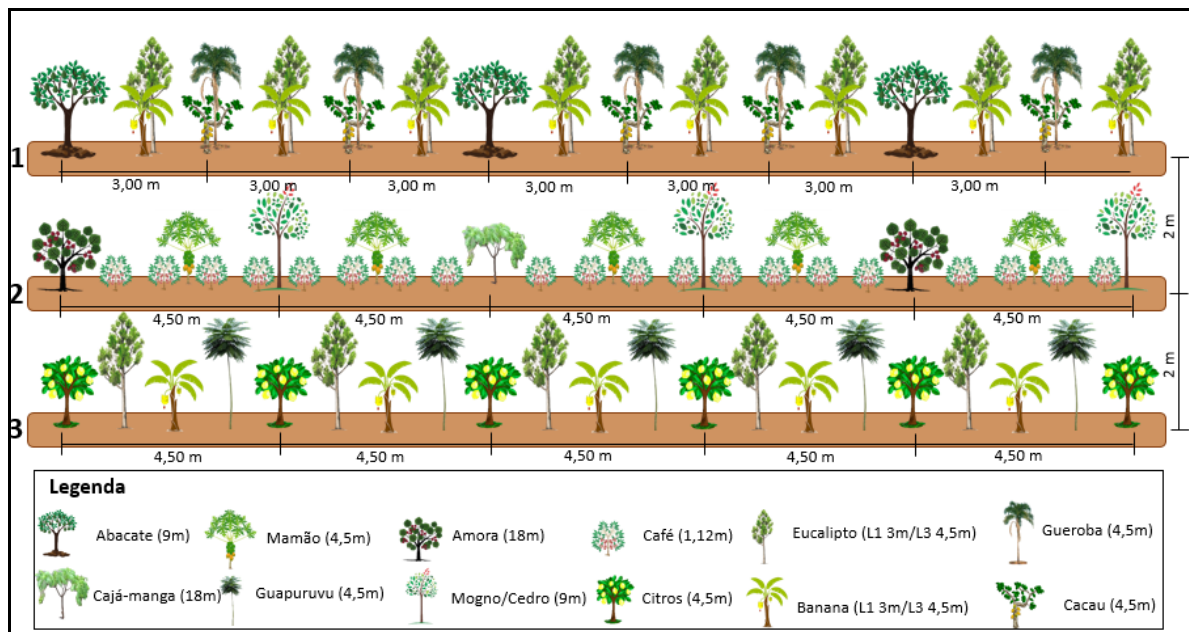


Figura 4: Croqui modelado no software PowerPoint, com simulação de perspectiva de 45°, da proposta para as linhas de árvores em SAF's de pequenas áreas.

Além disso, na representação da figura 4, foram ocultadas as espécies anuais e bianuais, para que não houvesse um excesso de informações sobrepostas dificultando o entendimento do desenho. Caso haja necessidade de representar todas as espécies que irão ocupar o sistema em diferentes momentos, sugere-se que sejam modelados mais de um croqui representando os diferentes ciclos produtivos.

De forma geral, o PowerPoint se mostrou um bom software para modelagem de sistemas agroflorestais. Permite boa visualização do sistema, possui diversidade de ferramentas de edição e posicionamento de imagens, interface amigável ao usuário e, apesar de não ser gratuito, possui valor acessível caso já não venha instalada junto ao sistema operacional do computador.

6.2.2 SOFTWARE SKETCHUP

O SketchUp é o software pertencente à Trimble muito utilizado para elaboração de projetos arquitetônicos em 3D. Apresenta uma versão Make, que é gratuita que só pode ser acessada online para uso não comercial e uma versão Pro, que deve ser instalada no computador e em novembro de 2020 apresentava sua assinatura oferecida ao valor de U\$\$ 299,00 anuais. A seleção do SketchUp para o comparativo de softwares se deve ao fato de que ele permite a

modelagem em 3D e é um dos softwares mais utilizados por arquitetos e projetistas em construções, jardins e desenhos técnicos em geral.

A visualização em 3D do SketchUp é o seu principal ponto positivo. O software permite rotacionar a imagem de forma que possa ser vista de qualquer ângulo, conforme demonstrado na figura 5. Isso permite que no planejamento já seja possível visualizar o resultado de um sistema agroflorestal avançado, ou criar modelos em diferentes ciclos e etapas de manejo. Além das imagens tridimensionais da figura 5, também faz parte deste trabalho um vídeo em formato mp4 de 51 segundos, que foi realizado no programa através da ferramenta de câmera e permite uma simulação de caminamento pelo modelo.

Outro ponto positivo deste software é que ele já possui um sistema de escala, permitindo a criação de imagem em metros e o ajuste da escala é realizado de forma automática ao efetuar um giro no botão de rolagem do mouse ampliando ou reduzindo a visualização da imagem. As imagens das plantas também podem ser redimensionadas de acordo com a escala que se deseja.

Por fim, outro ponto positivo de destaque é que o software possui um banco de dados de imagens gratuito, denominado 3D Warehouse. Neste banco de dados podem ser procuradas diversos tipos de imagens, inclusive de plantas em 2D ou 3D, que são chamadas de blocos.

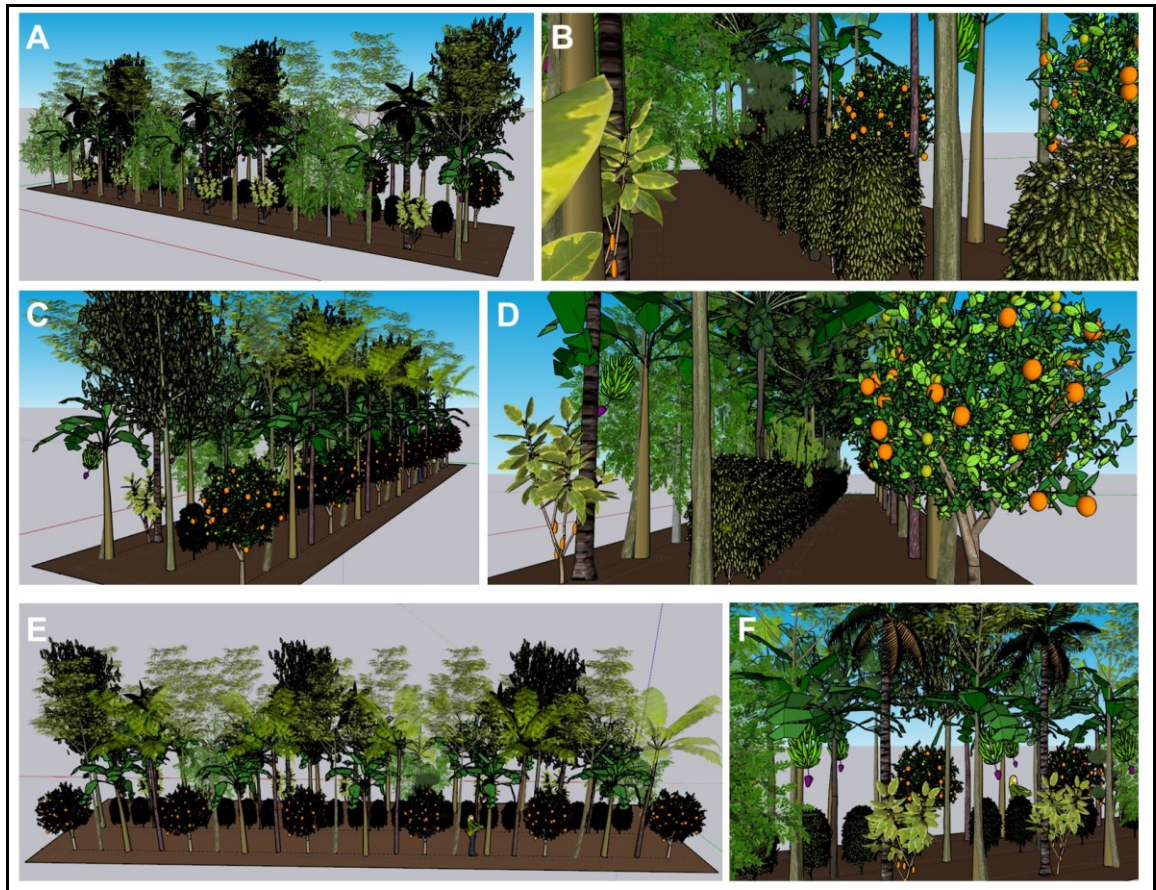


Figura 5: Croqui modelado no software SketchUp da Trimble com simulação de diversas perspectivas tridimensionais (A, B, C, D, E e F).

Dentre os pontos negativos do software SketchUp está o seu custo. O valor de 299 dólares anuais para a versão Pro pode ser considerado alto dependendo da escala de produção e rentabilidade do profissional que pretende usá-lo. A versão gratuita (Make) não oferece todas as ferramentas da versão Pro e é limitada ao uso particular. Assim, neste trabalho foi utilizada a versão Pro no período gratuito de testes de 30 dias oferecidos pela empresa Trimble.

Outro ponto negativo é a necessidade de um computador com recursos avançados para que o software possa rodar sem problemas. O fabricante recomenda um computador com processador de 2 GHz ou mais, acima de 8 Gb de memória RAM e placa de vídeo 3D com 1 Gb ou superior e suporte de aceleração de hardware. Essas configurações dificilmente serão encontradas em computadores que não são de uso profissional específico para atividades gráficas. No caso deste trabalho, foi utilizado um computador com configurações inferiores às recomendadas e o programa apresentou muita lentidão e travamento durante a modelagem.

Em relação ao banco de dados de imagens ou blocos, um problema encontrado durante a modelagem foi a dificuldade em encontrar plantas específicas ou com arquitetura parecida em 3D. Para algumas plantas, como o café e cacau, foi necessário adaptar plantas encontradas fazendo edições nos blocos e alterando suas dimensões, arquitetura de copa e inclusão ou remoção de frutos. Isso demandou muito tempo e necessidade de mais pesquisa sobre as ferramentas do software. Outro problema com os blocos é que em muitas vezes a busca por imagens 3D retornam figuras que apresentam duas faces, mas não podem ser consideradas tridimensionais, conforme mostrado na figura 6.

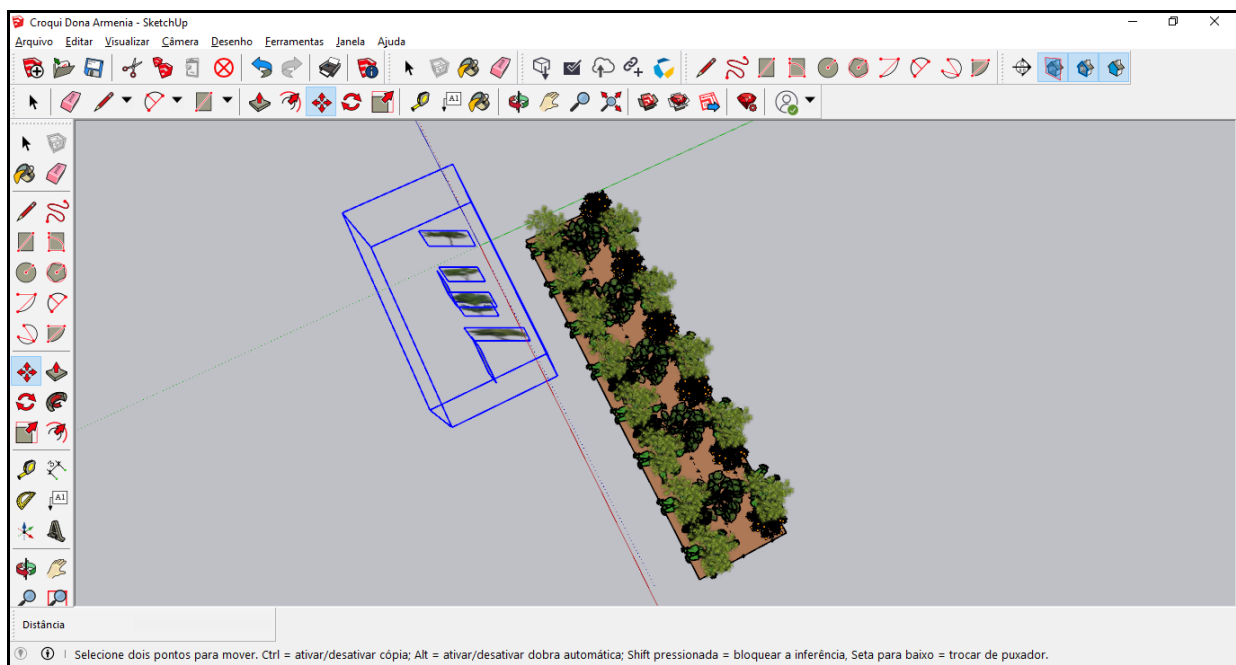


Figura 6: Demonstração de figuras de duas faces classificadas como 3D no SketchUp.

Em resumo, o software SketchUp apresentou uma ótima visualização do modelo de croqui de sistema agroflorestal proposto. Além disso, apesar de ser um software de uso técnico, apresenta uma interface parcialmente amigável e que pode ser compreendida com dedicação e auxílio de diversas aulas online gratuitas disponíveis na internet. Porém, seu alto custo, necessidade de hardwares potentes e dificuldade de encontrar todos os blocos necessários para as ilustrações, o tornam uma ferramenta mais onerosa e que pode requerer a necessidade de contratar um ilustrador gráfico para complementar as imagens não encontradas. Assim, é recomendada em casos que necessitem de projetos mais detalhados e que apresentem viabilidade econômica para seu uso.

6.2.3 SOFTWARE INKSCAPE

O Inkscape é um software livre para editoração eletrônica de imagens e desenhos vetoriais. É uma alternativa gratuita aos conceituados softwares Adobe Illustrator e CorelDRAW. A versão 1.0.1 usada neste trabalho requer 2 GB de memória RAM e não informa requisitos de processador e placa de vídeo. A seleção do Inkscape para ser comparado aos demais softwares se deve ao fato de oferecer mais recursos voltados ao design gráfico em duas dimensões e, ao contrário de seus principais concorrentes, ser um software gratuito e leve.

A figura 7 apresenta o croqui do modelo de sistema agroflorestal representado no software Inkscape com uma vista de cima, ou seja, 90° em relação ao solo. A escolha desta perspectiva foi apresentar mais uma variação de visualização possível nos croquis, com suas vantagens e desvantagens. Porém, neste software poderia ter sido realizada a vista simulando 45° como foi realizada no PowerPoint, assim como no PowerPoint poderia ter sido usada a visão de 90°, inclusive usando as mesmas imagens de plantas em formato PNG. A vantagem da perspectiva em 90° é que as plantas não sobrepõem as entrelinhas, por outro lado, não é possível identificar a estratificação a partir desta visão e a diferenciação das plantas fica mais difícil em alguns casos.

Além de ser gratuito, outra vantagem encontrada no Inkscape em relação aos demais softwares é que ele permite realizar a modelagem em camadas. Isso dá a possibilidade de exibir ou ocultar na mesma figura diferentes camadas, como linhas de plantio, entrelinhas, legenda, plantas de diferentes ciclos, medidas, e outras possibilidades. Essa ferramenta facilita exibir só o que é desejado na imagem, conforme demonstrado na figura 8.

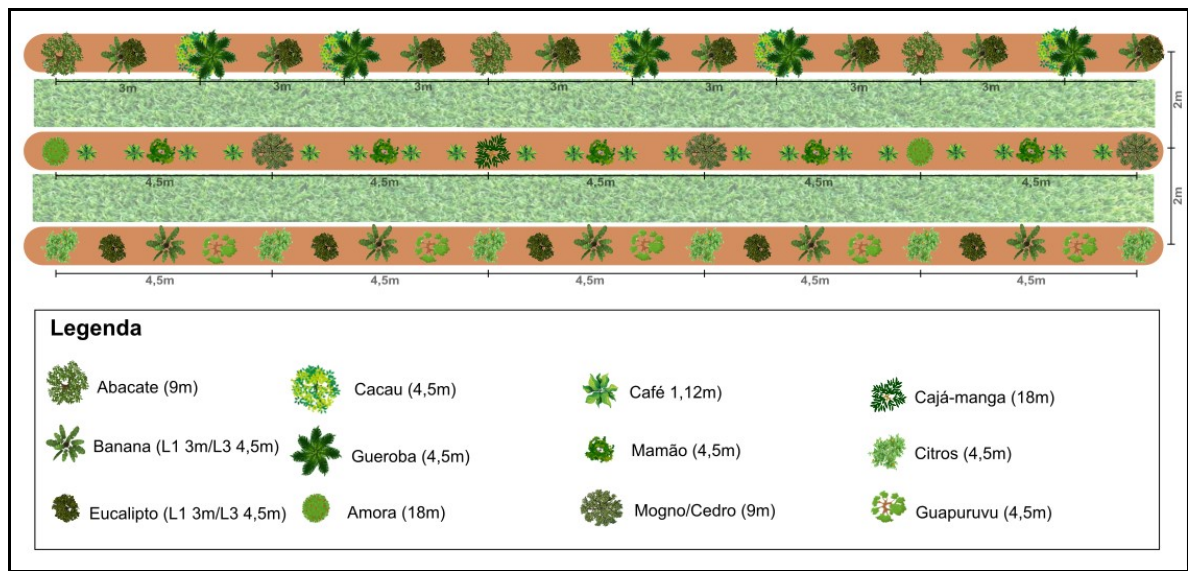


Figura 7: Representação do modelo de sistema agroflorestal no software Inkscape vista de cima (90°).

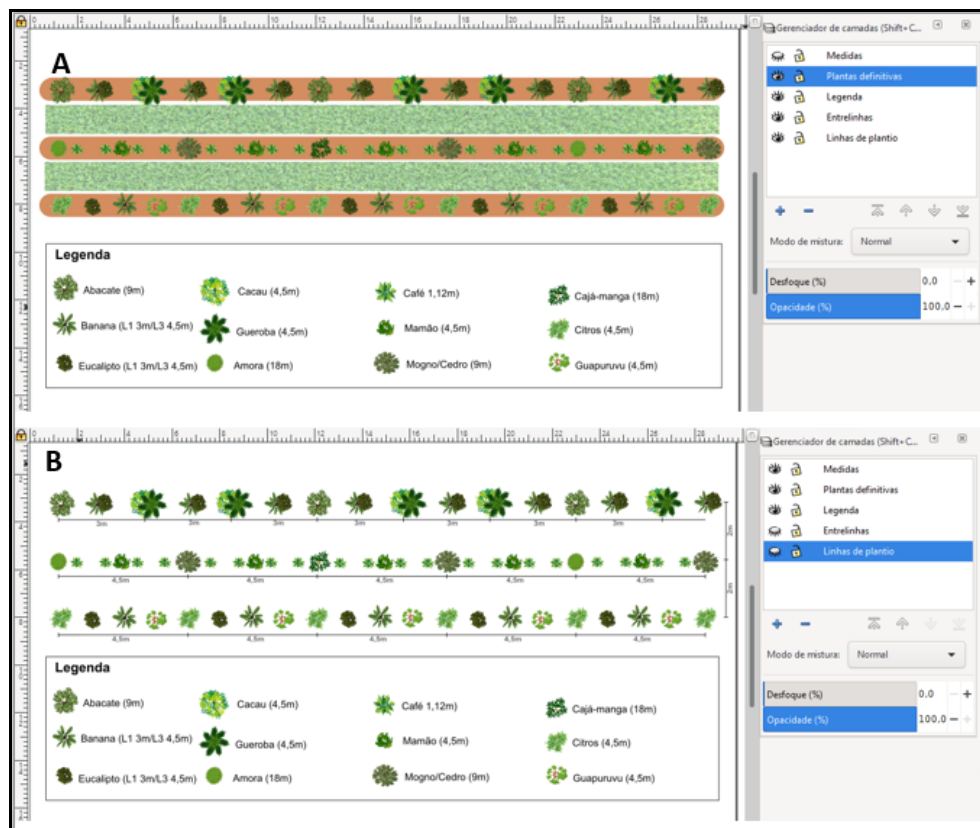


Figura 8: Demonstração de exibição de camadas no Inkscape. (A) camada de medidas ocultada. (B) Camadas de linhas de plantio e entrelinhas ocultadas.

Outra vantagem do software Inkscape é que ele permite agrupar ou desagrupar imagens através de seleção múltipla pelo usuário. Isso facilita o deslocamento e replicação de um grupo de imagens, como uma linha inteira de plantas ou linha de cotas, por exemplo.

Em relação às desvantagens, o Inkscape apresenta dificuldades semelhantes ao PowerPoint. Ele também não apresenta configuração de escala, sendo necessária a criação de uma escala calculada manualmente de acordo com as medidas da página. O software também não apresenta um banco de imagens próprio, havendo necessidade de busca Google e em sites especializados e, em alguns casos, a edição dessas imagens no Paint 3D. Além disso, o Inkscape tem uma interface menos amigável ao usuário que o PowerPoint, necessitando maior dedicação do usuário que não trabalha com softwares de design gráfico ao conhecimento a aplicabilidade das ferramentas disponíveis no software

6.2.4 ANÁLISE GERAL DOS SOFTWARES TESTADOS

Realizados os testes nos três softwares foi possível verificar vários pontos positivos e negativos em cada um deles. Estes aspectos foram determinantes para a escolha do software utilizado na apresentação dos croquis de pequena, média e grande escala. Apesar da excelente apresentação visual do croqui em 3D, o SketchUp não foi escolhido por ter encerrado o período de testes de 30 dias e a inviabilidade de compra desse software. Também foi considerada a lentidão no processo por não ter disponível neste trabalho um computador que pudesse rodar o programa de forma rápida e satisfatória.

Entre os softwares PowerPoint e Inkscape, ambos apresentaram ótimos recursos para modelagem de croquis de sistemas agroflorestais em duas dimensões, podendo em qualquer um deles serem apresentadas as perspectivas de simulação de 45° ou de 90°. O banco de imagens que foi coletado no Google e sites especializados de desenhos e editados no Paint 3D, também pode ser utilizado em qualquer um destes softwares. Assim, apesar dos recursos de camadas e agrupamento de imagens do Inkscape, o ponto decisivo para a escolha final do PowerPoint foi a interface mais amigável ao usuário e a experiência acumulada de uso deste software em trabalhos anteriores, que permitiu maior agilidade na modelagem de croquis. Isso também levando em conta que o software, apesar de ser pago, já estava disponível em compra anterior à realização deste trabalho.

Vale ressaltar que o Inkscape pode ser considerado em escolhas futuras por seu bom desempenho, recursos oferecidos e gratuidade, necessitando apenas de mais aprendizado e treinamento.

6.3 SISTEMATIZAÇÃO DE PROPOSTAS AGROFLORESTAIS

6.3.1 PROPOSTA PARA IMPLANTAÇÃO EM PEQUENAS ÁREAS

Objetivo

Nesta proposta de SAF objetivou-se atender pequenas áreas (até 3 ha), com maior diversidade de espécies e visando diversos ciclos de produção a curto, médio e longo prazos. Este modelo demanda maior intensidade de mão-de-obra e pouca mecanização. Os principais produtos esperados neste modelo são culturas anuais em curto prazo, frutas e café em médio e longo prazos e madeiras nobres em longo prazo.

Design e composição de espécies

O croqui de sistema agroflorestal para pequenas áreas é apresentado na figura 4, é o mesmo utilizado na avaliação da ferramenta Microsoft PowerPoint no item 6.2.1. O design é constituído por 3 linhas com diferentes composições, que se repetem sucessivamente ao longo da área. Caso se opte por aplicar este modelo em outras áreas, é necessário o ajuste do comprimento das linhas, seguindo-se a mesma sequência de espécies e espaçamento propostos. A figura 9 apresenta a composição das entrelinhas, que neste caso é composta basicamente de milho e capim mombaça (*Panicum maximum*).

Para melhor visualização do croqui, na figura 4 optou-se por apresentar apenas as espécies que permanecerão no sistema por um período superior a um ano. Assim, as diversas espécies de ciclo curto recomendadas para este sistema, e que não estão representadas no croqui acima, estão apresentadas na tabela 2.

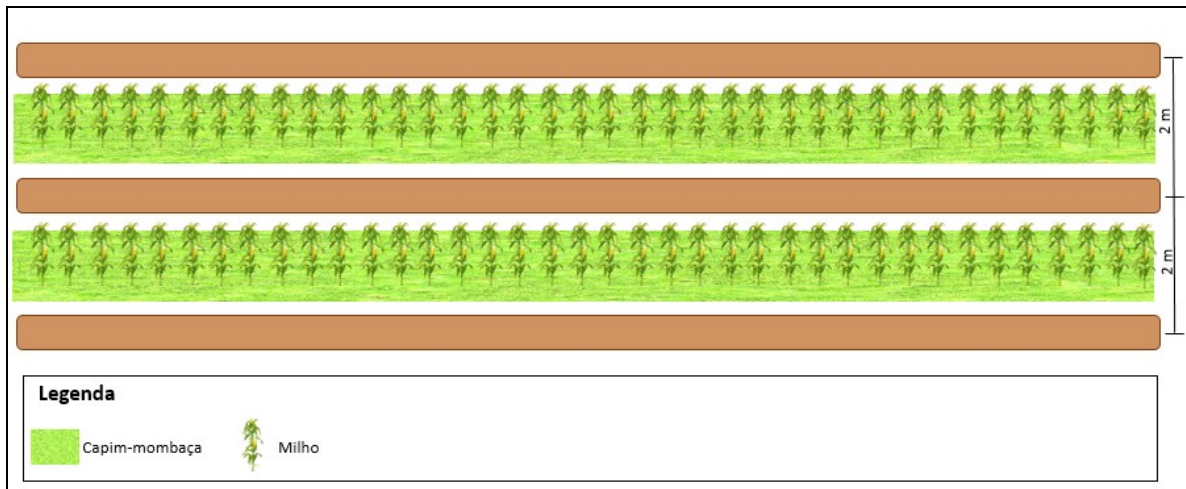


Figura 9: Croqui do módulo de SAF para pequenas áreas (entrelinhas).

O planejamento deste modelo teve como principais direcionadores a composição diversificada de espécies organizadas no espaço e no tempo, e a busca por viabilidade econômica. A colheita de produtos diversificados em vários períodos permite produtividade com menor risco de oscilações de valores de mercado dos produtos e bom aproveitamento da área, respeitando os princípios básicos do modelo de agrofloresta sucessional. Assim, em termos de colheita é possível obter os seguintes produtos:

- Até o primeiro ano: açafrão-da-terra, berinjela, gengibre, mamão, milho e quiabo;
- Entre o primeiro e segundo ano: abacaxi, banana, mamão e mandioca;
- Culturas que terão produção anual após o segundo/terceiro ano: abacate, banana, cacau, café, cajá-manga, citros e gueroba.
- Culturas madeireiras que serão colhidas após o décimo ano: mogno-africano e cedro-australiano.
- Produtos que irão gerar biomassa permanente: capim-mombaça, eucalipto, bananeira e podas das demais culturas sempre que realizadas.

Cabe ressaltar que todas as espécies podem gerar biomassa, porém, algumas com maior potencial. Assim, caberá ao responsável pelo manejo direcionar as espécies que serão mantidas para produção de madeira e/ou frutos ou podadas para produção de biomassa de acordo com a necessidade produtiva e do sistema. Algumas espécies como o eucalipto e bananeira, por exemplo, possuem esta dupla aptidão, sendo boas produtoras de biomassa, podendo também produzir madeira e frutos, respectivamente.

Tabela 2: Espécies do modelo de SAF para pequenas áreas.

Nome popular	Nome científico	Estrato	Ciclo de vida	Espaçamento (m)	Linha (módulo)	Função no sistema
Abacate	<i>Persea americana</i>	Alto	Perene	9	1	Alimento humano, produção de biomassa, atração de fauna e polinizadores
Abacaxi	<i>Ananas</i> spp.	Baixo	Bianual	4,5	1 planta junto a cada semente de guapuruvu na linha 3	Alimento humano, atração de fauna e polinizadores
Açafrão-da-terra	<i>Curcuma longa</i>	Baixo	Perene	0,5	50% das bordas da linha 1	Alimento humano, medicinal
Amora	<i>Morus nigra</i>	Médio	Perene	18	2	Alimento humano, produção de biomassa, atração de fauna e polinizadores
Banana	<i>Musa</i> spp.	Médio/Alto	Perene	3 / 4,5	1 / 3	Alimento humano, produção de biomassa
Berinjela	<i>Solanum melongena</i>	Alto	Semestral	2,25	1 planta em cada espaçamento entre arbóreas na linha 3	Alimento humano, atração de fauna e polinizadores
Cacau	<i>Theobroma cacao</i>	Baixo	Perene	3 / 6	1	Alimento humano, atração de fauna e polinizadores
Café	<i>Coffea</i> spp.	Baixo	Perene	1,12	2	Alimento humano, atração de fauna e polinizadores
Cajamanga	<i>Spondias dulcis</i>	Alto	Perene	18	2	Alimento humano, produção de biomassa
Capim-mombaça	<i>Panicum maximum</i>	Médio	Perene	-	Entrelinhas	Produção de biomassa, forrageiro
Cedro-australiano	<i>Toona ciliata</i>	Emergente	Perene	18	2	Madeireiro, atração de fauna e polinizadores
Citros	<i>Citrus</i> spp.	Médio	Perene	4,5	3	Alimento humano, atração de fauna e polinizadores
Eucalipto	<i>Eucalyptus</i> spp.	Emergente	Perene	3 / 4,5	1 / 3	Madeireiro, produção de biomassa
Gengibre	<i>Zingiber officinale</i>	Baixo	Perene	0,5	50% das bordas da linha 1	Alimento humano, medicinal
Guapuruvu	<i>Schizolobium parahyba</i>	Emergente	Perene	4,5	3	Atração de fauna e polinizadores, produção de biomassa
Gueroba	<i>Syagrus oleracea</i>	Alto	Perene	4,5	1	Alimento humano, atração de fauna e polinizadores
Mamão	<i>Carica papaya</i>	Emergente	Bianual	4,5	2	Alimento humano, atração de fauna e polinizadores
Mandioca	<i>Manihot esculenta</i>	Alto	Anual	1,5	1 planta entre cada espécie arbórea da linha 1	Alimento humano
Milho	<i>Zea mays</i>	Emergente	Semestral	0,2	Entrelinhas	Alimento humano, atração de fauna e polinizadores
Mogno-africano	<i>Khaya ivorensis</i>	Emergente	Perene	18	2	Madeireiro, atração de fauna e polinizadores
Quiabo	<i>Abelmoschus esculentus</i>	Alto	Semestral	2,25	1 planta entre espécies arbóreas da linha 2	Alimento humano, atração de fauna e polinizadores

Em relação à estratificação, o sistema foi planejado de forma que as espécies ocupem todos os estratos nos diferentes ciclos sucessionais. Assim, a sequência de espécies que irão ocupar cada estrato deverá ocorrer simultaneamente da seguinte forma:

- Emergente: inicialmente será ocupado pelo milho, sucedido pelo mamão, depois pelo eucalipto e, finalmente, pelo mogno-africano e o cedro-australiano;
- Alto: inicialmente será ocupado pelo quiabo e berinjela, sucedido pela mandioca e banana e, em seguida, pelo cajá-manga e, posteriormente, pelo abacate;
- Médio: inicialmente pelo capim-mombaça, sucedido pela banana e amora e, finalmente, ocupado pelos citros;
- Baixo: inicialmente ocupado pelo açafrão-da-terra e gengibre, sucedido pelo abacaxi e que, na composição final, será ocupado pelo café e cacau.

Aspectos operacionais

No modelo proposto, é possível que seja realizado o preparo do solo de forma mecanizada, semi-mecanizada ou manual, a depender dos recursos disponíveis e das condições de relevo e solo. Por se tratar de áreas menores, o uso de roçadeira costal, tratorito e motocultivador podem ter um bom custo-benefício para o preparo do solo, mas, havendo a disponibilidade de um trator com grade niveladora e sulcador, o preparo pode ser mais ágil e menos exaustivo.

Após o preparo do solo, as atividades de plantio, manejos de poda e colheitas necessitarão de atividade manuais ou semi-mecanizadas. Conforme os espaçamentos mais adensados entre as linhas de plantio e a diversidade de plantas, o manejo das entrelinhas poderá ser realizado com roçadeira costal e rastelo manual, este último para efeito de concentração da biomassa nas linhas de plantio. As podas poderão ser realizadas com auxílio de motosserra, serra manual, facão e tesoura de poda e a organização do material nas linhas de plantio feita manualmente. Outro equipamento que pode potencializar o trabalho de poda e organização da biomassa é um triturador, que apesar representar um investimento mais alto, pode otimizar principalmente a ciclagem de nutrientes na área. As colheitas necessitarão serem feitas manualmente.

Aplicação do modelo

Este modelo proposto foi aplicado na Chácara Dona Armênia, no município de Estrela do Sul-MG, em uma área de 0,3 hectares. Esta propriedade possui cerca de 50 ha e teve nas últimas décadas a pecuária extensiva como principal atividade econômica. Sem aplicação de práticas

conservacionistas de forma adequada, a chácara passou a apresentar problemas com a redução do volume de água no córrego que atravessa a propriedade. Assim, os proprietários buscaram alternativas para aliar as atividades econômicas com o melhoramento do solo e dos recursos hídricos, dentre elas o Sistema Agroflorestal.

A implantação da área foi realizada em novembro de 2019 e acompanhada até o início das primeiras chuvas em outubro de 2020, conforme demonstrado na figura 10. Os resultados obtidos na área nesse período foram satisfatórios, alcançando boas produtividades das culturas anuais, e um bom estabelecimento das culturas perenes.



Figura 10: SAF de pequena área (0,3 ha) em Estrela do Sul-MG. (A) Implantação em novembro de 2019. (B) Manejo da área em outubro de 2020.

6.3.2 PROPOSTA PARA IMPLANTAÇÃO EM MÉDIAS ÁREAS

Objetivo

Esta proposta foi planejada visando atender médias áreas (entre 3,1 e 10 ha), com sistemas agroflorestais voltados para produção de madeira, café e frutíferas de maior valor comercial. Este modelo tem como objetivo permitir maior mecanização em função dos espaçamentos e composição de espécies.

Design e composição de espécies

A Figura 11 apresenta o croqui de sistema agroflorestal projetado para áreas entre 3,1 e 10 ha, sendo este elaborado através da ferramenta Microsoft PowerPoint. O módulo neste caso é composto por 4 linhas sendo que a linha B, composta por café e eucalipto, se repete duas vezes em cada módulo alternando com as linhas A e C, que por sua vez são compostas por espécies madeireiras e frutíferas. Assim, um módulo é composto pela sequência de linhas ABCB.

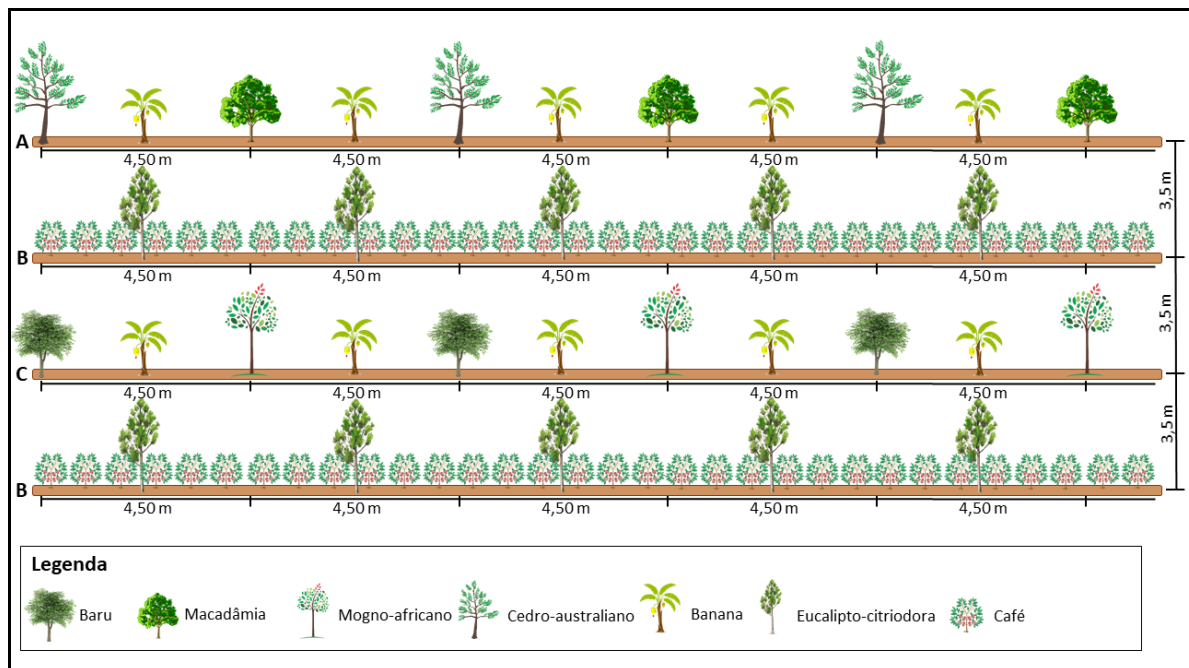


Figura 11: Croqui do módulo de SAF para médias áreas.

A composição das entrelinhas, apresentada na figura 12, é formada pelo capim-mombaça, que tem como função principal a produção de biomassa para as linhas de plantio e cobertura do solo, e o milho, que produz alimento em um ciclo rápido além da palhada no término de seu ciclo.

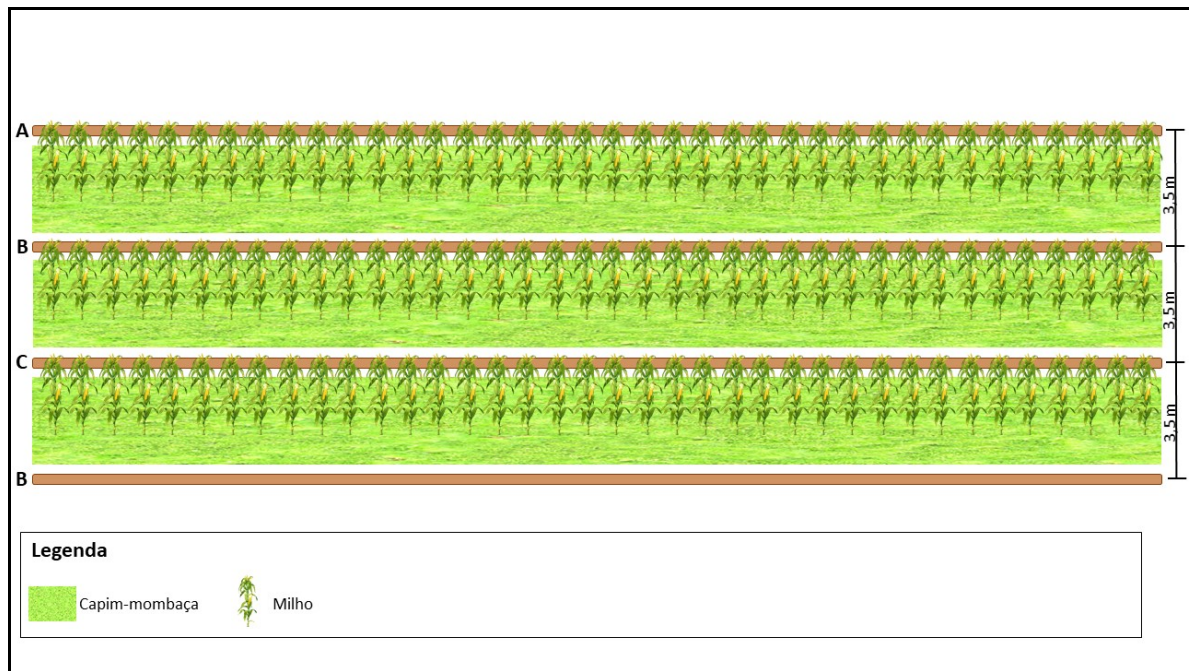


Figura 12: Croqui do módulo de SAF para médias áreas (entrelinhas).

O modelo de SAF apresentado para médias áreas é composto por nove espécies, detalhadas na tabela 3. Apesar de menor variedade de espécies, esse modelo permite uma colheita de milho em curto prazo; colheitas de castanha de macadâmia, castanha de baru e café em médio e longo prazos; e madeiras de mogno-africano e cedro-australiano em longo prazo. O planejamento da estratificação foi estabelecido para que ocorra da seguinte forma:

- Emergente: inicialmente o será ocupado pelo milho, seguido pelo eucalipto e depois pelo mogno-africano e o cedro-australiano;
- Alto: será ocupado pelo baru e a macadâmia;
- Médio: inicialmente pelo capim-mombaça e sucedido pela banana;
- Baixo: será ocupado pelo café.

É interessante ressaltar que a principal diferença deste sistema para o anterior projetado para áreas menores, é que a composição é bem mais simplificada, menos biodiversa, e os espaçamentos objetivam a realização do maior número possível de atividades mecanizadas.

Tabela 3: Espécies do modelo de SAF para médias áreas.

Nome popular	Nome científico	Estrato	Ciclo de vida	Espaçamento (m)	Linha (módulo)	Função no sistema
Banana	<i>Musa</i> spp.	Médio/Alto	Perene	4,5/4,5	A/C	Alimento humano, produção de biomassa
Baru	<i>Dipteryx alata</i>	Alto	Perene	9	C	Alimento humano, atração de fauna e polinizadores
Café	<i>Coffea</i> spp.	Baixo	Perene	0,75	B	Alimento humano, atração de fauna e polinizadores
Capim-mombaça	<i>Panicum maximum</i>	Médio	Perene	-	Entrelinhas	Produção de biomassa, forrageiro
Cedro-australiano	<i>Toona ciliata</i>	Emergente	Perene	9	A	Madeireiro, atração de fauna e polinizadores
Eucalipto	<i>Eucalyptus</i> spp.	Emergente	Perene	4,5	B	Madeireiro, produção de biomassa
Macadâmia	<i>Macadamia integrifolia</i>	Alto	Perene	9	A	Alimento humano, atração de fauna e polinizadores
Milho	<i>Zea mays</i>	Emergente	Semestral	0,2	Entrelinhas	Alimento humano, atração de fauna e polinizadores
Mogno-africano	<i>Khaya ivorensis</i>	Emergente	Perene	9	C	Madeireiro, atração de fauna e polinizadores

Aspectos operacionais

No modelo de SAF apresentado para médias áreas, é possível realizar a mecanização de alguns processos que não eram possíveis no modelo de pequenas áreas. Neste croqui, além de ser possível a realização de preparo de solo mecanizado, há possibilidade de realizar a roçagem das entrelinhas e o enleiramento da palha com trator, pois o espaçamento de 3,5m entre as linhas de

plantio permite este tipo de manejo. Além disso, optando-se pelo corte do eucalipto para biomassa ou madeira nos 3 primeiros anos, é possível realizar a colheita do café também de forma mecanizada.

As podas de condução, estratificação e produção de biomassa, juntamente com a colheita de frutos das linhas A e C necessitam ser realizadas manualmente. No entanto, para processamento e organização da biomassa pode-se optar pelo processo semi-mecanizado, que consiste no uso de um triturador de galhos que se acopla como um implemento ao trator. Sendo assim, é necessário a introdução manual dos galhos no triturador, mas o orifício de saída do material triturado pode ser direcionado diretamente para as linhas de plantio, já cumprindo assim a função de concentração deste material no local desejado.

Aplicação do modelo

Este modelo foi planejado para ser implementado em uma propriedade no município de Corumbáiba-GO, em uma área aproximada de 6 ha. Porém por questões técnicas e operacionais o projeto não foi executado até o momento.

6.3.3 PROPOSTA PARA IMPLANTAÇÃO EM GRANDES ÁREAS

O modelo de sistema agroflorestal voltado para grandes áreas apresentado neste item foi uma proposta idealizada pela fazenda Mata do Lobo, no município de Rio Verde-GO, que contou, inicialmente, com a consultoria de Ernest Götsch. A fazenda Mata do Lobo é uma propriedade voltada para a produção convencional de grãos com área total de 2400 ha e atualmente conta com cerca de 40 ha implantados com sistemas agroflorestais. O projeto foi iniciado com um sistema voltado para a produção de grãos e outro para o café, este último é onde os esforços estão mais voltados atualmente. Os dados coletados neste trabalho foram obtidos através de uma videoconferência realizada com Maria Vitória, que pertence à família proprietária da fazenda, em novembro de 2020 e através da rede social da propriedade no Instagram (@fazendamatadolobo). Neste item será apresentado o sistema voltado para a produção de café.

Objetivo

O principal objetivo deste modelo é a produção de café e madeira, planejado de forma a aliar o uso de tecnologias agrícolas já existentes na Fazenda Mata do Lobo e desenvolver adaptações de máquinas e tecnologias para viabilizar a produção agroflorestal em grandes áreas.

Design e composição de espécies

O projeto voltado para café e madeira na Fazenda Mata do Lobo conta atualmente com quatro diferentes croquis, que foram implantados em diferentes momentos e aprimorados de acordo com o aprendizado obtido. Na figura 13, item A, está representado o primeiro sistema, desenhado em parceria com Ernest Götsch. Nos itens B, C e D da figura 13 estão os sistemas que foram desenhados sucessivamente após o aprendizado com as experiências anteriores. Todos esses croquis foram modelados no software Excel (Microsoft) pela Fazenda Mata do Lobo.

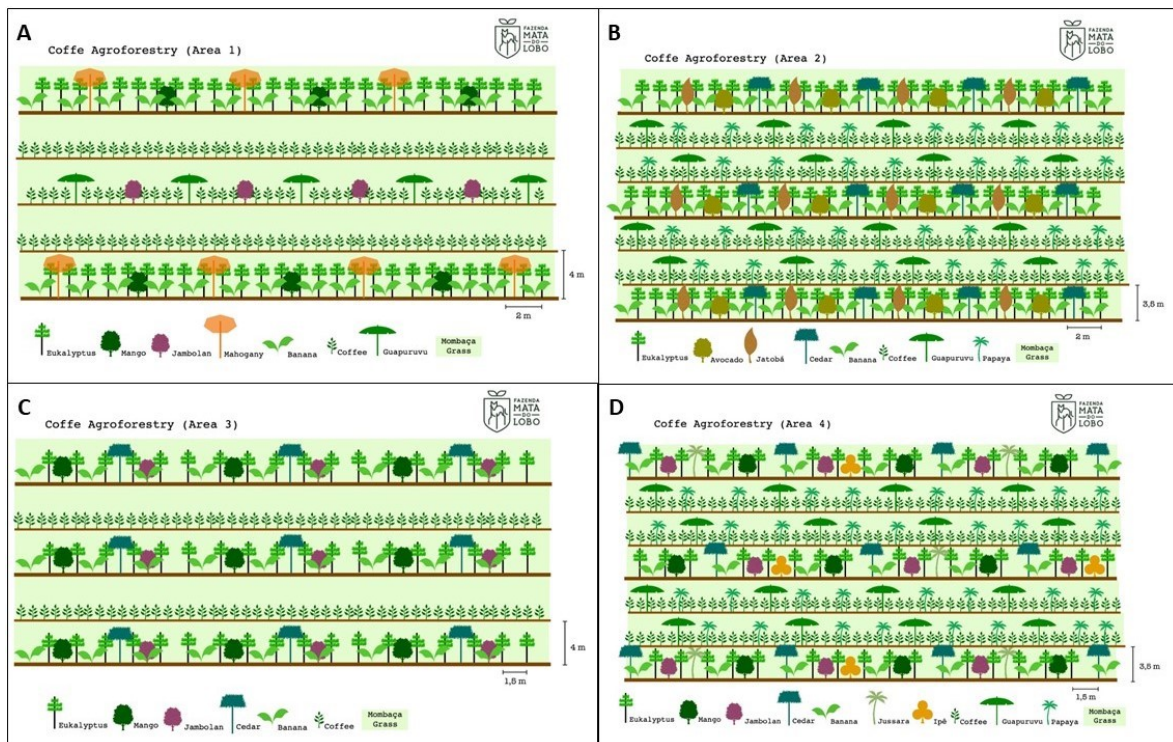


Figura 13: Croquis de SAF com foco em café e madeira implantados na fazenda Mata do Lobo modelados no software Excel. Fonte: Fazenda Mata do Lobo.

O croqui denominado como área 4, representado na figura 13 (D), foi implantado em seis hectares da propriedade e atualmente está sendo ampliado em mais dez hectares. Portanto, para permitir melhor detalhamento, visualização de espaçamentos e composição de espécies, foi modelado no PowerPoint nos mesmos parâmetros das apresentações anteriores (figura 14).

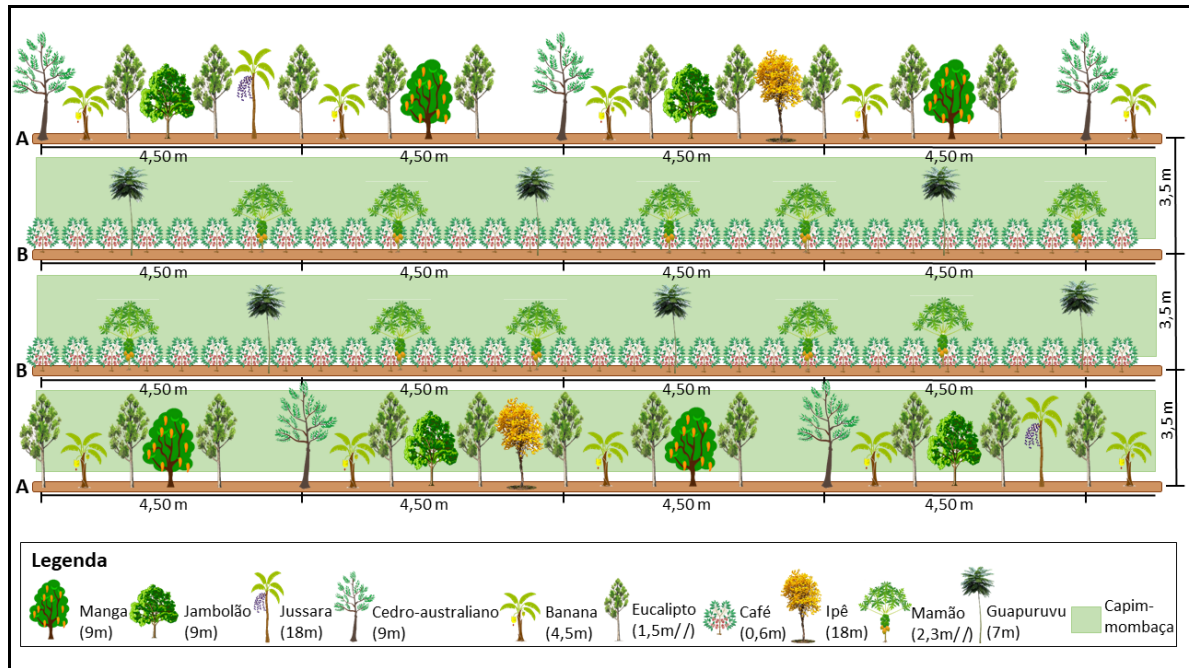


Figura 14: Croqui de SAF com foco em café e madeira da área 4 da Fazenda Mata do Lobo modelado no software PowerPoint.

Nesse sistema é possível que haja colheita de mamão e banana a partir do primeiro ano, seguido do café e manga a partir do terceiro ano e, a partir de 5 anos, é possível colheita de madeiras e palmito e açaí da juçara. O tempo das madeiras pode variar de acordo com o uso que será destinado ou mesmo ser utilizada apenas para biomassa, como pode ocorrer com alguma frutíferas também.

As espécies que compõem esse sistema estão descritas com suas principais características na tabela 4 e estratos desse sistema podem ser ordenados da seguinte forma:

- Emergente: inicialmente o será ocupado pelo mamão, seguido pelo eucalipto e o guapuruvu e finalmente pelo ipê e o cedro-australiano;
- Alto: será ocupado pela manga, jambolão e a juçara;
- Médio: inicialmente pelo capim-mombaça e sucedido pela banana;
- Baixo: será ocupado pelo café.

Tabela 4: Espécies do modelo de SAF para grandes áreas.

Nome popular	Nome científico	Estrato	Ciclo de vida	Espaçamento (m)	Linha (módulo)	Função no sistema
Banana	<i>Musa</i> spp.	Médio/Alto	Perene	4,5	A	Alimento humano, produção de biomassa
Café	<i>Coffea</i> spp.	Baixo	Perene	0,6	B	Alimento humano, atração de fauna e polinizadores
Capim-mombaça	<i>Panicum maximum</i>	Médio	Perene	-	Entrelinhas	Produção de biomassa, forrageiro
Cedro-australiano	<i>Toona ciliata</i>	Emergente	Perene	9	A	Madeireiro, atração de fauna e polinizadores
Eucalipto	<i>Eucalyptus</i> spp.	Emergente	Perene	1,5	A	Madeireiro, produção de biomassa
Guapuruvu	<i>Schizolobium parahyba</i>	Emergente	Perene	7	B	Atração de fauna e polinizadores, produção de biomassa
Ipê	<i>Handroanthus</i> spp.	Emergente	Perene	18	A	Atração de fauna e polinizadores; Potencial Madeireiro; produção de biomassa
Jambolão	<i>Syzygium cumini</i>	Alto	Perene	9	A	Produção de Biomassa; Atração de fauna e polinizadores
Juçara	<i>Euterpe edulis</i>	Alto	Perene	18	A	Alimento humano; Atração de fauna e polinizadores
Mamão	<i>Carica papaya</i>	Emergente	Bianual	2,3	B	Alimento humano, atração de fauna e polinizadores
Manga	<i>Mangifera indica</i>	Alto	Perene	9	A	Alimento humano; Produção de Biomassa; Atração de fauna e polinizadores

Aspectos operacionais

O modelo de sistema criado e implementado pela fazenda Mata do Lobo objetiva a maior mecanização possível dos tratos culturais. Portanto desde o preparo do solo emprega-se implementos acoplados ao trator como roçadeira, subsolador e enxada rotativa.

Todas as áreas implantadas na fazenda seguiram a estratégia de plantio de capim no primeiro ano e só no ano seguinte é realizado o plantio das espécies arbóreas e do café. Isso faz com que o capim inicie um processo de melhoria das condições físicas e biológicas do solo, além de fornecer biomassa para cobertura das linhas de plantio no segundo ano. Para o corte e enleiramento do capim nas linhas de plantio é usada uma trincha ecológica acoplada ao trator (Figura 15 A).

Para as podas apicais é usada uma plataforma elevatória e o corte é realizado por um operador com motosserra (Figura 15 B). As podas de galhos e parte apical das árvores são trituradas em um triturador acoplado ao trator, que já direciona o material diretamente para as linhas de plantio (Figura 15 C).



Figura 15: Manejo agroflorestal na Fazenda Mata do Lobo. (A) Trincha ecológica. (B) Plataforma elevatória para poda apical. (C) Triturador de galhos acoplado ao trator. Fonte: Instagram (@fazendamataadolobo).

Aplicação do modelo

O modelo de sistema agroflorestal de grandes áreas apresentado está implantado na Fazenda Mata do Lobo e teve sua primeira área iniciada em 2017. Atualmente a fazenda conta com cerca de 40 hectares de áreas agroflorestais implantadas (Figura 16).



Figura 16: Área agroflorestal implantada na Fazenda Mata do Lobo em Rio Verde-GO. (A) Foto de setembro de 2017. (B) Foto de janeiro de 2020. Fonte: Instagram (@fazendamataadolobo).

7 CONCLUSÕES

A consolidação da planilha de espécies destinadas à composição de sistemas agroflorestais na região do cerrado, a partir da síntese de diferentes materiais bibliográficos, apresenta-se como uma ferramenta interessante para auxiliar o planejamento de sistemas dessa natureza.

O emprego dos softwares PowerPoint, SkethUp e Inkscape, visando a elaboração de croquis, possibilitou destacar aspectos positivos e negativos dos mesmos, demonstrando que apresentam potenciais diferentes de utilização para este fim. O software PowerPoint se destacou positivamente por seu conjunto de ferramentas, acessibilidade e plataforma amigável e o SkethUp se destacou pela maior versatilidade, maior facilidade na definição de escala e espaçamentos.

A sistematização das propostas de sistemas agroflorestais em diferentes escalas evidenciou a plasticidade destes sistemas de cultivo, sendo necessário ajustes e adaptações conforme as dimensões e características logísticas de cada área a ser implantada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, D. S. **Alguns princípios de sucessão natural aplicados ao processo de recuperação.** In: Recuperação ambiental da Mata Atlântica [online]. 3rd ed. rev. and enl. Ilhéus, BA: Editus, 2016.

ALMEIDA, S. P.; PROENÇA, C. E. B.; SANO, S. M.; RIBEIRO, J. F. **Cerrado: espécies vegetais úteis.** Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998.

ALTIERI, M. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável.** 3.ed. rev. ampl. São Paulo, Rio de Janeiro: Expressão Popular, 2012.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Instrução Normativa n. 4, de 8 de setembro de 2009. Diário Oficial da União, 10 de setembro de 2009.

CARVALHO, A. M. X. **Estatística Experimental e Observacional: uma nova e explicativa abordagem voltada para a ciência do solo.** 1a Ed. Viçosa: Editora da UFV, 2021.

COELHO, G. C. **Sistemas Agroflorestais.** São Carlos: RiMa Editora, 2012.

CORREIA NETO, N. E; MESSERSCHMIDT, N. M.; STEENBOCK, W.; MONNERAT, P. F. **Agroflorestando o mundo de facão a trator.** Barra do Turvo, 2016. Disponível em <<https://www.cooperafloresta.com/publicaes>>. Acesso em novembro de 2020.

DIAMOND, J. **Colapso: como as sociedades escolhem o fracasso ou o sucesso.** Tradução de Alexandre Raposo. 5ª ed. Rio de Janeiro, São Paulo: Editora Record, 2007.

EMBRAPA. **Espécies Vegetais para Recuperação.** Disponível em <<https://www.embrapa.br/codigo-florestal/especies-nativas-para-recuperacao>>. Acesso em novembro de 2020.

EMBRAPA – Gado de Corte. **Espécies de fragmentos florestais em Mato Grosso do Sul.** Disponível em < <http://saf.cnpgc.embrapa.br/02arvores.html#S>>. Acesso em novembro de 2020.

FEIDEN, A. Agroecologia: Introdução e Conceitos em **Agroecologia: princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável**, ed. AQUINO, A. M.; ASSIS, R. L. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005.

Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: < <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/> >. Acesso em: 12 nov. 2020.

HIRAKURI, M. H.; DEBIASI, H.; PROCÓPIO, FRANCHINI, J. C.; CASTRO, C. **Sistemas de produção: conceitos e definições no contexto agrícola.** Londrina, EMBRAPA, 2012.

IBAMA. Relatórios de comercialização de agrotóxicos. Disponível em < <https://www.ibama.gov.br/agrotoxicos/relatorios-de-comercializacao-de-agrotoxicos#boletinsanuais>>. Acesso em junho de 2019.

IBGE. Censo Agropecuário 2017. Disponível em < <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/21814-2017-censo-agropecuario.html?=&t=downloads>>. Acesso em julho, 2019.

IEMA-ES. Instituto de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Espírito Santo. Disponível em < <https://iema.es.gov.br/Media/iema/Downloads/GRN/Core/Lista%20de%20especies%20nativas%20recomendadas%20para%20restauracao.xls>>. Acesso em novembro de 2020.

KHATOUNIAN, C. A. **A reconstrução ecológica da agricultura.** Botucatu: Agroecológica, 2001.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil, Vol. 1.** 7. Ed. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2016a.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil, Vol. 2.** 5. Ed. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2016b.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil, Vol. 3.** 2. Ed. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2016c.

LORENZI, H.; BACHER, L. B.; TORRES, M. A. V. **Árvores e arvoretas exóticas no Brasil: madeiras, ornamentais e aromáticas.** Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2018.

MICCOLIS, A.; PENEIREIRO, F. M.; MARQUES, H. R.; VIEIRA, D. L. M.; ARCO-VERDE, M. F.; HOFFMANN, M. R.; REHDER, T.; PEREIRA, A. V. B. **Restauração Ecológica com Sistemas Agroflorestais: como conciliar conservação com produção. Opções para Cerrado e Caatinga.** Brasília: Instituto Sociedade, População e Natureza – ISPN/Centro Internacional de Pesquisa Agroflorestal – ICRAF, 2016.

NARDELE, M.; CONDE, I. Apostila Sistemas Agroflorestais. Disponível em <<https://www.projeto flora.org/biblioteca>>. Acesso em junho, 2019.

PENEIREIRO, F. M.; AMADOR, D. B.; MARÇAL, M. F. M.; PINHO, R. Z.; RAMOS FILHO, L. O.; CANUTO, J. C.; JUNQUEIRA, R. B.; PELEGRINI, J. B.; LIMA, C. C. P.; VIEIRA, H. B.; NOBRE, H. G.; FRANCO, V. F. **Liberdade e vida com Agrofloresta.** Superintendência Regional do IINCRA em São Paulo. São Paulo, 2008.

RIBEIRO, N.; SITO, A. A.; GUEDES, B. S.; STAIS, C. Manual de silvicultura tropical. Publicado com apoio da FAO, Projecto GCP/Moz/056/Net. 2002. 130p. Disponível em

<https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/silvicultura2_000g7dvzi9202wx5ok0wtedt3bo11r6z.pdf>. Acesso em novembro de 2020.

SCHENEIDER, A. A. **A flora naturalizada no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil: herbáceas subespontâneas**. Revista Brasileira de Biociências, Porto Alegre, v. 15, n. 2, p. 257-268, 2007.

STEENBOCK, W; VEZZANI, F. M. **Agrofloresta: aprendendo a produzir com a natureza**. Curitiba: Fabiane Machado Vezzani, 2013.

VIEIRA, D. L. M. (org.); DOURADO, B. F.; MOREIRA, N. S. (org.); FIGUEIREDO, I. B. (org.); PEREIRA, A. V. B.; OLIVEIRA, E. L. (org.). **Agricultores que plantam árvores no Cerrado**. Brasília: WWF Brasil, 2014.

VIVAN, J. L. **Agricultura e Florestas: princípios de uma interação vital**. Guaíba: Agropecuária, 1998.

ZAMBERLAM, J.; FRONCHETI, A. **Agroecologia: caminho de preservação do agricultor e do meio ambiente**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2012.