

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS
GERAIS – *CAMPUS* BAMBUÍ
BACHARELADO EM AGRONOMIA

Thaynara Lopes De Oliveira

**COMPONENTE ARBÓREO EM SISTEMAS DE INTEGRAÇÃO LAVOURA
PECUÁRIA FLORESTA: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

BambuÍ
2022

THAYNARA LOPES DE OLIVEIRA

**COMPONENTE ARBÓREO EM SISTEMAS DE INTEGRAÇÃO LAVOURA
PECUÁRIA FLORESTA: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Agronomia do Instituto Federal de Minas Gerais – *Campus Bambuí* – MG para a obtenção do grau de bacharel em Engenharia Agrônômica.

Orientadora: Prof. MSc. Maria Carolina Gaspar Botrel

Coorientador: Arnon Henrique Campos Arnésio

Catálogo na Fonte Biblioteca IFMG - Campus Bambuí

O48c Oliveira, Thaynara Lopes de.
Componente arbóreo em sistemas de integração lavoura pecuária floresta: revisão bibliográfica. / Thaynara Lopes de Oliveira. – 2022. 40 f.; il.: color.

Orientadora: Maria Carolina Gaspar Botrel.
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus Bambuí, MG, Curso Bacharelado em Agronomia, 2022.

1. Integração Lavoura-Pecuária-Floresta. 2. ILPF. 3. Componente arbóreo. I. Botrel, Maria Carolina Gaspar. II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus Bambuí, MG. III. Título.

CDD 634.92


MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS GERAIS
Campus Bambuí
Diretoria de Ensino
Departamento de Ciências Agrárias
Faz. Varginha - Rodovia Bambuí/Medeiros - Km 05 - Caixa Postal 05 - CEP 38900-000 - Bambuí - MG
37 3431 4900 - www.ifmg.edu.br

DECLARAÇÃO

Título do Trabalho de Conclusão de Curso:

“COMPONENTE ARBÓREO EM SISTEMAS DE INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUÁRIA FLORESTA:
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA”

Aluna: Thaynara Lopes De Oliveira

Data de aprovação: 24/08/2022

Banca Examinadora


- **Orientador:** Professora Maria Carolina Gaspar Botrel


- **Membro:** Professor Marcus Vinícius Duarte


- **Membro:** Konrad Passos e Silva

Bambuí, 24 de agosto de 2022.

 Documento assinado eletronicamente por **Maria Carolina Gaspar Botrel, Professora**, em 24/08/2022, às 10:10, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.

 Documento assinado eletronicamente por **Marcus Vinicius Duarte, Professor**, em 24/08/2022, às 10:47, logotipo conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.

 Documento assinado eletronicamente por **Konrad Passos e Silva, Técnico em Agropecuária**, em logotipo 29/08/2022, às 10:49, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.

 A autenticidade do documento pode ser conferida no site <https://sei.ifmg.edu.br/consultadocs>
Assinatura informando o código verificador **1297802** e o código CRC **64A68EA2**.

23209.004838/2021-74

1297802v1

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus pelo dom da vida, pela oportunidade, força de vontade e coragem para superar todos os meus desafios e chegar até aqui, sem ele nada seria possível.

Aos meus pais, Rildo Menino Oliveira e Taisa Cristina Lopes de Oliveira, por acreditarem em mim e por todo apoio, fundamental para meu caminhar.

Gratidão a meus avós por todo carinho e cuidado, durante o processo.

A todos meus familiares, em especial minha tia Rosinei Maria, pela preocupação e carinho.

Ao meu namorado, Gustavo Cintra Santos, pela assitência, paciência e compreensão nos momentos de ausência.

Sou muito grata à professora Maria Carolina Gaspar Botrel, por ter aceitado ser minha orientadora, por todo aporte e diretriz para a conclusão desse trabalho, e por sempre estar disposta a contribuir para meu aprendizado. Ao Árnor Henrique, meu coorientador, pela confiança e orientação.

Ao Instituto Federal de Minas Gerais – *Campus* Bambuí pela chance e todas as ferramentas necessárias que me permitiram chegar hoje, ao final desse ciclo, de maneira satisfatória.

A todos os meus professores do IFMG pelos ensinamentos, durante esses cinco anos.

E a todos os meus amigos pelas trocas de experiências e risadas, ao longo desses cinco anos.

“O Senhor é a minha força e o meu escudo; nele o meu coração confia, e dele recebo ajuda. Meu coração exulta de alegria, e com o meu cântico lhe darei graças”
(Salmos 28:7).

“Mas, sejam fortes e não desanimem, pois o trabalho de vocês será recompensado.”
(2 Crônicas 1:7)

RESUMO

OLIVEIRA. Thaynara Lopes de. **Como as árvores estão implantadas e manejadas dentro de sistemas ILPF: uma revisão bibliográfica.** Bambuí: IFMG *campus* Bambuí, 2022. 40 p.

O sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) tem sido uma alternativa social, economicamente viável, pois adota sistemas de manejo que promovem melhorias na qualidade do solo, aumento dos estoques de carbono, recuperação de áreas agrícolas degradadas, com base no sinergismo dos componentes do sistema produtivo. Portanto, esse trabalho teve como objetivo principal fazer um levantamento bibliográfico sobre o sistema ILPF, dando ênfase ao componente arbóreo. A metodologia adotada baseia-se em uma revisão bibliográfica, utilizando artigos das bases de dados SciELO, Periódico CAPES, Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD) e Google Acadêmico. Foi considerado o comportamento das espécies arbóreas dentro de sistemas ILPF das informações, dos últimos 10 anos. Os componentes arbóreos estudados no presente trabalho foram as espécies florestais *Eucalyptus* spp. (eucalipto), *Pinus elliottii* (pinus), *Khaya* spp. (mogno-africano), *Toona ciliata* (cedro australiano), *Tectona grandis* (teca), *Acacia mangium* (ácacia) e *Hevea brasiliensis* (seringueira), que apresentam um importante papel dentro dos sistemas de integração no que diz respeito ao manejo adequado do solo, além do seu papel econômico devido às diversas utilizações da madeira.

Palavras-chave: Integração Lavoura-Pecuária-Florestas. ILPF. Componente arbóreo. Arranjo no ILPF.

ABSTRACT

OLIVEIRA. Thaynara Lopes de. **How trees are deployed and managed within ICLF systems: a literature review.** Bambuí: IFMG *campus* Bambuí, 2022. 40 p.

The integrated crop-livestock-forest system (ICLF) has been a socially and economically viable alternative, as it adopts management systems that promote improvements in soil quality, increase in carbon stocks, recovery of degraded agricultural areas, based on synergism of the components of the productive system. Therefore, this work had as main objective to perform a bibliographic survey about the ICLF system, emphasizing the arboreal component. The methodology adopted is based on a bibliographic review using papers from SciELO, CAPES Periodical, Digital Library of Theses and Dissertations (BDTD), and Google Scholar databases. The behavior of tree species within ICLF systems was considered from the information of the last 10 years. The tree components studied in the present work were the forest species *Eucalyptus* spp. (eucalyptus), *Pinus elliottii* (pine), *Khaya* spp. (African mahogany), *Toona ciliata* (Australian cedar), *Tectona grandis* (teak), *Acacia mangium* (acacia), and *Hevea brasiliensis* (rubber tree), which play an important role within the integration systems about proper soil management, in addition to its economic role due to the various uses of wood.

Keywords: Integrated Crop-Livestock-Forests. ILPF. Tree component. Arrangement in ILPF.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	OBJETIVOS	11
2.1	Objetivo geral	11
2.2	Objetivos específicos.....	11
3	METODOLOGIA	12
4	REFERENCIAL TEÓRICO	13
4.1	Sistema de Integração Lavoura Pecuária Florestal	13
4.2	Vantagens ILPF	15
4.3	Desafios ILPF	16
4.4	As árvores dentro do sistema de ILPF	17
4.4.1	<i>Eucalipto</i>	18
4.4.2	<i>Pinus</i>	21
4.4.3	<i>Cedro Australiano</i>	23
4.4.4	<i>Mogno-africano</i>	25
4.4.5	<i>Teca</i>	27
4.4.6	<i>Acácia</i>.....	28
4.4.7	<i>Seringueira</i>	30
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	32
	REFERÊNCIAS	33

1 INTRODUÇÃO

Sérios problemas de degradação ambiental, aliados ao manejo inadequado do solo, têm levado a baixa produtividade das culturas agrícolas e esgotamento do solo, ao longo do tempo; além disso, grande pressão social sobre a terra, exigência de maior eficiência tecnológica e maximização produtiva vêm tomando conta do setor agropecuário que também exige aumento da produtividade, aliada à conservação ambiental (MACHADO *et al.*, 2017; LIMA; GAMA, 2018). Atualmente, o consumidor também se preocupa muito com os processos geradores dos produtos que serão consumidos; dessa forma, buscam-se alternativas para evitar a necessidade de incorporação de novas áreas ao sistema produtivo, e reabilitar as que se encontram em processo de degradação.

O Sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) insere-se nesse contexto, como uma alternativa social e economicamente viável que adota sistemas de manejo mais sustentáveis, destaca-se pelo potencial de promover melhorias na qualidade do solo, em especial, no que diz respeito ao aumento dos estoques de carbono, em curto e médio prazo (GAZOLLA *et al.*, 2015; SACRAMENTO *et al.*, 2013). Esse sistema objetiva a mudança do manejo da terra, principalmente em locais onde monocultivos estão perdendo desempenho, como em áreas de pastagens degradadas, e fundamenta-se na associação e sinergismo dos componentes do sistema produtivo, de forma a alcançar patamares elevados de qualidade do produto, qualidade ambiental e competitividade (BALBINO *et al.*, 2012a).

O sistema ILPF trata-se da utilização de diferentes sistemas produtivos, agrícolas, pecuários e florestais, dentro de uma mesma área. Os plantios que envolvem a produção de grãos, fibras, madeira, energia, leite ou carne, em uma mesma área, podem ser em rotação, consorciação e/ou sucessão, sendo instalados e manejados de forma a haver benefício mútuo para todas as atividades. Funciona, basicamente, com o plantio de culturas agrícolas anuais (arroz, feijão, milho, soja ou sorgo) e de árvores, associado a espécies forrageiras (braquiária ou panicum). O sistema integração lavoura-pecuária-floresta é dividido em quatro modalidades: integração lavoura-pecuária ou agropastoril; integração lavoura-floresta ou silviagrícola; integração floresta-pecuária ou silvipastoril; e integração lavoura-pecuária-floresta ou agrossilvipastoril (BALBINO *et al.*, 2012a). Na safra 2020/2021, estimou-se que a área com algum tipo de adoção de sistema ILPF, no Brasil, abrangia 17 milhões de hectares (EMBRAPA, 2021).

No sistema integrado, o componente arbóreo atua na diminuição da energia cinética da chuva, reduz o escoamento da água, favorece a infiltração no solo (ambiente

favorável, capaz de fechar o ciclo solo-água-planta) e a recarga do lençol freático. A escolha do componente florestal leva em consideração qual finalidade a madeira terá, podendo ser destinada à produção de carvão, celulose, postes, mourões, madeira serrada ou produtos não madeireiros, como: borrachas, resinas, tanino, óleos essenciais, frutos, entre outros (BEHLING, 2013). Além disso, o componente arbóreo deve apresentar crescimento rápido, com fuste retilíneo e copa não muito densa (ALMEIDA *et al.*, 2015).

O eucalipto (*Eucalyptus* spp.) é a espécie mais utilizada na maioria dos sistemas de integração, no entanto, os produtores brasileiros estão investindo em outras espécies que apresentam madeira com alto valor comercial, o que é importante para a diversificação de mercado e para garantir sempre matéria-prima. Além do eucalipto, outras espécies florestais se destacam para o uso em sistemas de integração, como: o pinus (*Pinus elliottii*), mogno-africano (*Khaya* spp.), o cedro australiano (*Toona ciliata*), a teca (*Tectona grandis*), ácacia (*Acacia mangium*) e a seringueira (*Hevea brasiliensis*).

Portanto, a otimização dos processos do sistema ILPF traz benefícios ambientais, como: o aumento da conservação do solo e da biodiversidade da fauna e da flora; intensificação da ciclagem de nutrientes no solo; e mitigação das emissões de gases. O ILPF é considerado uma revolução agrícola dos trópicos, pois demonstra que é possível produzir e preservar. A partir dessas características, são observados também os benefícios sociais e econômicos, uma vez que essa prática gera muitos empregos, além do aumento da renda líquida e da estabilidade econômica.

No entanto, os sistemas de integração trazem alguns desafios, como: o tradicionalismo e resistência por parte dos produtores, quanto à adoção de novas tecnologias; maior qualificação e dedicação de todos os envolvidos; necessidade de um maior investimento financeiro para implementação e manutenção do sistema (BALBINO *et al.*, 2012a).

Nesse contexto, este trabalho objetiva a realização de uma revisão bibliográfica sobre o sistema de integração lavoura-pecuária-floresta, mostrando os benefícios e desafios com a sua implantação, dando ênfase ao componente arbóreo, em específico, as espécies florestais: *Eucalyptus* spp. (eucalipto), *Pinus elliottii* (pinus), *Khaya* spp. (mogno-africano), *Toona ciliata* (cedro australiano), *Tectona grandis* (teca), *Acacia mangium* (ácacia) e *Hevea brasiliensis* (seringueira), dentro do sistema ILPF.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Realizar uma revisão bibliográfica do componente arbóreo, conforme o sistema de ILPF.

2.2 Objetivos específicos

- Caracterizar as espécies arbóreas escolhidas;
- Analisar o comportamento das espécies arbóreas, conforme o sistema de ILPF e suas categorias.

3 METODOLOGIA

A metodologia do presente estudo baseia-se em uma revisão bibliográfica, a fim de explorar ideias, pesquisas e resultados de diversos trabalhos sobre o componente arbóreo do sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF). A finalidade deste trabalho é apresentar e discutir o conhecimento sobre o tema. As fontes selecionadas foram artigos da base de dados SciELO, Periódico CAPES, Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD), e Google Acadêmico. As palavras-chave foram compostas de expressões, como: Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Florestas (ILPF) e componente arbóreo em ILPF.

A pesquisa bibliográfica objetiva elucidar o comportamento das espécies arbóreas, de acordo com o sistema ILPF. Foram delimitados trabalhos que tenham informações, em um recorte dos últimos 10 anos.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 Sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Florestal

Com a demanda de produção de alimentos e a evolução tecnológica, a atividade agrícola contemporânea passou a ser de monocultura, padronizadas e simplificadas, sendo um modelo de predominância na maioria das propriedades rurais do mundo todo, mostrando fragilidade pela demanda de energia e recursos naturais. Com isso, para amenizar esse problema, uma das soluções é a adoção de sistemas de integrados lavoura-pecuária-floresta (ILPF), de forma a conciliar ecoeficiência e desenvolvimento socioeconômico, aumentando a produtividade agropecuária, preservando os recursos naturais, correspondendo a uma forma de intensificação sustentável (PACHECO *et al.*, 2015).

Para diminuir a necessidade de incorporação de novas áreas de produção, buscam-se alternativas economicamente viáveis e ambientalmente adequadas, para reabilitar as que se encontram em processo de degradação (TOWNSEND *et al.*, 2013).

Esse sistema de integração engloba nichos, como: floresta, lavoura e pecuária. Segundo Kluthcouski *et al.* (2015), as categorias são divididas entre os componentes florestais e os que integram esses componentes e, imparcialmente, da forma de classificação, são sistemas mistos de produção agropecuária e seguem as diversificações de atividades e princípios semelhantes. Para Pereira *et al.* (2018), a diversificação dos sistemas integrados é responsável pela mudança de protótipo, na agricultura brasileira, desde a revolução verde, em 1960. Segundo Mastelaro (2020), para que cada um desses componentes possa ofertar e expressar seu potencial máximo. O equilíbrio desse sistema deve ser feito de forma minuciosa.

Segundo Balbino *et al.* (2012a), a Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF), ou agrossilvipastoril, é o sistema em que os componentes florestais, agrícolas e pecuários (animais e pastagens) podem estar em consórcio, rotação ou sucessão, em uma mesma área. Integração Lavoura-Pecuária (ILP), ou agropastoril, é o sistema de produção que integra o componente agrícola e pecuário, também em consórcio, rotação ou sucessão, em um mesmo ano agrícola, em sequência ou intercalado. Integração Pecuária-Floresta (IPF), ou silvipastoril, é a integração do componente pecuário e florestal, ao mesmo tempo, e é mais direcionado para áreas com dificuldade de implantação de lavouras. Integração Lavoura-Floresta (ILF), ou silviagrícola, integra o componente florestal e agrícola pela consorciação de espécies arbóreas, com cultivos agrícolas anuais ou perenes.

O tipo de sistema adotado determinará o tempo de utilização da lavoura, da pecuária e da floresta. A pecuária pode ser utilizada em um período entre um mês ou até cinco anos, tendo a opção de retornar à lavoura. Esta pode ser utilizada por cinco meses ou, também, até cinco anos. Já o corte do componente arbóreo dependerá de sua espécie, podendo ser realizado um ou mais cortes (BALBINO *et al.*, 2012a). Esses cortes dependerão da necessidade e do objetivo primário do produtor, conforme o ILPF.

No Brasil, os estados que se destacam por terem adotado o sistema ILPF são: Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Rio Grande do Sul (também como o estado com maior número de propriedades participantes de alguma das modalidades); Minas Gerais; e Goiás. Qualquer produtor ou pecuarista pode adotar essas atividades, independente do tamanho da área a ser utilizada. A escolha da modalidade a ser utilizada dependerá das intenções que se deseja e da exigência de mercado da região.

Inúmeros são os trabalhos em que se observa a implantação dos sistemas. Segundo Martins *et al.* (2019), a Emater/MG, juntamente com o proprietário da fazenda Gabirobas, situada no município de Coronel Xavier Chaves, no estado de Minas Gerais, fez a implantação dos sistemas, dividindo o local em glebas, e em cada uma delas foi implantado um tipo de agrupamento. A região apresenta relevo suavemente ondulado, de forma que para a parte mais baixa foi proposta a instalação do sistema ILP e nas partes mais onduladas, para recuperação da pastagem degradadas, implantou-se o sistema de ILPF. O alvo da fazenda citada é a produção de leite, e foi possível observar que, em seis anos de integração lavoura-pecuária-floresta, a produtividade diária de leite saltou de 100 para 800 litros.

Concordando com Martins *et al.* (2019) e Toledo *et al.* (2017), concluíram que na fazenda Barbosa – Brejo, localizada no estado do Maranhão, ao introduzirem o ILPF, também houve melhoras significativas na qualidade e quantidade de alimentos, e na produção de gado de corte, uma vez que cerca de 90% das vacas passaram a gerar uma cria por ano, o que, antes da implantação do sistema ILPF, não era possível.

Skorupa e Manzatto (2019) fizeram uma pesquisa para saber a idade e formação dos pecuaristas e responsáveis pelo manejo das propriedades ILPF, em vários estados brasileiros e obtiveram os seguintes resultados: 43% possuíam idade entre 31 a 50 anos, e 50%, acima de 50 anos; 60% deles possuíam 1º e 2º graus completos, e 25% possuíam alguma formação na área agrícola.

4.2 Vantagens ILPF

A ILPF está inserida como uma das tecnologias assumidas pelo Brasil, na COP-15, realizada em Copenhague, e que previa a redução das emissões de Gases Efeito Estufa, idealizado para o ano de 2020, entre 36,1% e 38,9%, estimando, assim, uma redução equivalente de a um bilhão de toneladas de CO₂. Esses compromissos foram previstos na Política Nacional sobre Mudanças do Clima (Lei nº 12.187/09), e regulamentados pelo decreto nº 7390/10, no caso específico da agricultura. Além dessa regulamentação, foi estabelecido também o “Plano Setorial para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura”, chamado de “Plano ABC (agricultura de baixa emissão de carbono)” (BALBINO, 2012b).

O plano ABC consiste na redução e mitigação dos gases de efeito estufa (GEE), na agricultura, tocante à política nacional sobre mudança do clima (PNMC), fazendo com que a eficiência no uso de recursos naturais seja melhorada, e a resiliência desses sistemas produtivos e de comunidade rurais aumentem, possibilitando a adaptação do setor agropecuário às mudanças do clima (CORDEIRO *et al.*, 2011).

As vantagens da implantação do sistema ILPF são inúmeras, pode-se mencionar: a sinergia de nutrientes; a diminuição da erosão; diminuição de gases efeito estufa (GEE), como o gás carbônico; enriquecimento das condições físicas, químicas e biológicas do solo, possibilitando o aumento da capacidade de suporte de pastagens degradadas; otimização e intensificação da ciclagem de nutrientes, horizontalmente; possibilidade de aplicação do sistema para grandes, médias e pequenas propriedades; ampliação do balanço energético; diminuição da pressão de abertura de novas áreas com vegetação nativa (BALBINO *et al.*, 2012a).

O sistema de ILPF também propicia o aumento da recarga aquífera do microclima favorável, com pastagens mais verdes, em época de entressafra, maior abrigo contra sol, chuva e ventos, e maior conforto para os animais. A forragem produzida por esses sistemas possui melhor qualidade, consequentemente, aumentando o peso dos animais e a produtividade de carne e leite (DUBOC, 2014).

O sistema manejado de forma correta traz ao produtor rural mais segurança, gerando uma disponibilidade de renda diversificada, amortizando os investimentos do montante inicial que foram realizados para obtenção da floresta, das culturas e das pastagens, elevando a produtividade, e garantindo uma estabilidade de produção; com isso, o produtor

terá rentabilidade, a partir da implantação das espécies.

Cunha (2012) observou em seu trabalho sobre processos de implantação e vantagens dos sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta que os resultados da ILPF são de um sistema ambientalmente correto, economicamente viável e socialmente justo, para o aumento da produção segura de alimentos, oriundo desse sistema, pois permite a diversificação de atividades colaborando para a diminuição do desmatamento, reduzindo os riscos climáticos e de mercado, melhorando a qualidade de vida e renda para o produtor, reduzindo os gases estufa, e diminuindo a erosão do solo, contribuindo para uma produção sustentável.

A adoção de sistemas integrados faz com que ocorra a redução da emissão de Gases Efeito Estufa, e aumente o sequestro de carbono, quando introduzimos o componente arbóreo nos sistemas, utilizando o plantio direto como um dos meios. A introdução da floresta pode até dobrar a quantidade de abatimento das emissões de GEE, se comparado aos sistemas que não possuem as árvores como componente, além de embutir todas as vantagens advindas da arborização de pastagens, como preservação da água, conforto térmico dos animais, produção de óleos essenciais e madeira, e produção de frutas, fazendo com que gere rendas alternativas (OLIVEIRA; VECCHIA, 2013).

O sistema silvipastoril acaba com o problema de compactação do solo, causado pelos animais, diminuindo assim a erosão e lixiviação do solo, pois as árvores plantadas no terreno causam rugosidade, acabando com o escoamento de água superficial, aumentando a água infiltrada do solo. As raízes das árvores alcançam profundidade de alguns metros, logo, os nutrientes e a água disponível para as culturas arbóreas estão em maior profundidade (SIQUEIRA, 2017).

4.3 Desafios ILPF

Os sistemas de integração de uma maneira geral trazem alguns desafios, como: o tradicionalismo e resistência por parte dos produtores, quanto à adoção de novas tecnologias; maior qualificação e dedicação de todos os envolvidos; necessidade de um maior investimento financeiro para implementação e manutenção do sistema (BALBINO *et al.*, 2012a). A falta de infraestrutura básica para manutenção de máquinas e equipamentos, longas distâncias até as agroindústrias e regiões consumidoras, e, por vezes, dificuldade na aquisição de insumos, também são desafios importantes (BALBINO *et al.*, 2012a). Além disso, o retorno financeiro é de médio em longo prazo, principalmente do componente florestal, e as

políticas governamentais de incentivos à adoção dos sistemas de integração ainda se encontram em desenvolvimento (BALBINO *et al.*, 2012a).

A implantação de ILPF ainda é pouco aderida por alguns agricultores, apesar de seus fatores serem atraentes para alguns, mas, para outros esses mesmos fatores tornam-se pouco atraente, pelo fato de exigirem maior quantidade de mão de obra, em relação aos sistemas especializados, visto que a mão de obra nos últimos tempos está ficando cada vez mais cara, com base no aumento salarial com o passar dos anos (GARRETT *et al.*, 2019).

O plano ABC é um desses fatores que ao serem divulgados têm estimulado os produtores a se interessarem pela implantação de sistemas de integração, nos últimos cinco anos. Mas vale ressaltar que existem alguns desafios que devem ser levados em consideração na conversão de sistemas tradicionais em sistemas de integração, como: cautela e planejamento de mão de obra, o mercado, gestão e conhecimento técnico (ALMEIDA *et al.*, 2015).

Outro desafio na implantação de árvores madeiras com outras culturas está relacionado à derrubada dessas árvores. Muitos produtores têm receio de aderir a esses sistemas, pois durante essa derrubada pode haver perdas físicas, significativas, nas lavouras. De acordo com DaMatta *et al.*, (2015), tal problema pode ser minimizado, programando a derrubada dessas árvores, durante o períodos vegetativos da cultura, em períodos de baixa produtividade, ou quando os valores estiverem atenuados no mercado. Os custos para reparo de lavoura que tiverem injúrias por derrubadas de árvores são mínimos, e podem ser facilmente repostos, devido ao alto valor da madeira, no mercado.

No entanto, mesmo com alguns obstáculos iniciais à adoção dos sistemas de ILPF e devido à sua maior complexidade de gestão, este sistema acaba incorporando posturas mais corretas por parte do produtor, no que diz respeito, por exemplo, à ao manuseio e descarte dos resíduos gerados pela unidade de produção, incluindo embalagens de agroquímicos, águas de lavagem e esgotos, previstos na legislação (BALBINO *et al.*, 2012a).

4.4 As árvores dentro do sistema de ILPF

Nesse sistema, o componente florestal representa uma poupança para o produtor, uma vez que os custos podem ser menores, em razão da amortização oriunda das outras atividades associadas, sejam elas de lavouras ou pastagens (BEHLING *et al.*, 2014).

Outro fator importante da floresta é o zoneamento climático que ela proporciona à região, melhorando o clima, estabelecendo indicadores térmicos e hídricos do local

(KLIPPEL *et al.*, 2013).

O principal passo para a escolha do componente florestal deve levar em consideração a finalidade que a madeira terá, se será destinada à produção de carvão, celulose, postes, mourões, madeira serrada ou produtos não madeireiros, como: borrachas, resinas, tanino, óleos essenciais, frutos, entre outros (BEHLING; 2014). Além da produção de madeira para uso múltiplo, o componente arbóreo deve conter crescimento rápido, com fuste retilíneo e copa não muito densa (ALMEIDA *et al.*, 2015).

O espaçamento das árvores deve estar relacionado ao objetivo principal do sistema e a finalidade ou qualidade de madeira, visto que espaçamentos maiores induzem um diâmetro maior de tronco maior, o espaçamento que será adotado tem que ser de fácil acesso para máquinas e implementos agrícolas. A disposição das árvores pode ser dividida de diversas maneiras, podendo ser em fileiras simples, entre as culturas ou pastagens, fileiras duplas ou triplas que são as mais comuns, sendo também possível, um número maior de fileiras por renques (SERRA *et al.*, 2019).

A utilização de espécies florestais com copas que permitem a incidência de raios solares, espaçamentos mais amplos dos componentes arbóreos entre renques, acima de trinta metros e a prática de desrama e desbrota, favorece a utilização do componente agrícola por mais tempo, já que a lavoura e pastagem, na maioria das vezes, são transitórias e temporárias, pois dependem do espaçamento e arranjos dessas árvores, a partir do segundo ano de implantação (BEHLING *et al.*, 2014).

Ainda segundo Serra *et al.* (2019), as árvores devem ser plantadas preferencialmente no sentido Leste-Oeste, em terrenos de menor declividade; em terrenos com maior desnível, deve ser feita a construção de terraços. Apesar de o eucalipto ser a espécie mais utilizada na maioria dos sistemas, nos últimos anos os produtores brasileiros vêm investindo em outras espécies que apresentam madeira com alto valor comercial, o que é importante para a diversificação de mercado e para garantir, sempre, matéria-prima. Cunho *et al.* (2019) concluíram que o consórcio de árvores como, teca e acácia, com a lavoura de café, pode garantir uma maior uniformidade dos frutos cereja, na cultura.

4.4.1 Eucalipto

O Eucalipto (*Eucalyptus* spp.) tem capacidade de sequestrar carbono da atmosfera. Campanha (2017) implantou sistemas ILPF na região do cerrado, em Minas

Gerais, e observou, em um dos seus resultados, que, após 60 meses do plantio, o eucalipto havia sequestrado da atmosfera $54,63 \text{ mg/ha}^{-1}$, de CO_2 . Analisou também que durante esses meses, um sistema ILPF, com 333 árvores de eucalipto por hectare, tem a capacidade de neutralizar a emissão de metano, equivalente a $5,81 \text{ ua ha/ano}^{-1}$, que é um total de 29 bovinos adultos, por hectare, em 5 (cinco) anos.

O eucalipto também tem alta eficiência, quanto à absorção, sendo de 800 a 1.200 mm por ano, produzindo 1 kg de madeira, com 350 litros de água, enquanto algumas espécies nativas podem utilizar em torno de 2.500 litros. Outra característica do eucalipto é que ele tem sua copa bastante espaçada, fazendo com que o sol alcance a cultura implantada. Mesmo com essa característica, faz-se o uso da desrama e desbaste, para uma maior incidência de sol, sobre as culturas.

Na definição da área para implantação do sistema de ILPF, tendo eucalipto como componente arbóreo, é preciso ter em mente que o local deve oferecer condições mínimas para o cultivo de culturas anuais, como, soja, milho e sorgo, que exigem maior fertilidade do solo, que a maioria das gramíneas tropicais e demanda dos eucaliptos (SERRA *et al.*, 2014). Se as lavouras temporárias apresentam baixa viabilidade em fertilidade do solo, clima ou disponibilidade de infraestrutura, a utilização apenas de forrageiras, com o componente arbóreo, pode ser uma alternativa viável (DA SILVA *et al.*, 2014; SERRA *et al.*, 2019).

Quanto à disposição das árvores de eucalipto no sistema, podem ser utilizadas as fileiras simples, duplas ou triplas, que são as mais utilizadas, sendo possível, e a depender da finalidade principal, se utilizar um número maior de fileiras por renque de árvores (LIMA; GAMA, 2018). É importante, quando possível, direcionar as fileiras no sentido Leste-Oeste, devido à maior incidência de luz nas entrelinhas, favorecendo os cultivos de grãos e forrageiras, e em terrenos com declividade, o plantio das árvores deve ser feito em nível para controle da erosão (SERRA *et al.*, 2012). Para a definição do espaçamento entre as árvores e entre as fileiras, deve ser considerada a utilização final da madeira, sendo que maiores espaçamentos permitem a produção de árvores com diâmetros maiores, por exemplo. No cultivo de eucalipto em sistemas de ILPF, geralmente, utiliza-se espaçamentos de 1,5 a 5 m entre as árvores nas fileiras, e entre fileiras simples, 9 a 50 m (SERRA *et al.*, 2012; LIMA; GAMA *et al.*, 2018). Em fileiras duplas e triplas, pode-se utilizar 3 m entre fileiras e 2 m entre as árvores nas fileiras, e 14 ou 24 m entre renques de árvores (SERRA *et al.*, 2012).

No sistema ILPF, o retorno econômico do componente arbóreo ocorre em médio e longo prazo; portanto, as culturas anuais no primeiro e no segundo ano ajudam a amortizar parte do investimento de implantação e outros custos, como o da renovação das pastagens

(SERRA *et al.*, 2012). No Brasil, culturas tradicionais como soja, milho e arroz têm sido utilizadas com sucesso como cultura anual do sistema ILPF.–Como pastagem forrageira, as espécies, como: *Brachiaria brizantha* cvs. Marandu, Piatã e Xáraes; *B. decumbens* cv. Basilisco; *Panicum maximum* cvs. Aruana, Mombaça e Tanzânia; e *Panicum* spp. cv. Massai são boas opções para o sistema ILPF, devido à sua boa tolerância à sombra (SERRA *et al.*, 2014).

O sistema ILPF foi implantado na Fazenda Boa Vereda, localizada no município de Cachoeira Dourada, no sul de Goiás. A rentabilidade da pecuária, atividade base dessa fazenda, era muito baixa, de 60 kg/ha⁻¹, por ano. O sistema foi implantado em etapas, inicialmente com o componente arbóreo, o eucalipto, o agrícola, a soja, seguido pelo componente forrageiro, braquiária, juntamente com o milho, e cerca de um mês após a colheita do milho, foi introduzido o componente animal. A partir daí, o sistema segue com o componente animal e arbóreo, até o corte final dos eucaliptos, para se iniciar um novo ciclo do ILPF (PACHECO *et al.*, 2017). Pesquisas multidisciplinares têm sido desenvolvidas nesta unidade de referência tecnológica, e foi observada a recuperação da capacidade produtiva do solo e a diversificação das atividades econômicas da propriedade, com maior rentabilidade, cuja otimização e uso eficiente dos recursos têm sido significativos, com a geração de um sistema altamente competitivo, sustentável e inovador (PACHECO *et al.*, 2017).

O sistema ILPF foi implantado na Fazenda Boa Vereda, em um arranjo espacial de um conjunto de três fileiras de eucaliptos, espaçadas com 3 m, e entre plantas com espaçamento também de 3 m, com uma distância de 14 m entre cada conjunto de fileiras de eucaliptos, para o plantio de lavoura e, posteriormente, de pastagem. Este sistema é composto por 62,5% de lavoura/pastagem e 37,5% de floresta. Para o plantio da lavoura, distanciou-se em até 1 m da linha de eucalipto, e 0,25 m foram considerados como bordadura para o plantio das lavouras; portanto, 0,75 m foram considerados como área de eucalipto, com densidade de plantio de 500 árvores por hectare (PACHECO *et al.*, 2017).

De acordo com Pacheco *et al.* (2017), o rendimento das culturas agrícolas representou aproximadamente 85% dos valores gastos na implantação do sistema ILPF. A produtividade da pecuária de corte foi, em média, de 270 kg/ha⁻¹, por ano, enquanto que, antes da implantação, era de 60 kg/ha⁻¹, por ano. O sistema ILPF permitiu a prática de uma pecuária de corte com balanço de carbono positivo, o que proporciona benefícios ao meio ambiente, com a produção da chamada “carne neutra em carbono”. A produtividade volumétrica média de madeira no sistema ILPF foi de 40 st/ha⁻¹, por ano, com 500 árvores ha⁻¹. Em cada hectare do sistema ILPF, com sete anos de idade, os produtos madeireiros obtidos foram 100 postes

ha⁻¹ e 280 st/ha⁻¹, de lenha (energia de fonte renovável).

Outro exemplo da implementação do sistema ILPF, relatado por Oliveira *et al.* (2019), ocorreu na Fazenda Santa Brígida, localizada em Ipameri-GO. Até o ano de 2006, nessa fazenda, as pastagens estavam degradadas e o rebanho total era de 500 bovinos apenas, e os de corte eram abatidos entre 4 e 4,5 anos de idade. No final do ano de 2006, em parceria com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), foi implementado o sistema de integração lavoura-pecuária (ILP), na área em que a pastagem estava degradada e nas áreas em que já havia sido cultivada soja, foi implementado o sistema Santa Fé, com sistema de plantio direto. Nos anos posteriores, outros sistemas de ILP foram adotados, além consorciar culturas graníferas anuais com forrageiras perenes, e na safra de 2008/2009, foi implantado o sistema ILPF, com o componente arbóreo, eucalipto. Sob os sistemas de ILP e de ILPF, foi obtida melhoria nos atributos químicos e físicos do solo, como por exemplo, o teor de matéria orgânica que aumentou em torno de 200%. Já a produtividade do milho, por exemplo, ocorreu um aumento de 5.400 kg/ha⁻¹, no primeiro ano, na safra 2006/2007, para 11.400 kg/ha⁻¹, no décimo ano, na safra de verão 2015/2016.

Estes estudos demonstram a eficiência e a viabilidade econômica da implantação do sistema ILPF, e contribuíram também para a ampliação da pesquisa, sobre os sistemas de produção que integram agricultura, pecuária e silvicultura, buscando a intensificação do sistema de produção e a sustentabilidade.

4.4.2 *Pinus*

Pinus elliottii é originário do sudeste dos Estados Unidos; é uma das espécies de madeira de coníferas mais importantes do gênero *Pinus* (LAI *et al.*, 2017), pertencente à família *Pinaceae* e à ordem *Coniferae*. Foram trazidos há mais de cem anos para o Brasil e, embora não sejam brasileiras, muitas de suas espécies adaptam-se bem aos biomas nacionais. As primeiras plantações de *Pinus* foram nos estados do sul, principalmente, as espécies *Pinus elliottii* e *P. taeda* (GEORGIN, 2014). O cultivo de *Pinus* no Brasil contribuiu para o crescimento das fábricas de celulose, papel, serrarias e móveis, e, com a introdução dos *Pinus* tropicais, houve disseminação dessa planta por todo o país, com expansão do reflorestamento (GEORGIN, 2014; PILAU *et al.*, 2007). Além de sua ampla utilização para a indústria de madeira, celulose e papel, essa espécie também é empregada como principal fonte de resina (LAI *et al.*, 2017) e também tem sido uma das espécies florestais empregadas em sistemas integrados (TRAZZI *et al.*, 2014; TONINI *et al.*, 2021).

Em sistemas silvipastoris (SSP), a maior quantidade de vegetação campestre nativa nos sistemas que envolvem *Pinus elliotti*, em relação ao Eucalipto, é explicada através da disponibilidade média de radiação, entre as linhas feitas em um sistema de 5 (cinco) anos de idade convencional. No eucalipto, essa radiação em relação a pleno sol, foi de somente 10%, em um espaçamento de 3x3 metros, enquanto que no *Pinus*, foi de 60%, também em um espaçamento 3x3 metros (COSTA *et al.*, 2012).

De acordo com Tonini *et al.* (2021), em sistema ILPF, recomenda-se a distribuição espacial das plantas em renques, podendo ser linhas simples ou múltiplas, formulada de acordo com os objetivos da propriedade rural. Se for considerado o componente pecuária, como o produto mais importante, é recomendado um amplo espaçamento entre os renques de árvores, para aumentar área do pasto, diminuir o sombreamento nas faixas e permitir o trânsito de máquinas agrícolas (TONINI *et al.*, 2021). No entanto, se a madeira for o objetivo, por exemplo, para estacas, escoras, lenha, carvão e mourões, os espaçamentos podem ser menores (ALVARENGA *et al.*, 2012). Para o componente agrícola, é importante considerar a luminosidade, pois quanto maior o espaçamento entre as linhas de árvores, maior a entrada de luz nas plantas forrageiras, o que favorece o acúmulo de biomassa (SANTOS; GRZEBIELUCKAS, 2014).

O recomendado para pecuária são espaçamentos entre fileiras ou renques de árvores, entre 9 m e 50 m, sendo que menores espaçamentos limitam a produção forrageira e animal; para as árvores, o espaçamento na linha pode estar entre 1,5 m e 5 m (TONINI *et al.*, 2021). É importante considerar a orientação da linha de plantio. Recomenda-se que seja feita em nível e em necessidade de terraços, cujo plantio deve ser feito no terço inferior, evitando danos às raízes, favorecendo a conservação e manutenção do terraço e infiltração de água (ALMEIDA *et al.*, 2012). Foi implantado no Pampa, no município de Quaraí, uma das primeiras experiências com sistemas de integração pecuária-floresta, utilizando as espécies *Eucalyptus grandis* e *Pinus elliottii* (TONINI *et al.*, 2021). Foi adotado o plantio das árvores em renques, em linhas triplas, com distância de 14 m e 34 m, entre cada uma, e entre as linhas de árvores, cuja distância nos renques foi de 3 m, e espaçamento entre árvores, nas linhas, de 1,5 m. O sistema apresentava corredores destinados às pastagens e pecuária, com bovinos e ovinos, e a densidade inicial de árvores para as plantas de *pinus* foi de 500 árvores por hectare (TONINI *et al.*, 2021).

Um estudo sobre o crescimento, produção e captura de carbono em sistemas de ILPF, utilizando *p. Elliottii*, em Alegrete, RS, implantado em áreas de pastagem natural, foi realizado em tratamentos com fileiras triplas, no espaçamento de 3,0 m x 1,5 m, e distância

entre renques de 14 m a 34 m, em que foi observado o potencial para captura de carbono pela biomassa total das árvores, equivalente ao metano emitido por 3,59 a 4,00 vacas, levando em consideração valores para vacas holandesas, preto e branco em lactação, e em pastagens adubadas. Já para novilhas Mestiça Leiteira Brasileira, em pastagens não adubadas, a compensação foi 7,36 a 8,19 novilhas (OLIVEIRA; PORFÍRIO-DA-SILVA; RIBASKI, 2018).

Outro estudo, utilizando a espécie *Pinus taeda*, foi realizado para estimar o crescimento, produção madeireira e rentabilidade econômica, em monocultivo e em sistema ILPF, em que foram simulados sete regimes de manejo, com *softwares* desenvolvidos pela Embrapa Florestas (MELLO; OLIVEIRA, 2018). Os regimes foram divididos em dois experimentos: o primeiro, com quatro tratamentos em ILPF, com espaçamento de 3,0 m x 2,0 m e distância de 14 m, entre os renques, cujos tratamentos diferenciaram-se entre si pelo número de fileiras que foram simples, dupla, tripla e quádrupla; e o segundo experimento, com três tratamentos em monocultivo com 1667 árvores/ha. Os manejos em ILPF tiveram corte final para 20 anos e desbaste seletivo de 50% da população, com 10 anos. Nos regimes de monocultivos, para o primeiro tratamento, o desbaste seletivo de 40% da população ocorreria com 10 e 15 anos e corte final, com 20 anos; o segundo tratamento com desbaste seletivo de 50% da população, com 12 anos, e corte final, com 20 anos; e o terceiro tratamento foi projetado sem desbastes e corte final, com 16 anos. Essas simulações mostraram retorno econômico em todos os tratamentos avaliados e a inserção deste componente florestal na propriedade rural pode ser considerada uma fonte atrativa de renda.

4.4.3 *Cedro australiano*

O cedro australiano (*Toona ciliata var. australis*) pertence à família *Meliciaea* e está entre as espécies alternativas que vêm se destacando no Brasil e em vários outros países. É uma espécie nativa da Austrália, e foi introduzida no Brasil, no sul da Bahia, na década de 1980. São árvores de grande porte que podem alcançar 1,0 m de diâmetro e até 40 m de altura, possui tronco retilíneo com poucas bifurcações e densidade da madeira de 450 kg/m³, e mostra um rápido crescimento, levando a sua expansão em plantios puros, em todo o Brasil (MELOTTO *et al.*, 2019). São plantas com rusticidade, e Kalil Filho e Wendling (2012) ressaltaram que a Embrapa Florestal formou mudas de cedro australiano, visando um experimento, e foi possível observar que o cedro possui alto poder de brotação; com isso, suas mudas de dois metros são resistentes ao frio, visto que foram expostas a cinco fortes geadas,

que marcaram o final do inverno, do ano em que foram plantadas.

Além disso, a rápida expansão do cedro australiano também está relacionada à semelhança, em qualidade, com o cedro rosa (*Cedrella fissilis*), além da tolerância à broca, *hypsypyla grandella*, que causa muitos prejuízos em espécies da família *meliceae*, como o mogno (*Swietenia macrophylla*) e o cedro rosa (PAIVA *et al.*, 2007; MELOTTO *et al.*, 2019). O cedro australiano tem propriedades de alto valor, podendo ser empregado na indústria moveleira, de laminados, na construção de móveis de luxo, em embarcações, em ornamentos de interior, instrumentos musicais, caixas e engradados, na construção civil, na extração de taninos, na extração de componentes para produção de inseticidas, para essência na indústria de perfumaria, cosméticos e medicamentos (MELOTTO *et al.*, 2019). Em sistemas agroflorestais, a sua utilização é recomendada devido à qualidade de sua madeira, capacidade de atingir até 35 metros de altura na maturidade, e, dessa forma, não prejudica o cultivo de forragens abaixo de sua copa, e pode ser também utilizada como quebra-ventos (THAMAN *et al.*, 2000; MELOTTO *et al.*, 2019). A utilização do cedro australiano em sistemas agroflorestais com o cultivo de café, também é indicada, devido à sua alta rusticidade, fácil condução e pouca competição com as plantas de café (CARDOSO, 2004; MELOTTO *et al.*, 2019).

A recomendação para sistemas silvipastoris (SSPs) e ILPF é o plantio em faixas com linhas duplas ou triplas, com espaçamento de pelo menos 15 m entre si, cujos desbastes são programados para reduzir a competição entre as plantas, melhorando a qualidade da madeira (MELOTTO *et al.*, 2019). O componente agrícola pode ser conduzido no primeiro ano de implantação, devido ao cedro preferir solos férteis, o que acelera seu crescimento inicial, e no segundo ano pode-se implantar a pastagem entre as faixas (MELOTTO *et al.*, 2019). Fonseca (2021), em seu trabalho sobre milho consorciado com a braquiária em diferentes espaçamentos de cedro australiano, em sistemas ILPF, concluiu que a maior produtividade de grãos de milho é atingida em cultivo sem consórcio com a braquiária e em um maior espaçamento entre linhas do cedro. Quando consorciado com a braquiária, as maiores produtividades são atingidas num espaçamento de 12 metros entre linhas de cedro, e a distância, entre linhas, de 6 a 9 metros é ideal para o favorecimento do aumento do número de grãos por espiga, diâmetro de espiga e a massa desses grãos por espiga. Quanto mais amplos são os espaçamentos entre linhas do cedro, maior é a contribuição para o crescimento em altura de plantas e altura da inserção da primeira espiga do milho.

4.4.4 Mogno-africano

Dentre as espécies exóticas, o mogno-africano (*Khaya* spp.) é nativo da África Ocidental, e faz parte da família *Meliaceae* e sua madeira possui alto valor agregado. O mogno africano foi introduzido no Brasil para substituir a espécie florestal *Swietenia macrophylla*, devido à sua resistência à broca das meliáceas (*Hypsipyla grandella* Zeller), principal praga do mogno brasileiro (KLEIN *et al.*, 2016). Espécies de mogno-africano mais cultivadas no Brasil, utilizadas para o estabelecimento de plantios comerciais, para obter madeira nobre, são: *Khaya grandifoliola* C. DC., *Khaya senegalensis* (Desr.) A. Juss., *Khaya anthotheca* (Welw.) C. DC. e *Khaya ivorensis* A. Chev. (REIS *et al.*, 2019).

São espécies com ciclos de rotação curtos, de 10 a 20 anos, e sua madeira tem alto valor no mercado mundial para uso nas indústrias moveleiras e de painéis, e também para fabricação de barcos e construção civil (SANTOS *et al.*, 2019). O preço de atacado por metro cúbico sólido dessa madeira varia de US\$ 72 a US\$ 112 (CHAIKAEW *et al.*, 2020). Ribeiro *et al.* (2017) ressalta que o mogno é uma espécie que produz madeira nobre, e vêm se destacando cada vez mais na preferência dos empresários, que veem nesse componente florestal uma opção de investimento. É uma espécie arbórea que possui características que fazem com que seja uma das mais cultivadas para o reflorestamento comercial, como: facilidade com o manejo, beleza da madeira e valor do produto final, no mercado consumidor.

A madeira de mogno-africano de árvores cultivadas em plantações e florestas naturais, também foi estudada, quanto às características químicas (ATHOMO *et al.*, 2020), anatômicas (SORANSO *et al.*, 2018) e físico-mecânicas (ANDRADE *et al.*, 2018). No entanto, a literatura sobre as propriedades tecnológicas do mogno-africano cultivado em sistemas agroflorestais, ainda está começando (MASCARENHAS *et al.*, 2021). Algumas pesquisas indicam o desempenho e potencial das espécies de mogno-africano cultivadas em monoculturas e sistemas agroflorestais (MASCARENHAS *et al.*, 2021). Silva *et al.* (2016) e Viani *et al.* (2020) demonstraram que *K. grandiflora*, *K. ivorensis* e *K. senegalensis* apresentaram bom desempenho silvicultural, em sistemas integrados pecuária-floresta.

Na cidade de Vila Valério, noroeste do estado do Espírito Santo, foi implantada uma lavoura de café, conilon, em um espaçamento 3 x 1,4 metros, em uma área de 2,6 ha; meses depois foram inseridas, na área, árvores de mogno-africano, entre as linhas do cafeeiro, em um espaçamento de 9 x 9 metros. O produtor relatou que efetua podas para evitar o sombreamento, e que, ao adubar o café, o mogno também se beneficia com a adubação (SALES; BALDI; PINTO, 2020).

A empresa Tropical Flora adotou dois modelos implantados, em 2011 e 2013, de consórcio entre mogno-africano e café. No primeiro modelo, foram adotados espaçamentos entre plantas, de 2,8 a 3,5 m, havendo alta densidade de árvores consorciadas com café e guanandi, sendo necessários desramas e desbastes seletivos, ao longo dos anos, para que haja incidência de luz nas plantas de café. O segundo modelo foi implantado em renque de linhas simples, espaçadas entre 15 e 21 m, e 2 m de espaçamento entre linhas. O primeiro modelo visou obter grande produção de café e madeira; o segundo facilitou a mecanização no cultivo do café e menor intensidade de podas e de desbastes nas árvores de mogno-africano (SANTOS *et al.*, 2019).

Para a introdução de animais, é recomendável manter a suplementação mineral, principalmente para bovinos, para que eles não danifiquem as cascas das árvores, durante o pastejo (SANTOS *et al.*, 2019). A introdução do gado no sistema pode ser feita no terceiro ano após o plantio, em que as árvores já atingiram a altura e diâmetro ideal para que não sofram danos severos, além disso, o uso de cerca elétrica, para evitar danos às árvores pelos animais, tem sido adotado em plantios jovens de mogno-africano (SANTOS *et al.*, 2019).

Em sistema ILPF implantado por Silva *et al.* (2014), em Paragominas - PA, foram adotados renques de duas linhas de mogno-africano, com espaçamento de 5 m x 5 m dentro dos renques e distância de 20 m entre eles. O componente agrícola foi o milho, e o componente forrageiro foi a *brachiaria ruziziensis*. Após 5 (cinco) anos, foram avaliadas as árvores que apresentaram maiores valores de altura e de circunferência na altura do peito, no sistema ILPF, quando comparadas ao monocultivo. Foi constatado, neste estudo, que os melhores resultados obtidos foram pelo cultivo de mogno-africano no sistema ILPF, em que os aspectos avaliados como menor grau de competição, ou seja, menos árvores por hectare, e as adubações feitas nas culturas anuais e nas pastagens, mostram beneficiar também o crescimento das árvores de mogno-africano, neste sistema de integração.

Esse mesmo sistema também foi avaliado por Silva *et al.* (2016) que observaram os melhores resultados nas árvores de mogno-africano conseguido no sistema sob ILPF, em menor grau de competição, com menor número de árvores por hectare, e as adubações das culturas anuais ou das pastagens beneficiam também o crescimento dessa espécie florestal, nos sistemas de integração.

Outro estudo foi feito em Terra Alta – PA, utilizando o mogno-africano como componente arbóreo no sistema ILPF (AZEVEDO *et al.*, 2011). Neste trabalho, os renques eram de três linhas com distância dentro dos renques, de 5 x 5 m, e entre os renques, de 50 m. Foi cultivado o milho como componente agrícola, por três ciclos. Essa árvore florestal

apresentou bom desempenho no crescimento e na sobrevivência, além das estimativas de produtividade de milho estarem entre 3,09 t ha⁻¹ e 3,48 t ha⁻¹, para os três ciclos de cultivo do milho.

4.4.5 Teca

A teca, cujo nome científico é *Tectona grandis* Linn F., pertence à família *Laminaceae* e é uma espécie exótica no Brasil, por isso não tem muitos inimigos naturais, sendo, por isso, um grande atrativo para os produtores. Segundo Pelissari *et al.* (2014), é uma espécie proveniente do continente asiático. É uma planta florestal de fácil cultivo, pode atingir 25 e 35 m de altura e cerca de 1 m de DAP e perde as folhas durante a estação de seca, além disso, produz madeira de qualidade que é resistente, durável e apreciada por sua beleza (MELOTTO *et al.*, 2019). Nos dias atuais, é considerada uma alternativa para o suprimento sustentável das indústrias de base florestal, tendo como objetivo a obtenção de madeira de qualidade, utilizada em móveis de luxo, produção para construção naval, com a opção de comercialização, desde o primeiro corte, o qual é voltado para produzir energia de biomassa. Por esses motivos, a teca tem alto valor agregado.

A teca tem sido plantada no Brasil há mais de 15 anos, principalmente no norte do país, devido aos índices pluviométricos serem acima de 1.400 mm/ano, o que favorece o cultivo dessa espécie florestal, e tem sido recomendada para os sistemas agrosilvipastoris, nas regiões norte e sudeste, pelo seu crescimento moderado e alta qualidade da madeira (MELOTTO *et al.*, 2019). Em sistemas de integração com a pecuária, tem se adotado plantios mais espaçados, entre 12 m x 2,5 m, não apresentando prejuízos à produtividade e qualidade da madeira, em que, após o terceiro ano de plantio, pode ocorrer a entrada do gado e os animais podem permanecer até o período de corte que ocorre, no Brasil, em torno do décimo quinto ano após o plantio (MELOTTO *et al.*, 2019). Em sistema ILPF, Silva *et al.* (2020) recomenda linhas simples no espaçamento de 60 m²/árvore, que inicialmente seriam 160 árvores por hectare, e finalizaria com 150 árvores por hectare.

O uso do sistema agrosilvipastoril com a teca foi melhorado com a abertura de um mercado para a madeira jovem dessa espécie florestal. A colheita ocorre entre o quinto e o nono anos, após o plantio, e essa colheita, que é feita por desbaste de parte das árvores do povoamento, favorece a entrada de luz no sistema, permitindo o melhor desenvolvimento da pastagem (MELOTTO *et al.*, 2019).

Em 2009, um sistema ILPF foi implantado na Fazenda Gamada, localizada em

Nova Canãa do Norte – MT, em diferentes configurações, com diferentes espécies florestais, incluindo a teca em uma área de 70 ha em consórcio com lavouras de arroz, no primeiro ano, e soja, no segundo e no terceiro ano, durante os três anos, nos agrícolas do sistema (BEHLING *et al.*, 2014). Na safrinha no terceiro ano, as forrageiras *Brachiaria brizantha* cv Piarã, *B. ruziziensis* e o Híbrido *Convert* HD foram introduzidas em 5 ha, após 50 dias, foi iniciado o pastejo rotativo, com bovinos de corte (BEHLING *et al.*, 2014).

No estado do Mato Grosso, algumas espécies florestais, como a teca, o mogno-africano, paricá (*Schizolobium omozonicum*), castanheira (*Bertholletio excelso*), eucalipto e pau-de-balsa (*Ochromo pyromidole*), têm despertado interesse, apresentando grande potencial para utilização como espécies florestais, em sistemas de ILPF, em que a utilização da teca e do mogno-africano têm sido recomendadas em áreas que apresentam solo profundo, permeável, com alguma capacidade de retenção de água e com fertilidade de média a alta (BEHLING *et al.*, 2014).

4.4.6 Acácia

A *Acacia mangium* Willd, conhecida como acácia negra, é uma leguminosa exótica, originária da Austrália e da Papua, Nova Guiné; entretanto, está difundida em todo o mundo para diferentes usos, mas é cultivada principalmente com a intenção de produção de tanino, possuindo grande capacidade de realizar a simbiose com os rizóbios responsáveis pelo processo de fixação biológica de nitrogênio (MONTEIRO, 2018). Possui rápido crescimento, chegando a 3,5 metros de altura e oito centímetros de DAP, no segundo ano pós-plantio (MELOTTO *et al.*, 2019).

Mangrich *et al.* (2014) destaca que a tanino retirada da acácia pode ser um importante substituto do alumínio e ferro, para o tratamento do esgoto, seguindo recomendações das Organizações das Nações Unidas. O tanino, retirado da coivara de acácia nova, é transformado em um polímero coagulante, podendo o restante da planta ser utilizado para obtenção de outros produtos, inclusive de celulose.

A *A. mangium* tem alta capacidade de acúmulo de nitrogênio no solo, através da sua serapilheira, podendo variar de 5 a 12 toneladas de matéria seca, por hectare de solo, e permitindo que cerca de 150 a 300 quilos de nitrogênio sejam incorporados nesse solo, sendo a origem da fixação de nitrogênio do ar, os microrganismos. Para ser disponibilizado às culturas implantadas, esse nitrogênio orgânico, na forma de proteínas e aminoácidos sofrerá uma mineralização. Portanto, o produtor economiza com adubação nitrogenada, além de que

essa serapilheira contém outros nutrientes, como: potássio, cálcio e magnésio. Os sistemas precisam estar bem balanceados, onde se faz necessário repor as perdas para que não se esgotem (FOELKEL, 2012).

Essa espécie florestal apresenta um poder calorífico de 4.900 kcal/kg, favorecendo a sua utilização na produção de energia, sendo também empregada na produção de celulose, movelaria, adesivos, silvicultura urbana, recuperação de áreas degradadas, como corta-fogo, melífera, conforto térmico para animais, além de ser adaptada a solos ácidos e com teor baixo de fósforo (MELOTTO *et al.*, 2012; GONÇALVES; LELIS, 2012). Devido à sua alta capacidade de fixar nitrogênio, é uma boa opção para cultivos consorciados, com culturas perenes e cultivos anuais, em que as plantas conseguem ser beneficiadas pela disponibilidade deste nutriente (MELOTTO *et al.*, 2012).

Tem sido utilizada em programas de reflorestamento, com o intuito de participar como planta sequestradora de carbono (ATTIAS *et al.*, 2014). Essa espécie florestal pode mostrar produtividade superior a algumas espécies de eucalipto (ARAÚJO *et al.*, 2015). Alternativas de plantios com *A. mangium* para uso do solo, poderia ser a combinação com plantas agrícolas, de forma temporária, pelos primeiros anos até o fechamento do dossel, por exemplo, no sistema de Taungya (ARAÚJO *et al.*, 2015). Também poderia ser utilizada, com intensão de melhoria do uso do solo, na implantação de sistemas agrossilvipastoris ou ILPF, com espécies florestais, agrícolas, pastagens e criação de animais, podendo ser simultânea, sequencial ou em rotação (ARAÚJO *et al.*, 2015).

É recomendada a associação com cultivos nos primeiros três anos, em que as árvores também utilizam a fertilização dos cultivos; além disso, *A. mangium* tem potencial forrageiro, podendo ser utilizada para alimentação do gado, principalmente na estação seca (MELOTTO *et al.*, 2012). No entanto, deve-se atentar à disposição das árvores, durante o plantio, cuja permanência excessiva ao vento, poderá danificá-las apresentando uma copa densa e bifurcações (MELOTTO *et al.*, 2012).

Um trabalho realizado por Oliveira e Vecchia (2013) avaliou o crescimento e a produção de acácia, cultivada com clone de eucalipto, em sistema ILPF. Segundo esses autores, plantios florestais mistos, utilizando leguminosas arbóreas, como, *A. Mangium*, junto com espécies tradicionais, como, eucalipto, leva à utilização mais eficiente do solo, de forma física e química, devido a diferenças no sistema radicular de ambas e aumento de nitrogênio no solo, devido à leguminosa. Neste trabalho, foram utilizados três arranjos arbóreos: eucalipto (Híbrido de *Eucalyptus grandis* e *E. urophylla*), eucalipto + acácia (*A. mangium*), acácia, sendo o experimento realizado em sistema ILPF, com três linhas de seis plantas cada e

dimensões de 20 m², para cada árvore, com linhas espaçadas por 10 m. As linhas estavam intercaladas com sorgo e gramíneas forrageiras, com espaçamento na fileira de 2 m entre árvores. No cultivo de apenas eucalipto e acácia, foram utilizadas dimensões de 6 m², com 3 m entre fileiras e 2 m entre árvores, nas fileiras. A altura das árvores de eucalipto foi influenciada pelo consórcio com acácia, mas isso não acontece com o DAP. Foi observado, neste trabalho, que o arranjo com eucalipto e acácia, na mesma linha de plantio, mostrou produtividade igual ao cultivo, utilizando apenas eucalipto e a produtividade da madeira de eucalipto; o cultivo de eucalipto e acácia, juntos, foi menor que em cultivo somente de eucalipto, na linha; no entanto, a soma da madeira produzida com as duas espécies foi superior ao cultivo de apenas eucalipto.

Araújo *et al.* (2015) realizaram análise comparativa dos rendimentos de monocultivo, sistema Taungya e sistema ILPF, com *A. mangium*. O sistema Taungya foi realizado com *A. mangium* e feijão-caupi; o sistema ILPF foi realizado com *A. mangium*, feijão-caupi, milho, *Brachiaria brizanta* e gado de corte; e o monocultivo foi realizado com *A. Mangium*, com espaçamento de 3 x 3 m, com 1.111 árvores por hectare, para o sistema de Taungya e monocultivo, e o espaçamento de 9 x 3 m, com 370 árvores para o sistema ILPF. A área total foi de 10 ha e o planejamento para sete anos. Os resultados encontrados por esses autores mostraram que ambos os sistemas de manejo são viáveis economicamente.

4.4.7 Seringueira

Muito conhecida por fornecer látex para produção de papel e borracha, a seringueira (*Hevea brasiliensis*) é da família *Euphorbiaceae*, e o seu cultivo também é chamado de heveicultura. Para Mendes (2012), no Brasil, a heveicultura vem aumentando principalmente em áreas de baixa fertilidade, para isso, faz-se necessário utilizar tecnologias apropriadas.

O cultivo da seringueira é vantajoso, por sua exploração econômica, pelo seu longo ciclo de vida, não sendo necessário o desnudamento periódico do solo, além disso, tem-se observado bons resultados do cultivo consorciado da seringueira com plantas agrícolas de ciclo curto ou semiperenes (CALDATO; LAMPERT; ALVES *et al.*, 2012). No entanto, em locais que possuem a seringueira como componente arbóreo integrado com a pecuária, deve-se retirar os animais durante a sangria da seringueira, o que pode gerar certa dificuldade para o produtor. A retirada do gado deve ser feita, nesse período, para que o gado não esbarre nos copos, onde o látex fica armazenado, uma vez que o produto é de interesse do produtor. Sendo

assim, a implantação é realizada durante um curto período, de aproximadamente quatro anos (CALDATO; LAMPERT; ALVES, 2012).

A utilização da seringueira como espécie florestal tem sido empregada em integração lavoura-floresta. Na Fazenda Certeza, em Querência-MT, foi implantado o sistema ILF em 15 ha de seringueira, com intuito de produzir látex, em um espaçamento de 8,0 x 2,5 m, em consórcio com soja, no período de safra e milho, ou milheto, no período da safrinha, durante os 5 (cinco) primeiros anos (BEHLING *et al.*, 2014). Foi estimado, com base nos dois primeiros anos, que a lavoura poderá custear, aproximadamente, 70% da implantação do sistema ILF e a condução da seringueira dentro dele. Após o sexto ano, uma leguminosa forrageira que apresente elevada tolerância ao sombreamento entre as linhas da seringueira será introduzida. (BEHLING *et al.*, 2014).

Na Fazenda Brejinho, município de Pedro Afonso-TO, com uma área de cerca de 1.500 ha, implantou-se o sistema de ILP, em proximadamente 1.300 ha, tendo a soja como cultura principal, dos quais, 100 hectares com sistema de ILF, com soja e seringueira (TEIXEIRA NETO *et al.*, 2019). Nessa fazenda, o cultivo de milho, sorgo, milheto e pastagem (*Brachiaria brizantha* cv Marandu) trazem o benefício para o solo com a rotação de culturas, além da criação de bovinos de corte na entressafra (TEIXEIRA NETO *et al.*, 2019). Esse sistema foi implantado na Fazenda Brejinho em 2007, cultivando seringueira e soja em 100 ha, e a partir de 2014, 30 ha da área já estava produzindo látex.

Algumas características importantes da seringueira como componente arbóreo em sistema ILPF são o ganho econômico de R\$ 8.229,60 por ha/ano, apresenta boa disponibilidade de tecnologias e insumos, tronco alto, médio crescimento, baixa mortalidade e boa produtividade (WRUCK, 2017). Também mostra boa tolerância contra ventos, pragas e doenças, boa transmissividade de luz, não apresenta alelopatia e toxicidade ao componente lavoura, e as recomendações dentro dos sistemas ILPF são linhas únicas no espaçamento 8 x 2,5 m, sendo 500 plantas por hectare (WRUCK, 2017). Alguns aspectos devem ser considerados em sistemas ILPF com a seringueira, como: a química e física do solo, pouco material genético, alta demanda de mão de obra na colheita, o que compreende 35% dos custos e a doença causada pelo fungo *Microcyclus ulei*, também conhecida por “mal-das-folhas” (WRUCK, 2017).

No estado do Mato Grosso a seringueira, dentro dos sistemas, é plantada com a lavoura, predominantemente, utilizando-se os seguintes espaçamentos, 8 x 2,5 metros, entre renques de linha única, o espaçamento é de 8 metros, e entre árvores, 2,5 metros. O estande inicial é de 500 árvores por hectare, com expectativa final de 450 árvores/ha. É possível

implantar a lavoura nesse espaçamento durante 5 anos, com soja entre as linhas da seringueira ou com soja e milho em sucessão, após esse período o dossel fechado das árvores pode atrapalhar o desenvolvimento da cultura anual (CORDEIRO *et al.*, 2015).

O consórcio da seringueira com a cultura do café é viável e pode haver incremento na produção de café, desde que sejam escolhidos clones que se adaptam ao sombreamento. Mesmo sendo observadas diferentes incidências de sombras, em determinados locais da cultura, os que receberam sombra pela manhã e pela tarde, em geral, não apresentam perdas que coloquem em risco a produção e rentabilidade da cultura (FILHO *et al.*, 2019).

Ronchi *et al.*, (2017) em seu trabalho sobre características químicas da serrapilheira em lavoura de café conilon cultivada a pleno sol ou sombreada com seringueira, com espaçamento em linhas duplas da seringueira de 30 x 3,0 x 2,5 metros com fileiras perpendiculares ao café, concluíram que o teor de macronutrientes, depositados no solo a pleno sol 483,4 (N), 75,5 (P), 118,6 (K), 443,8 (Ca), 35,5 (Mg) e 27,9 (S) kg ha⁻¹, foi menor do que em locais sombreados 624,3 (N), 107,3 (P), 134,4 (K), 502,6 Ca), 40,7 (Mg) e 40,5 (S) kg ha⁻¹.

No entanto, é importante considerar, que o sistema ILF é recomendado para o cultivo com, por exemplo, a seringueira ou jabuticabeira, como componentes arbóreos, em áreas mecanizáveis, onde animais de porte grande, como, bovinos, bubalinos e equinos, poderiam ocasionar danos no sistema de produção, como, a borracha, frutos, etc., produtos utilizados pela indústria de beneficiamento (WRUCK; BEHLING; LANGE, 2019).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do trabalho realizado, várias espécies foram encontradas e cada espécie, com suas características, apresenta potencial para serem utilizadas dentro dos sistemas de integração. O tipo de sistema ILPF adotado determinará o tempo de utilização da lavoura, da pecuária e da floresta, e a escolha do componente florestal leva em consideração a finalidade e objetivo que o sistema terá, no qual determinada espécie apresentará características mais desejáveis, a depender do sistema adotado.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, R.G.; BARBOSA, R.A.; ZIMMER, A.H; KICHEL, A.N. **Forrageiras em sistemas de produção de bovinos em integração**. In: BUNGENSTAB, D.J. 2o Ed. Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta: a produção sustentável. Brasília, 2012. p.88-94.
- ALMEIDA, R. G. DE; PEREIRA, M. A.; KICHEL, A. N. COSTA, F. P. **Planejamento e gestão de sistemas pecuários integrados com agricultura**. Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, 2015.
- ALVARENGA, R. C.; GONTIJO NETO, M. M. **Inovações tecnológicas nos sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta-iLPF**. In: Simpósio internacional de produção de gado de corte, Viçosa, 2012. p. 267-276.
- ANDRADE, A. C. A.; SILVA, J. R. M.; MOULIN, J. C.; OLIVEIRA, M. B.; SOUZA, M. T.; LIMA, C. L. Quality of machined surfaces and specific cutting energy in wood of two African mahogany species. **Scientia Forestalis**, v. 46, n. 120, p. 532-539, 2018.
- ARAÚJO, Emanuel França et al. Rentabilidade de plantios de Acácia-australiana e de sistema de integração lavoura-pecuária-floresta no Sudoeste do Piauí. **Nativa**, v. 3, n. 4, p. 268-275, 2015.
- ATHOMO, A. B. B.; ANRIS, S. P. E.; TCHIAMA, R. S.; PIZZI, L. L. A.; CHARRIER, B. Chemical analysis and thermal stability of African mahogany (*Khaya ivorensis* A. Chev) condensed tannins. **Holzforschung**, v. 74, n. 7, p. 683-701, 2020.
- ATTIAS, N. et al. Acácias australianas no Brasil: histórico, formas de uso e potencial de invasão. **Biodiversidade Brasileira**, n. 2, p. 74-96, 2014.
- AZEVEDO, C. M. B. C. de; SILVA, A. R.; ALVES, L. W. R.; FERNANDES, P. C. C.; CARVALHO, E. J. M.; OLIVEIRA JÚNIOR, M. C. M. de. **Desempenho do mogno-africano (*Khaya ivorensis*) e do milho em sistema de integração lavoura-pecuária-floresta na Amazônia Oriental**. In: Congresso brasileiro de sistemas agroflorestais. Anais: Belém, PA: SBSAF: Embrapa Amazônia Oriental: UFRA: CEPLAC: EMATER: ICRAF, 2011.
- BALBINO, L. C.; KICHEL, A. N.; BUNGENSTAB, D. J.; ALMEIDA, R. G. **Sistemas de integração: o que são, suas vantagens e limitações**. In: BUNGENSTAB, D. J. (Ed.). Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta: a produção sustentável, 2ed., Brasília: EMBRAPA, 2012a, p. 239.
- BALBINO, L. C.; VILELA, L.; CORDEIRO, L. A. M.; OLIVEIRA, P. D.; PULROLNIK, K.; KLUTHCOUSKI, J.; DA SILVA, J. L. S. **Integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF): Região Sul**. Curso de Capacitação do Programa ABC, 2012b. Acesso dia 21 de julho de 2022. Disponível em:
<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/953634/1/0000005512ILPFREGIAOSUL.pdf>

BEHLING, M et al. Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF). **Fundação MT - Boletim de Pesquisa de soja 2013/2014**, p. 306-325, 2014.

CAMPANHA, M.; COSTA, T.; GONTIJO NETO, M. M. Crescimento, estoque de carbono e agregação de valor em árvores de eucalipto em um sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) no cerrado de Minas Gerais. **Embrapa Milho e Sorgo-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E)**, 2017.

CALDATO, V. H. G. Difusão Tecnológica do Sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta com Seringueira (*Hevea spp.*) na Região de Cassilândia-MS. **Anais do Semex**, n. 5, 2012.

CARDOSO, I. E. **Experimentação Participativa com Sistemas Agroflorestais por Agricultores Familiares: Espécies Arbóreas Utilizada**. In: II Congresso Brasileiro de Extensão Universitária, 12-15/set/2004, Belo Horizonte. Anais: Belo Horizonte, 2004.

CHAIKAEW, P.; ADEYEMI, O.; HAMILTON, A. O.; CLIFFORD, O. Spatial characteristics and economic value of threatened species (*Khaya ivorensis*). **Scientific Reports**, v. 10, n. 6266, 2020.

CORDEIRO, L. A. M. et al. **O Aquecimento Global e a Agricultura de Baixa Emissão de Carbono**. Brasília: MAPA/EMBRAPA/FEBRAPDP, 2011. 75p.

CORDEIRO, L. A. M. et al. Integração lavoura-pecuária-floresta: o produtor pergunta, a Embrapa Responde. **Área de Informação da Sede-Col Criar Plantar ABC 500P/500R Saber (INFOTECA-E)**, 2015.

CUNHA, J. M. da. **Processos de implantação e vantagens do sistema Integração Lavoura, Pecuária e Floresta (ILPF)**. 2012. Trabalho de conclusão de curso (Especialista em Agronegócio) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

DA BOIT, L. I. M.; SOUZA, E.; BARRETO, G.; de OLIVEIRA, R. C.; MORALES, M.; BEHLING, M. **Efeito da iLPF e do desbaste das árvores sobre o crescimento e produção do eucalipto**. In: NASCIMENTO, A. F. et al. (Ed.). Resumos do V Encontro de Ciência e Tecnologias Agrossustentáveis e da X Jornada Científica da Embrapa Agrossilvipastoril, 2021.

DA MATTA, F. M.; ARAÚJO, J.; RONCHI, C.; SALES, E. **O café Conilon em sistemas agroflorestais**. Capítulo 14, 2015.

DE ALMEIDA, R. G. **O Planejamento e gestão do sistema ILPF**. Opiniões, 2015. Acessado em 21 de julho de 2022. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Roberto-Almeida-4/publication/282671341_O_planejamento_e_a_gestao_do_sistema_ILPF/links/5617e3d008ae044edbacf495/O-planejamento-e-a-gestao-do-sistema-ILPF.pdf

DUBOC, E. Integração Lavoura, Pecuária-Floresta (iLPF). **Embrapa Agropecuária Oeste-Capítulo em livro técnico (INFOTECA-E)**, 2014.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Portfólio Integração Lavoura-Pecuária-Floresta: Intensificação sustentável da produção agropecuária**. Brasília: Embrapa, 2021. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/224501/1/2021-cpamt-folder-portifolio-ilpf.pdf>. Acesso em: 29 jul. 2022.

FOELKEL, C. E. B. Os eucaliptos e as leguminosas—parte 03: *Acacia mangium*. **Eucalyptus OnLine Book & Newsletter**, 2012.

FONSECA, G. F. **Milho consorciado com braquiária em diferentes espaçamentos de cedro australiano em sistema ILPF**. 2021. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel em Engenharia Agrônômica), Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Chapadão do Sul, 2021.

GARRETT, R. D.; GIL, J. D. B.; VALENTIM, J. F. **Transferência de tecnologia: desafios e oportunidades para Adoção de ILPF na Amazônia brasileira legal**. Capítulo 36, 2019.

GAZOLLA, P. R.; GUARESCHI, R. F.; PERIN, A.; PEREIRA, M. G.; ROSSI, C. Q. Frações da matéria orgânica do solo sob pastagem, sistema plantio direto e integração lavoura-pecuária. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 55, p. 693-704, 2015.

GEORGIN, J. Plantio de *Pinus elliottii* em pequenas propriedades rurais no norte do Rio Grande do Sul. **Revista Monografias Ambientais – REMOA**, v. 14, n. 3, p.3341-3345, 2014.

GONÇALVES, F. G.; LELIS, R. C. C. Caracterização tecnológica da madeira de *Acacia mangium* Willd em plantio consorciado com eucalipto. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 19, n. 3, p. 286-295, 2012.

KALIL FILHO, A. N.; WENDLING, I. **Produção de mudas de cedro australiano**. Comunicado Técnico 309, Embrapa, p. 5, 2012.

KLEIN, D.R.; ANDRADE, M.M.; DERENGOSKI, J.A.; DUARTE, E.; KREFTA, S.M.; SILVEIRA, A.C. da; BRUN, E.J. Aspectos gerais e silviculturais de *Cordia americana*, *Aspidosperma polyneuron*, *Toona ciliata* e *Khaya* spp. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.15, p.155-164, 2016.

KLIPPEL, V. H.; PEZZOPANE, J. E. M.; PEZZOPANE, J. R. M.; CECÍLIO, R. A.; DA SILVEIRA CASTRO, F.; PIMENTA, L. R. Zoneamento climático para teca, cedro australiano, nim indiano e pupunha no estado do Espírito Santo. **Floresta**, v. 43, n. 4, p. 671-680, 2013.

KLUTHCOUSKI, J. et al. Conceitos e modalidades da estratégia de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta. **Integração Lavoura-Pecuária-Floresta: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa, p. 21-33, 2015.

LAI, M.; DONG, L.; YI, M.; SUN, S.; ZHANG, Y.; FU, L.; XU, Z.; LEI, L.; LENG, C.; ZHANG, L. Genetic variation, heritability and genotype × environment interactions of resin yield, growth traits and morphologic traits for *Pinus elliottii* at three progeny trials. **Forests**, v. 8, n. 409, p. 1-16, 2017.

LIMA, M. C. D.; GAMA, D. C. O sistema de integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil: conceitos, desafios e novas perspectivas. **Agroforestalis News**, v. 3, n. 1, p. 31-51, 2018.

MACHADO FILHO, J. A.; ARANTES, S. D.; RONCHI, C. P.; SANTANA, D. B. **Avaliação da produção e características de grãos de café conilon (*Coffea canephora* Pierre) em consórcio com seringueira instalado na região Nordeste do Espírito Santo**. In: VIII Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, 2013.

MANGRICH, A. S.; DOUMER, M. E.; MALLMANN, A. S.; WOLF, C. R. Química verde no tratamento de águas: uso de coagulante derivado de tanino de *Acacia mearnsii*. **Revista Virtual de Química**, v. 6, n. 1, p. 2-15, 2014.

MARTINS, C. E. et al. **Casos de sucesso na implantação de sistema de integração lavoura-pecuária-floresta em propriedades leiteiras de base familiar na Zona da Mata e do Campo das Vertentes de Minas Gerais**. Capítulo 12, 2019.

MASCARENHAS, A. R. P.; SCCOTI, M. S. V.; MELO, R. R. DE; CORRÊA, F. L. DE O.; SOUZA, E. F. M. DE; PIMENTA, A. S. Wood quality of *Khaya senegalensis* trees from a multi-stratified agroforestry system established in an open ombrophilous forest zone. **Wood Material Science & Engineering**, 2021, doi: 10.1080/17480272.2021.1968490

MASTELARO, A. P. **Termotolerância e particularidades produtivas e reprodutivas de bovinos de corte em pastagens, com e sem árvore**. 2020. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2020.

MELLO, C. C.; OLIVEIRA, E. B. Prognose do crescimento e da produção madeireira e avaliação econômica de *Pinus taeda* em monocultivo e em ILPF. In: **Embrapa Florestas-Resumo em anais de congresso (ALICE)**. Pesquisa Florestal Brasileira, Colombo, v. 39, e201902043, 2019. p. 286., 2019.

MELOTTO, A.M.; LAURA, V. A.; BUNGENSTAB, D.J.; FERREIRA, A. D. Espécies florestais em sistemas de produção em integração. **Sistemas de Integração lavoura-pecuária-floresta: a produção sustentável**, 2 ed. Brasília – DF: Embrapa, 2012. p. 95-119.

MELOTTO A. M.; LAURA, V. A.; BUNGENSTAB, D. J.; FERREIRA, A. D. **Espécies florestais em sistemas de produção em integração**. In: BUNGENSTAB, D. J. et al. (Ed.). ILPF: inovação com integração de lavoura, pecuária e floresta. Capítulo 17, p. 743-752, 2019.

MENDES, A. D. R.; OLIVEIRA, L. E. M. D.; NASCIMENTO, M. N. D.; REIS, K. L.; BONOME, L. T. D. S. Concentração e redistribuição de nutrientes minerais nos diferentes estádios foliares de seringueira. **Acta amazônica**, v. 42, p. 525-532, 2012.

MIRANDA, E. E. de. Meio ambiente: a salvação pela lavoura. **Ciência e Cultura**, v. 69, n. 4, p. 38-44, 2017.

MONTEIRO, P. H. R. **Diversidade de bactérias de nódulos de *Acacia meamsii* de Wild em plantios seminais e clonais no estado do Rio Grande do Sul**. 2018. Tese (Doutor em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2018.

OLIVEIRA, M. J. de; VECCHIA, F. A. S. Mudanças climáticas. **Engenharia Ambiental:**

Conceitos, Tecnologia e Gestão. 1ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, v. 1, p. 367-400, 2013.

OLIVEIRA, E. B.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; RIBASKI, J. SisILPF: software para simulação do crescimento, produção, metano e manejo do componente florestal em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta. In: **Embrapa Florestas-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE SILVICULTURA, 4., 2018, Ribeirão Preto. Anais. Brasília, DF: Embrapa; Colombo: Embrapa Florestas, 2018.

OLIVEIRA, P. de, *et al.* **Integração lavoura-pecuária-floresta: caso de sucesso da Fazenda Santa Brígida, no Estado de Goiás**. In: ILPF: inovação com integração de lavoura, pecuária e floresta. Capítulo 17, p. 743-752, 2019.

PACHECO, A. R.; NICOLI, C. M. L.; CALIL, F. N.; REIS, C. F.; MORAES, A. C. A decade of technological innovation in crop-livestock-forest integration at Fazenda Boa Vereda. **Comunicado Técnico 405**, Embrapa, 2017, 16 p.

PAIVA, Y. G.; MENDONÇA, G.S.; SILVA, K.R.; NAPPO, M.E.; CECÍLIO, R.A.; PEZZOPANE, J.E.M. **Zoneamento agroecológico de pequena escala para *Toona ciliata*, *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus urophylla* na Bacia Hidrográfica do Rio Itapemirim – ES, utilizando dados SRTM**. In: XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 21 – 26 abr. 2007, Florianópolis. Anais... Florianópolis, INPE, p.1785-1792. 2007.

PELLISSARI, A.; GUIMARÃES, P.; BEHLING, A.; EBLING, Â. A Cultivo da teca: características da espécie para implantação e condução de povoamentos florestais. **Agrarian Academy**, v. 1, n. 01, 2014.

PEREIRA, M. de A.; Costa, F. P.; Almeida, R. G. de. **Viabilidade econômica da introdução de eucalipto em Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária**. In: Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, v. 56, Campinas. Anais... Campinas: SOBER, 2018.

PILAU, F. G.; ANGELOCCI, L. R.; SCARPARI, J. A. Radiation balance of an orange tree in orchard and its relation with global solar radiation and grass net radiation. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.15, n.3, p.257-266, 2007.

REIS, C. A. F.; KALIL FILHO, A. N.; AGUIAR, A. V.; MORAES-RANGEL, A. da C. **Caracterização das espécies pertencentes ao gênero *Khaya* de interesse no Brasil**. In: REIS, C. A. F.; OLIVEIRA, E. B.; SANTOS, A. M. (Ed.). Mogno-africano (*Khaya* spp.): atualidades e perspectivas do cultivo no Brasil. Brasília: EMBRAPA, 2019, p. 378.

RIBEIRO, A.; FERRAZ, A. C.; SCOLFORO, J. R. S.. O cultivo do mogno africano (*Khaya* spp.) e o crescimento da atividade no Brasil. **Floresta e Ambiente**, v. 24, 2017.

RONCHI, C. P.; FERREIRA, J. S. J.; LIMA, I. M.; FONSECA, A. F. A. **Características químicas da serrapilheira em lavoura de café conilon cultivada a pleno sol ou sombreada com seringueira**. In: 33 Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 2017.

SACRAMENTO, J. A. A. S.; ARAÚJO, A. C. M.; ESCOBAR, E. O.; XAVIER, F. A. S.; CAVALCANTE, OLIVEIRA, T. S. Estoques de carbono e nitrogênio do solo em sistemas

agrícolas tradicional e agroflorestais no Semiárido Brasileiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, n. 3, p. 784-795 2013.

SALES, E. F.; BALDI, A.; PINTO, F. B. Comportamento do Mogno Africano (*Khaya nyasica* Stapf ex Baker f.) consorciado ao cafeeiro conilon. **Cadernos de Agroecologia**, v. 15, n. 2, 2020.

SANTOS, S.S.; GRZEBIELUCKAS, C. Sistema silvipastoril com eucalipto e pecuária de corte: uma análise de viabilidade econômica em uma propriedade rural em Mato Grosso/Brasil. **Custos e @gronegocio on line**, v. 10, n. 3, p. 200-210, 2014.

SANTOS, F. M.; TERRA, G.; CHAER, G. M.; MONTE, M. A. Modeling the height-diameter relationship and volume of young African mahoganies established in successional agroforestry systems in northeastern Brazil. **New Forests**, v. 50, p. 389-407, 2019a.

SANTOS, A. M et al. **Aspectos silviculturais**. In: REIS, C. A. F.; OLOVEIRA, E. B.; SANTOS, A. M. (Ed.). Mogno-africano (*Khaya* spp.): atualidades e perspectivas do cultivo no Brasil. Brasília: EMBRAPA, 2019b, p. 378.

SARTORI, A. 2016. **Sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF): panorama nacional**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Ciências Biológicas) - Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, 2016.

SERRA, A. P.; BUNGENSTAB, D. J.; ALMEIDA, R. G. de; LAURA, V. A.; FERREIRA, A. D. Fundamentals of implementing Integrated Crop-Livestock-Forestry systems with eucalyptus trees. In: BUNGENSTAB, D. J.; ALMEIDA, R. G de. (Org.). **Integrated Crop-Livestock-Forestry systems: A Brazilian experience for sustainable farming**. 3ed. Brasília: EMBRAPA, 2014, v. 3, p. 65-87.

SERRA, A. P.; BUNGENSTAB, D. J.; ALMEIDA, R. G.; LAURA, V. A.; FERREIRA, A. D. Fundamentos técnicos para implantação de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta com eucalipto. In: BUNGENSTAB, D. J. (Ed.). **Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta: a produção sustentável**, 2ed., Brasília: EMBRAPA, 2012, p. 239.

SERRA, A. P.; de ALMEIDA, R. G.; LAURA, V.; FERREIRA, A. Fundamentos técnicos para implantação de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta com eucalipto. **Embrapa Gado de Corte-Capítulo em livro científico (ALICE)**, 2019.

SIQUEIRA, T. N. de. **Os sistemas silvipastoris no Brasil: uma revisão**. 2017. Trabalho de conclusão de curso (Título de Engenheiro Florestal) - Universidade de Brasília, Brasília, 2017.

SILVA, J. G. M.; VIDAURRE, G. B.; ARANTES, M. D. C.; BATISTA, D. C., SORANSO; D. R.; BILLO, D. F. Qualidade da Madeira de mogno africano para a produção de serrado. **Scientia Forestalis**, p. 44, n. 109, p. 181-190, 2016.

SILVA, J. W. T.; SOUZA, B. M. de L.; SILVA, C. M. Sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF). **Ciência Animal**, v. 30, n. 3, p. 71-84, 2020.

- SILVA, A. R.; VELOSO, C. A. C.; CARVALHO, E. J. M.; SALES, A. **Avaliação do mogno-africano (*Khaya ivorensis*) em um latossolo amarelo no sistema de integração lavoura-pecuária-floresta em Paragominas-PA.** In: Simpósio de estudos e pesquisas em ciências ambientais na amazônia, 3., 2014, Belém, Anais: Belém: Universidade do Estado do Pará, Centro de Ciências Naturais e Tecnologia, v. 1, p. 281-286, 2014.
- DA SILVA, R. A.; CRESTE, J. E.; SALES MEDRADO, M. J.; MAREGA RIGOLIN, I. Sistemas integrados de produção - O novo desafio para a agropecuária brasileira. **Colloquium Agrar**, v. 10, n. 1, p. 55-68, 2014.
- SKORUPA, L. A.; MANZATTO, C. V. **Avaliação da adoção de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) no Brasil.** Capítulo 10, p. 340-379, 2019.
- SORANSO, D. R.; VIDAURRE, G. B.; CHAGAS, M. T.; OLIVEIRA, J. T. S.; SILVA, J. G. M.; LATORRACA, J. V. F. Radial growth dynamics of *Khaya ivorensis* trees from experimental plantation. **Revista Árvore**, v. 42, n. 2, e420207, 2018.
- SOUZA, A. L. de. 2020. **Produtividade de soja no oitavo ano de sistemas ILPF.** Dissertação (Mestre em Agronomia) - Universidade Federal do Estado de Mato Grosso, Sinop, 2020.
- TEIXEIRA NETO, M. L. et al. **Sistemas ILPF e transferência de tecnologia nos estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Oeste da Bahia.** In: SKORUPA, L. A.; MANZATTO, C. V. (Ed.). Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil: estratégias regionais de transferência de tecnologia, avaliação da adoção e de impactos, Brasília: Embrapa, 2019, p. 471.
- TEODORO, C. C. 2019. **Simulação do uso da cana-de-açúcar como um componente do iLPF, localizado na Embrapa Pecuária Sudeste, através do modelo WaNuLCAS e de entrevista.** Dissertação (Mestre em Ciências da Engenharia Ambiental) - Universidade de São Paulo, São Carlos, 2019.
- THAMAN, R. R.; ELEVITCH, C. R.; WILKINSON, K. M. **Multipurpose trees for agroforestry in the Pacific Islands.** 50p. Holualoa: PAR, 2000.
- TOLEDO, M. M. et al. **Desempenho socioambiental da integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) no Maranhão: estudo de caso 1: Fazenda Barbosa-Brejo.** São Luís, MA: Embrapa Cocais, 2017.
- TONINI, Helio et al. **O eucalipto em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) no Bioma Pampa.** Embrapa Pecuária Sul-Capítulo em livro técnico (INFOTECA-E), 2021.
- TOWNSEND, C. R. et al. iLPF como alternativa sustentável de recuperação de pastagem degradada em Porto Velho, Rondônia. **Documentos**, p. 28, 2013. 2013.
- TRAZZI, P. A.; CALDEIRA, M.; REIS, E. F.; SILVA, A. G. Produção de mudas de *Tectona grandis* em substratos formulados com biossólido. **Cerne**, v. 20, n. 2, p. 293-302, 2014.

VARELLA, A. C. et al. Estabelecimento de plantas forrageiras em sistemas de integração floresta-pecuária no sul do Brasil. **Embrapa Pecuária Sul, Capítulo 15 em livro científico (ALICE)**, 2012.

VIANI, R. A.; MORAIS, J. P. G.; DOMENE, F.; EUGÊNIO, E. R.; CAMPANA, M.; NETO, E. L.; OLIVEIRA, A. C. C. Bark-stripping of African mahogany trees (*Khaya* spp.) by cattle in silvipastoral systems in Brazil. **Agroforestry Systems**, v. 94, p. 2385-2390, 2020.

WRUCK, F. J.; BEHLING, M.; LANGE, A. **Produção da lavoura em sistemas de ILPF**. In: BUNGENSTAB, D. J. et al. (Ed.). ILPF: inovação com integração de lavoura, pecuária e floresta. Capítulo 21, p. 320-345, 2019.

WRUCK, F. J. **Sistemas de iLPF no bioma Cerrado**. 2017. Acesso em 21 de abril de 2022. Disponível em:
http://ead.senar.org.br/wpcontent/uploads/capacitacoes_conteudos/ilpf/CURSO_6/Aula3_-_Principais_Estrtg_Esp_Florestais_iLPF_Bioma_Cerrado.pdf