

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE AQUIDAUANA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

META-ANÁLISE DA PRODUÇÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE
SISTEMAS DE INTEGRAÇÃO NO BRASIL NO PERÍODO
DE 2010 A 2020

Acadêmica: Elizandra da Silva Fialho

Aquidauana-MS
Janeiro de 2023

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE AQUIDAUANA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

META-ANÁLISE DA PRODUÇÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE
SISTEMAS DE INTEGRAÇÃO NO BRASIL NO PERÍODO
DE 2010 A 2020

Acadêmica: Elizandra da Silva Fialho
Orientador: Roberto Giolo de Almeida
Coorientadora: Caroline Carvalho de Oliveira

“Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção Animal no Cerrado – Pantanal, da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Zootecnia”

Aquidauana-MS
Janeiro de 2023

F464m

Fialho, Elizandra da Silva

Meta-análise da produção bibliográfica sobre sistemas de integração no Brasil no período de 2010 a 2020/ Elizandra da Silva Fialho. – Aquidauana, MS: UEMS, 2023.

63p.

Dissertação (Mestrado) – Zootecnia – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, 2023.

Orientador: Prof. Drº Roberto Giolo de Almeida.

1. Agrossilvipastoril 2. Sistemas integrados 3. Sustentabilidade. 3. Lavoura. 4. Pecuária. 5. Florestas. I. Título. II. Almeida, Roberto Giolo de.

CDD 23. ed. - 634.99

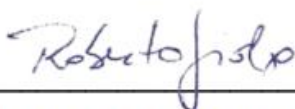
Bibliotecária Susy dos Santos Pereira CRB1º1783

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE AQUIDAUANA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM PRODUÇÃO ANIMAL

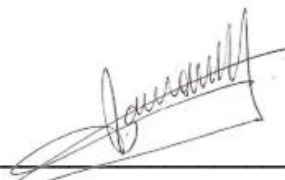
ELIZANDRA DA SILVA FIALHO

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção Animal, como requisito para obtenção do grau de Mestra em Zootecnia.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 26/01/2023.



Dr. Roberto Giolo de Almeida (Orientador)



Dr. Valdimir Antônio Laura, Embrapa
(Via videoconferência)



Dr. Pedro Nelson Cesar do Amaral
(Via videoconferência)

EPÍGRAFE

“Seus sonhos não precisam de plateia eles só precisam de você”

Daniel Duarte

Dedico este trabalho ao meu Deus pela oportunidade de chegar aqui, ao meu marido Fagner Amorim pelo apoio e por acreditar em mim, aos meus filhos Matheus Henrique e Eloíse Sofia e à minha família, especialmente meus pais Rosa e João, e à Universidade.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por essa conquista, por me capacitar e nunca me abandonar nos momentos difíceis e de fraqueza, me fortalecendo para chegar até o final deste desafio sem ele não sou nada, Obrigada por tudo.

Agradeço à minha família por acreditar na minha capacidade de superar meus limites, especialmente meu marido Fagner Amorim que nunca desistiu de mim, me apoiando quando disse que sairia do meu serviço para estudar, incentivando e estando presente em todos os momentos da minha pós-graduação, estando comigo acordado nas madrugadas durante as realizações de trabalhos e estudo, aos meus filhos Matheus Henrique e Eloíse Sofia todo esse esforço é por eles e para eles.

Agradeço aos meus pais Rosa da Silva e João Bento que me deram e continuam dando apoio nas minhas escolhas acreditando na minha capacidade e persistindo junto a mim nos meus sonhos, ao meu irmão Eliel Prado e principalmente minha cunhada Thalia da Conceição que me ajudaram quando eu precisava me deslocar para Campo Grande ficando com meu pequeno Matheus e depois quando a Eloíse nasceu se não fosse ela me ajudando essa jornada seria muito mais difícil, agradeço por enfrentar junto comigo este desafio.

Aos professores por todo conhecimento adquirido nesta caminhada e principalmente pela paciência que eles tiveram comigo, pelo fato de possuir uma graduação diferente da pós, me trataram com todo amor e carinho, ensinando da melhor forma possível, principalmente ao meu orientador Dr. Roberto Giolo de Almeida e a minha coorientadora Dra. Caroline Carvalho de Oliveira, por todos os conhecimentos, conselhos, companheirismo adquiridos e me ajudando durante a minha gravidez não deixando desistir deste sonho e por me ajudarem no desenvolvimento deste trabalho meu muito obrigado por terem me aceitado neste desafio junto a vocês.

Meus agradecimentos a minha companheira de luta, desafios, colega de estudo e amiga Ruth Teles Barbosa que me ajudou de forma direta e

indiretamente durante a pós-graduação e no desenvolvimento deste trabalho meu muito obrigada.

À Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Unidade Universitária de Aquidauana, pela oportunidade de fazer parte do corpo discente do programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Ao Programa Institucional de Bolsas aos Alunos da UEMS (PIBAP), pela concessão da bolsa de estudos.

Agradeço a todos que de alguma forma me ajudaram, sem vocês não seria possível chegar até o final deste ciclo, meu muito obrigada a todos.

OBRIGADA.

SUMÁRIO

EPÍGRAFE	v
RESUMO	xiii
Abstract.....	xiii
CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	1
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Objetivo geral.....	5
1.2 Estruturas do trabalho.....	5
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	5
2.1 Breve histórico sobre os sistemas integrados de produção.....	5
2.2 ILPF no Brasil.....	8
2.3 Meta-análise.....	12
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	15
CAPÍTULO 2: Integrated farming systems in Brazil under scrutiny: a systematic analysis of its literature from 2010 to 2020.....	23
Abstract.....	24
1. Introduction.....	25
2. Material and Methods.....	27
3. Results and Discussion.....	28
4. Conclusions.....	42
5. References.....	43

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

Figura 1: Evolução da área de ILPF implantada no Brasil, em milhões de hectares	10
--	----

CAPÍTULO 2

Figure 1. The process of constructing a systematic literature review. Source: Adapted from Lopes et al. (2022).....	28
Figure 2. Evolution of publications on integrated systems in Brazil, from 2010 to 2020.....	29
Figure 3. Distribution of the number of publications by geographic region of Brazil, from 2010 to 2020.....	30
Figure 4. Distribution of publications on integrated systems in Brazil, according to the biome, from 2010 to 2020.....	36

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2

Table 1. Distribution of variables of plant component, soil, animal and environmental components in the ILP, ILPF and IPF integrated systems in Brazil, from 2010 to 2020.....31

Table 2. Distribution of publications on integrated systems in Brazil, regarding soil classes, from 2010 to 2020.....35

Table 3. Distribution of publications with the main plant components (forest species, forage and crops) and animals used in integrated systems in Brazil, from 2010 to 2020.....37

Table 4. Distribution of publications according to the function/use of the plant component (forest species, grain and forage crops) used in integrated systems in Brazil, from 2010 to 2020.....40

Table 5. Distribution of socioeconomic variables in publications on integrated systems in Brazil, from 2010 to 2020.....42

RESUMO

Sistemas de integração tem sido utilizados no Brasil com uma diversidade de modelos adaptados a condições regionais. Em 2010, foram elencados e estimulados como processos tecnológicos mitigadores de gases de efeito estufa pelo Plano ABC (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono), política pública nacional com metas de descarbonização para 2020. Neste contexto, o presente estudo teve como objetivo, realizar uma revisão sistemática da literatura sobre estes sistemas no Brasil, no período de 2010 a 2020. Foram capturadas 256 publicações científicas nas bases de dados Scopus, Web of Science, Scielo e Google Scholar, sendo selecionadas 118 de acesso aberto, para análise. Os dados foram agrupados por tipo de sistema, integração lavoura-pecuária (ILP), integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) e integração pecuária-floresta (IPF), considerando manejos realizados, local, região, bioma, classe e características do solo, do componente vegetal utilizado (culturas agrícolas, forrageiras e espécies florestais), do componente animal utilizado (espécie, raça, tipo de criação), do ambiente, além de variáveis socioeconômicas. Os dados agrupados foram submetidos à análise de frequência relativa e sua apresentação foi realizada por meio de análise descritiva. Os sistemas de integração foram associados a condições edafoclimáticas e regionais favoráveis, que permitem a intensificação sustentável da agropecuária, entretanto, o sistema ILPF foi mais estudado, possivelmente pela sua maior complexidade, em detrimento do sistema ILP, mais utilizado no país. Os componentes de maior expressão, nestes sistemas, estão em concordância com culturas agrícolas (soja e milho), forrageiras (*Brachiaria brizantha* cvs. BRS Piatã e Marandu), espécies florestais (eucaliptos) e animais (bovinos Nelore) mais utilizados no país. Questões ambientais e sobre bem-estar animal foram recorrentes, porém, verificou-se carência de estudos envolvendo variáveis socioeconômicas em sistemas de integração no Brasil.

Palavras-chave: agrossilvipastoril, lavoura-pecuária, lavoura-pecuária-floresta, pecuária-floresta, silvipastoril.

ABSTRACT

Integrated systems have been used in Brazil under a variety of models adapted to regional conditions. In 2010, these systems were listed and stimulated as technological processes that mitigate greenhouse gases by the ABC Plan (Low Carbon Agriculture), a national public policy with decarbonization targets for the year 2020. In this context, the present study has conducted a systematic and analytical review of the literature regarding these systems in Brazil, from 2010 to 2020. A total of 256 publications were found in the Scopus, Web of Science, Scielo and Google Scholar databases, and 118 open access publications were selected for analysis. Data were grouped by type of system, integrated crop-livestock (ILP), integrated crop-livestock-forestry (ILPF) and integrated livestock-forest (IPF), considering system's management, location, region, biome, soil class and characteristics, as well as plant component used (cash crops, forage and forestry species), the animal component used (species, race, type of breeding), the environment, in addition to socioeconomic variables. The grouped data were submitted to relative frequency analysis and presented as descriptive analysis. Integrated systems were associated with favorable soil, climate and local conditions, which allow for sustainable intensification of agriculture, however, the ILPF system had a larger number of studies, possibly due to its greater complexity, despite the ILP system to be more frequently used in Brazil. The most frequent farming components in these systems, were cash crops (soybean and corn), grazing forages (*Brachiaria brizantha* cvs. BRS Piatã and Marandu), forest species (eucalyptus) and animals (Nelore beef cattle) most which are the most common used in Brazil. Environment and animal welfare issues were recurrent, however, there was a lack of studies involving socioeconomic variables for integrated systems in Brazil.

Keywords: agrosilvopastoral systems, crop-livestock, crop-livestock-forestry, livestock-forestry, silvopastoral.

CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. INTRODUÇÃO

A agricultura brasileira na primeira metade do século passado era considerada rudimentar, a soja era uma novidade no Brasil, sem mercado interno e nem indício de comércio internacional. Os trabalhos braçais eram comuns nas produções agrícolas. O conceito de plantio direto foi introduzido nos Estados Unidos na década de 1960 e, na década de 1970, surgiu o sistema de plantio direto (SPD) no Sul do Brasil. Sendo este uma forma de manejo conservacionista que inclui as técnicas de não revolvimento do solo, formação de palha e a rotação de culturas, manejos necessários para a realização de aumento de produtividade e a conservação do meio ambiente (GOULART, 2009).

Com o desenvolvimento das indústrias e da mecanização agrícola a utilização dos defensivos agrícolas aumentou no final da década de 1980, essas particularidades fizeram parte dos processos de especialização e melhoramento das tecnologias, aumentando coincidentemente uso dos sistemas de SPD no Brasil (VIEIRA et al., 2016).

A integração agropecuária e florestal teve início no Brasil nas décadas de 1980 e 1990. Estes sistemas são utilizados há vários anos, quando se utilizava os resíduos (resteva) de culturas de produções anteriores como fonte de alimentação dos animais, essas práticas são de uso frequente de várias regiões do Brasil (SILVA et al., 2020).

A primeira experiência foi adquirida com a ajuda da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), que realizam pesquisas, como alternativa de uma produção mais sustentável. Entre os mais conhecidos na literatura estão os sistemas Barreirão e Santa Fé, sendo estes considerados os pioneiros (PEREIRA, 2016).

A integração lavoura pecuária (ILP) vem sendo utilizada há bastante tempo, quando os métodos de cultivar eram realizados de modo racional, ou seja, utilizava-se apenas uma cultura por área, assim, exigindo-se muito dos solos e do meio ambiente. Nos dias atuais muito se fala sobre sustentabilidade, produção sustentável, biodiversidade e com isso vários métodos foram desenvolvidos com o intuito de reduzir a abertura de novas áreas de produção, a degradação de

pastagens e a diminuição de emissão de gases de efeito estufa (EMBRAPA, 2012).

Com o passar dos anos e o aumento da população mundial, houve a necessidade de utilizar novos métodos de produção, dessa forma a integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) é uma técnica muito eficaz, capaz de produzir diferentes cultivos em uma mesma área de plantio, sendo em cultivo consorciado, sucessão ou rotação de culturas (NETO et al., 2014).

Assim, novas técnicas são desenvolvidas com o objetivo de melhorar a qualidade de produção e aumento da produtividade em áreas (BALBINO et al., 2011). A adoção da ILPF traz uma série de benefícios, como a estabilização dos lucros ao produtor, podendo produzir mais de uma cultura no local de plantação, juntamente com a pecuária, sendo estas destinadas à produção de carne ou leite (RIBEIRO, 2014).

Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU, 2019), estima-se que a população mundial expandirá até 2050, passando de 7,7 bilhões de pessoas para 9,7 bilhões. Pesquisas têm sido realizadas com o objetivo de erradicar a fome até os anos de 2030, pensando em melhorar a qualidade da alimentação mundial, duplicar a produção agrícola de grandes e pequenos produtores, aumentar a rentabilidade e principalmente realizar uma produção mais sustentável de alimentos mantendo o ecossistema local e conservando o meio ambiente (ONU, 2021).

O Brasil se destaca como um dos maiores produtores mundiais de alimentos. Pesquisas mostraram que o país no ano de 2020, produziu alimentos para cerca de 800 milhões de pessoas (EMBRAPA, 2021).

De 2007 a 2009, as negociações na Conferência das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (UNFCCC) foram intensificadas com o objetivo de criar um acordo internacional envolvendo todos os países no esforço para reduzir as concentrações de gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera. Durante a 15ª Conferência das partes (COP15) em 2009, o Brasil anunciou um compromisso voluntário de reduzir as emissões de gases de efeito estufa entre 36,1% a 38,9% até 2020. A Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009, definiu a redução das emissões de gases (mitigação) e a aplicação de medidas e de redução de riscos

ao sistema ambiental e humanos como base para a implantação do serviço nacional (LIMA et al., 2020).

Devido às questões relacionadas ao aumento da temperatura ocorrida nas últimas décadas e ao surgimento de eventos como secas prolongadas, fortes chuvas, furacões, ciclones, derretimento das calotas polares e entre outros fatores, foram criados os programas como forma de reduzir tais ocorrências e incentivar a produção sustentável, pensando no meio ambiente e nas gerações futuras (EMBRAPA, 2020).

Com a implantação do plano ABC, foram definidos programas com o objetivo de ampliar as áreas de adoção de sistemas sustentáveis de produção, sendo estipulados setes programas, sendo seis referentes às tecnologias de mitigação das emissões dos GEE, sendo elas citadas logo abaixo:

- Recuperação de Pastagens Degradadas (RPD);
- Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) e Sistemas Agroflorestais (SAFs);
- Sistema de Plantio Direto (SPD);
- Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN);
- Florestas Plantadas (FP);
- Tratamento de Dejetos Animais (TDA);
- Adaptação às Mudanças Climáticas;

Todos os programas iniciados por meio do plano ABC têm como objetivo final uma produção de agricultura mais sustentável e econômica, sendo peças chaves deste processo o melhoramento de plantas e a aplicação de biotecnologia agrícolas com o objetivo de neutralizar os efeitos negativos da produção agrícola e pecuária (MAPA, 2021).

De todas as atividades, a agricultura é a mais afetada pela natureza, devido a sua total dependência das condições climáticas, a agricultura e a pecuária são umas das atividades que geram emissões de GEE na atmosfera, principalmente as emissões de carbono (CO_2 e CH_4) e nitrogênio (N_2O). Dessa forma, as políticas públicas de Agricultura de Baixo Carbono (Plano e Programa ABC) contribuem para o desenvolvimento sustentável dos sistemas produtivos,

principalmente a recuperação de pastagens degradadas e os sistemas de ILPF (MAPA, 2021).

Segundo Dias et al. (2021), a intensificação de pesquisas relacionadas ao tema ILPF aumentou nos últimos anos, em razão da produção sustentável, agregação de valores, aumento de produtividade, controle de pragas, doenças e plantas invasoras, recuperação/renovação de pastagens degradadas, fixação de carbono nos solos e nas árvores, reduzindo a emissão de gases do efeito estufa e a ciclagem de nutrientes. Essa prática tem crescido consideravelmente entre os produtores, devido ao uso eficiente da terra sem a necessidade de deixar em pousio em determinadas épocas do ano/safra (GALHARTE et al., 2010; FREITAS et al., 2013).

Em razão do aumento na implantação dos sistemas agrossilvipastoris no Brasil nos últimos anos, o número de estudos relacionados a este tema tem aumentado, pois à medida que surgem novas dúvidas e questionamentos, novos trabalhos são realizados, dessa maneira, múltiplas informações podem dificultar a relação do problema com os erros de interpretação ou análise (PACHECO et al., 2016). Diante disso, o aumento nos trabalhos científicos publicados e as informações que são acrescentadas no banco de dados diariamente proporcionam novos conhecimentos aos pesquisadores, professores, alunos, produtores, sindicatos, secretarias e cooperativas (SILVA et al., 2019).

Dessa maneira, a meta-análise surgiu como uma metodologia capaz de identificar, organizar e extrair uma grande variedade de informações da literatura publicada, associando as pesquisas e os dados preexistentes, por meio de buscas de autores distintos e também pela aplicação de estudos estatísticos decorrente dos mesmos (LOVATTO, 2007).

A meta-análise apresenta-se como um método ou modelo no qual o pesquisador adota uma nova abordagem para coletar resultados não testados em diferentes estudos publicados. Difere das revisões bibliográficas gerais comuns em trabalhos científicos, pois nela as técnicas de mensuração ocupam lugar de destaque (FILHO et al., 2014).

Portanto, este estudo teve como objetivo compilar dados disponíveis na literatura relacionados a sistemas de integração e seus componentes no Brasil no período de 2010 a 2020.

1.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste trabalho foi à realização de uma meta-análise apresentando uma síntese da distribuição de artigos científicos indexados de acesso aberto sobre sistemas de integração no Brasil, no período de 2010 a 2020.

1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO

Esta dissertação é composta pelos seguintes capítulos. O primeiro capítulo apresenta uma descrição geral do tema em estudo, bem como suas razões, justificativas, objetivo, revisão bibliográfica e conceitos relacionados. No segundo capítulo, elaborado no formato de artigo científico, com breve introdução, apresentação do tipo de pesquisa e o método de análise. Nos resultados e discussão, foram apresentadas as características (variáveis) estudadas nos artigos selecionados de forma quantitativa e descritiva. Por fim, as considerações finais, e referências bibliográficas utilizadas no estudo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 BREVE HISTÓRICO SOBRE OS SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO

Embora os sistemas de ILPF sejam inovadores e atuais, há relatos históricos de que imigrantes europeus trouxeram este método de agricultura, pecuária e floresta para o povo nativo existente no local, dessa forma, com o passar dos anos esta prática começou a ser copiada e adotada entre os agricultores até os dias atuais (EMBRAPA, 2020).

Há relatos que os sistemas de associar culturas vêm sendo cultivadas desde a época da Idade Média no século de XVI, quando espécies frutíferas

nativas eram produzidas em associação com espécies arbóreas (CASTRO, 2019). Vários escritores romanos do século primeiro D.C como Caio Plínio e Lucius Junius Moderatus, citam em suas pesquisas que durante o período romano há evidências e referências de que os povos ali já utilizavam os métodos de integração com árvores e pastagens (BALBINO et al., 2012).

Outros pesquisadores relatam que estas práticas passaram a ser realizadas pelos indígenas que assim, posteriormente foi passando tais conhecimento aos colonizadores que ali chegavam afinal esses fundamentos foram passando de geração em geração e sendo utilizados até hoje (BORDONAL et al., 2018).

Com a exploração e a extração dos recursos naturais pela agricultura e pecuária no solo, os efeitos negativos começaram a ser evidenciados, como por exemplo, a degradação dos solos que foi desencadeada no final da década de 1970, devido ao uso excessivo e a extração dos nutrientes do solo (EMBRAPA, 2020).

Dessa forma, é preciso desenvolver tecnologias e buscar sistemas de produção mais sustentáveis que possam reverter às ações prejudiciais ao meio ambiente. A introdução e a utilização do sistema de plantio direto (SPD) juntamente com a rotação de culturas são práticas essenciais para a redução dos danos causados (NUNES, 2022).

Os primeiros estudos sobre sistemas de integração começaram nas décadas de 1980 e 1990 com o financiamento da EMBRAPA, os mais conhecidos e citados na literatura como pioneiros são os Sistemas Barreirão e o Santa fé (PEREIRA, 2016). No final da década de 1990, surgiram propostas para ajudar na recuperação ou renovação das pastagens, incluindo o uso da ILP por meio da rotação de culturas. A forragem produzida na entressafra contribui para a cobertura do solo e no acúmulo de gramíneas para a sucessão de grãos em sistema de plantio direto (ARAÚJO et al., 2021).

O Sistema Barreirão é uma tecnologia de recuperação/renovação de pastagens realizado em consórcio com culturas anuais. São utilizadas culturas que possam atender as necessidades do agricultor, visando diversificar suas atividades, ou seja, realizando o plantio de diversas culturas que podem ser

incluídas no sistema, entre os quais de início se destacou a cultura do arroz e posteriormente o cultivo com o arroz, milho, milheto e o sorgo (EMBRAPA, 2020).

O sistema Santa Fé é uma tecnologia que permite um maior aproveitamento das terras agrícolas da região do Cerrado, reduzindo custos de produção e implantação. Algumas vantagens são a não necessidade de equipamentos específicos, a produção de forragem para a entressafra, fornecendo um capim de boa qualidade e quantidade exigidas pelo Sistema Plantio Direto (SPD). O consórcio é estabelecido anualmente e pode ser utilizado simultaneamente ao plantio da cultura anual ou aproximadamente 10 a 20 dias após a emergência, sendo utilizadas as culturas do milho, sorgo, milheto, arroz e soja (EMBRAPA, 2020).

No início dos anos 2000, com a adoção do sistema de ILP houve a necessidade de melhorar a qualidade de produção, o conforto e o bem-estar dos animais, devido a isso o componente arbóreo foi incluído ao modelo, posteriormente tornando-se ILPF, com a finalidade de proteger os animais das intempéries climáticas e diversificar a rentabilidade dos produtores por meio da produção de madeira, celulose ou carvão, sendo o gênero mais utilizado, o eucalipto (PADOVAN et al., 2012).

Em meados de 2006, o Sistema Santa Brígida destacou-se como um modelo inovador, foi implantado pela primeira vez na fazenda Santa Brígida em Ipameri (GO), permitindo a colheita de até três safras em apenas um ano, como exemplo podemos citar: o plantio de soja, milho e pasto produzidos na mesma área de plantio (TAGUCHI et al., 2016). Essa abordagem possibilitou que o solo fosse explorado economicamente durante o ano todo, sem prejudicar ou danificar as propriedades, devido ao sinergismo que ocorre entre os componentes do sistema (SALVADOR, 2022).

Balbino et al. (2011) identificaram quatro modalidades do sistema de integração que podem ser desenvolvidas para uma produção mais sustentável.

- Integração Lavoura-Pecuária (Agropastoril): São sistemas que integram os componentes de pecuária em rotação, consórcio ou sucessão, numa mesma área sem deixar a terra em pousio, podendo ser produzindo em um único ano agrícola ou em diferentes anos.

- Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (Agrossilvipastoril): São sistemas que integram os componentes lavoura, pecuária e florestal podendo ser trabalhos em rotação, consórcio ou sucessão de culturas em uma mesma área de produção. Nesta modalidade deve-se levar em consideração o componente lavoura em relação à fase inicial de implantação do componente florestal, para que ambas não sejam prejudiciais e interferindo no desenvolvimento um do outro.
- Integração Pecuária-Floresta (Silvipastoril): São sistemas que integram os componentes pecuária e floresta em consórcio, neste Sistema deve se levar em consideração o período de entrada do gado em relação ao desenvolvimento da espécie florestal.
- Integração Lavoura-Floresta (Silviagrícola): São sistemas que integram os componentes de lavoura e floresta por meio do consórcio das espécies arbóreas com os cultivos agrícolas podendo ser anuais ou perenes. Neste sistema deve se levar em consideração quais espécies serão implantadas para que não ocorra a competição entre si.

Desde o início das pesquisas até o momento, os sistemas têm apresentado muita eficiência em termos de resultados advindos dos métodos de cultivo (SANTANA et al., 2019). Sendo estes devidamente implementados e manejados da forma correta podem ser realizados por qualquer produtor rural (pecuarista/agricultor), independentemente do seu tamanho ou rentabilidade, pois promove agregação de valor no produto final (SALVADOR, 2022).

2.2 ILPF NO BRASIL

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de alimento, podendo expandir significativamente sua produção ao longo dos anos. Com isso, um dos maiores desafios é em relação ao desenvolvimento de novas tecnologias visando uma produção mais sustentável (BORDONAL et al., 2018). A adesão de produtores vem aumentando, principalmente devido à melhoria na produção e ao

aumento de rentabilidade, sendo capaz de reduzir à expansão de novas áreas que seriam direcionadas a produção agrícola, reduzindo assim o desmatamento (SKORUPA et al., 2019).

Segundo o IBGE (2016), houve mudanças no setor agrícola relacionadas ao sistema de ILPF, no período de 2010 a 2014, verificou-se que a taxa de adoção de novas áreas agrícolas foi de aproximadamente 8,6% entre 2010 e 2012, e 8,2% no período 2012 – 2014, ou seja, podemos dizer que houve reduções nos índices de crescimento das pastagens manejadas, passando de 11,13% para 4,49% no período atual, principalmente decorrente da conversão de pastagens em áreas agrícolas e, em menor proporção, para áreas de florestas plantadas.

O setor agropecuário vem sofrendo transformações desde o início de suas pesquisas, de modo que os sistemas integrados acabaram gerando grandes benefícios para o produtor e o meio ambiente, em especial quanto as qualidades físicas, químicas e biológicas do solo (EMBRAPA, 2019).

No Brasil, cerca de 30% de seu território é destinado à produção agropecuária. Um estudo do Grupo Kleffmann durante a safra 2015/2016 estimou que o país detinha uma área de cerca de 11,4 milhões de hectares, com sistemas de integração (JUNIOR, 2020). O estado de Mato Grosso do Sul apresentava a maior área com sistemas de integração entre os estados brasileiros, com pouco mais de 2 milhões de hectares. (ALMEIDA et al., 2019).

Segundo a CONAB (2020), o Brasil produziu cerca de 253,7 milhões de toneladas de alimento que foram destinados para diversas regiões do mundo. A balança comercial brasileira somou cerca de US\$ 100 bilhões em produtos agrícolas, incluindo soja, milho, açúcar, café, algodão, suínos, aves e bovinos (TEIXEIRA, 2022). Em relação ao plantio de eucalipto, em 2019, a área ocupada era de aproximadamente 5,7 milhões de hectares de um total de 7,83 milhões de ha destinados ao uso de florestas plantadas, respondendo por 91% da produção madeireira do país (SKORUPA et al., 2021).

A Figura 1 mostra a expansão da ILPF de 2005 a 2021, considerando uma evolução linear e seguindo as premissas da Plataforma ABC e do modelo estatístico da Rede ILPF. Podemos observar no gráfico da safra 2015/2016 para a

safra de 2020/2021 que houve um aumento, considerando 52% de áreas com ILPF no Brasil, mostrando uma expansão significativa deste sistema produtivo.

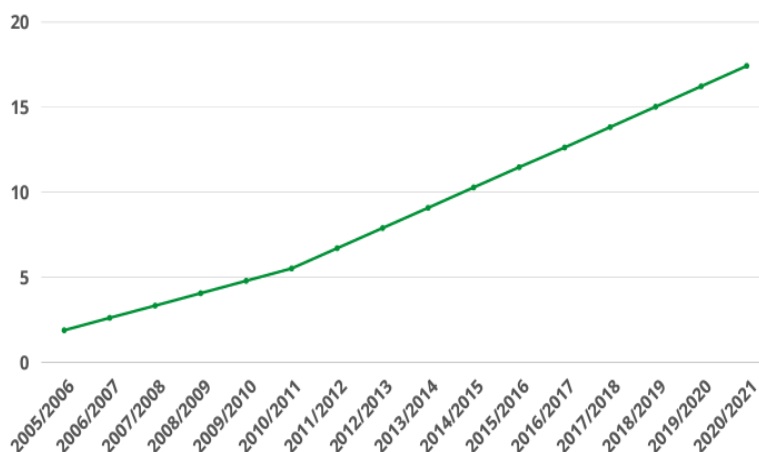


Figura 1: Evolução da área de ILPF implantada no Brasil, em milhões de hectares (Adaptado de Plataforma ABC, 2021).

A ILPF é um sistema eficaz, que visa à produção sustentável de diferentes sistemas produtivos dentro em uma mesma área, seja agrícola, pecuário ou florestal (RODRIGUES et al., 2017). Podendo ser adotada de diversas formas, em consórcio, rotação ou sucessão, utilizando vários tipos de agricultura e silvicultura, correspondente ao desenvolvimento de cada componente, para que tais possam se desenvolver de forma mútua, juntamente com o meio ambiente e as condições climáticas de cada região (VINHOLIS et al., 2020).

No Brasil, existem vários sistemas que podem ser adaptados às características e objetivos do meio rural. Além disso, essas diferenças sistêmicas se devem às peculiaridades regionais dos biomas e fazendas, tais como: condições de clima e solo, infraestrutura, conhecimento do produtor e tecnologia disponível (BALBINO et al., 2012).

Diversos trabalhos têm sido realizados com o propósito de aumentar a recuperação de áreas degradadas, a redução da pressão pela abertura de novas áreas com vegetação nativa, a mitigação das emissões de gases causadores de

efeito estufa e melhorar a imagem pública dos agricultores perante a sociedade (FARIA et al., 2016).

O sistema de ILPF conta com apoio de uma parceria público-privada, denominada Rede ILPF, lançada em 2012, sendo composta pelas instituições Bradesco, Cocamar, Dow AgroSciences, John Deere, Parker, Syngenta e Embrapa. Seu principal objetivo é amplificar a adoção de programas de ILPF pelos produtores rurais, como parte de um esforço que visa fortalecer a sustentabilidade da agricultura brasileira (CUNHA, 2017).

O governo vem promovendo e criando oportunidades para o avanço e desenvolvimento de sistemas sustentáveis, onde protocolos de produção conceitos foram criados, como a marca-conceito “Carne Carbono Neutro”. Esse protocolo é destinado a Sistemas que contemplem o componente florestal, o principal responsável pelo sequestro de carbono, contribuindo para a compensação da emissão de metano, além de auxiliar no conforto térmico e no bem-estar animal por meio do sombreamento das árvores (SKORUPA et al., 2021).

Para contribuir com o meio ambiente e a produção sustentável de alimentos, o Brasil busca implementar o Plano de Agricultura de Baixo Carbono (Plano ABC) no setor agropecuário, com o intuito de uma produção mais sustentável. A meta estabelecida pelo plano ABC em 2009, era aumentar a área com ILPF em todo o país em 4 milhões de hectares até o ano de 2020. Entre os anos de 2010 a 2015 o incremento de 5,96 milhões de hectares foi o responsável pelo sequestro de 21,8 milhões de toneladas de CO₂e (MAPA, 2016).

A Rede ILPF estabeleceu uma meta de dobrar a produção até o ano de 2030 para atingir 35 milhões de ha com ILPF, sendo 5 milhões a mais do que a meta do Plano ABC+. Nesse sentido, o Brasil deve enfrentar desafios, entre os quais se destacam o fortalecimento do crédito rural para garantir a capacidade de implementação dos produtores e a assistência técnica para garantir o uso da melhor tecnologia (EMBRAPA, 2021).

No Brasil, o uso da ILPF tem aumentado significativamente em todas as regiões. Isso é fundamental para o desenvolvimento organizacional e contribui para o desempenho e eficiência dos processos produtivos. Essas tecnologias são

fundamentais para que as operações sejam eficientes, assim, de forma que agricultores e pecuaristas possam utilizar novos sistemas de produção (TOMAZ et al., 2017).

A agricultura continua sendo um dos principais emissores de gases no país, e processos tecnológicos mais eficientes como ILPF são capazes de ajudar a diminuir as emissões, o que ressalta a importância do setor adotar as tecnologias de baixa emissão carbono, que apesar de serem mais complexas, permitem reduções significativas nas emissões de Gases do Efeito Estufa (GEE) devido à fixação de carbono na biomassa florestal e na matéria orgânica do solo, além de reduzir custos fixos para a produção animal e agregar valor ao produto final (ASSAD et al., 2019).

2.3 META-ANÁLISE

A meta-análise foi inicialmente desenvolvida nas ciências sociais, na educação, na medicina e, mais tarde, na agricultura. Em estudo pioneiro, Smith & Glass (1977) analisaram resultados de 375 estudos de psicoterapia e chamaram esse método de meta-análise (LOVATTO et al., 2007).

Uma metanálise ou meta-análise é uma revisão sistemática de um determinado tema ou assunto, é uma observação da literatura que será abordada, que se propõe a responder uma determinada pergunta, reúne informações de diversos trabalhos, sendo capaz de obter novos resultados não evidenciados, a partir de pesquisas já publicadas por diversos autores. É um método capaz de combinar os resultados de um ou mais estudos independentes e relevantes, geralmente segue à realização de uma revisão sistemática, sendo uma importante fonte de evidência na tomada de decisão (LUIZ, 2002; BERWANGER et al., 2007).

O surgimento de um termo específico para definir esse procedimento ocorreu ao mesmo tempo em que se aumentava muito a sua utilização em diversas áreas do conhecimento. A explicação para esse aumento da popularidade nos últimos anos pode estar na atual explosão de informação no mundo científico ou acadêmico. Para efeito de comparação, o número de

publicações científicas aumentou em média dez vezes nesse período, em diversas áreas (LUIZ, 2002).

Devido à grande quantidade de informações sobre a ILPF, pois novas informações são geradas e adicionadas no banco de dados, dessa maneira, acabam complementando os diversos artigos já existentes nas bases de referências (FERNANDES et al., 2010).

Em decorrência disso, é necessário reunir, analisar e sistematizar os resultados que são publicadas no meio científico, usando o gerenciamento dos dados através da metodologia estudada, a fim de evidenciar áreas onde são necessários novos estudos, para se obter novas informações, proporcionando o debate de novas hipóteses (CHAVES et al., 2009). Existem algumas ferramentas computacionais capazes de realizar a meta-análise, dentre elas estão STATA (STATACORP, 2013), O AMBIENTE R (R CORE TEAM, 2014), EASYMA (EASYMA, 2001), dentre outros (SILVA et al., 2015).

No setor agropecuário, especialmente na área animal, o número de meta-análises publicadas aumentou nos últimos anos, sugerindo que essa técnica pode se tornar tendência nesse campo científico. Por outro lado, houve um atraso na entrada no ramo da meta-análise da ciência animal. No entanto, as demandas de pesquisadores e usuários de tecnologia inspiram e impõem o uso de métodos alternativos de análise de literatura que proporcionem uma visão global, quantitativa e inovadora dos resultados experimentais (LOVATTO et al., 2007).

Atualmente, esse método é amplamente aceito pelos pesquisadores, pois é capaz de reunir informações de diversos temas, em diferentes áreas. Podemos reunir alguns pontos positivos dessa abordagem. Podendo ser atualizado sempre que houver novas informações, identificar intervenções inadequadas, aumentar a precisão dos resultados, utiliza metodologia científica sendo possível antecipar os resultados. Por outro lado, não devemos subestimar a inegável contribuição dos estudos quantitativos e qualitativos, pois sem a pesquisa primária não é possível a investigação secundária, como é o caso da meta-análise. Assim, não podemos realizar meta-análises sobre um tema específico se não houver dados sobre o tema no banco de dados (SANTOS et al., 2013).

Existem várias situações onde a realização da meta-análise é indicada, de acordo com Brei et al. (2014):

1. Aplica-se apenas à pesquisa empírica, de modo que não pode ser utilizada para sintetizar pesquisas teóricas, projetos de pesquisa etc.;
2. Aplica-se apenas a pesquisas com resultados quantitativos, ou seja, utilizam a mensuração de variáveis e apresentam estatísticas confiáveis.;
3. Aplica-se a Agrega e compara resultados de estudos conceitualmente comparáveis;
4. Estudos usando diferentes métodos de pesquisa (exemplo: surveys) podem ser incluídos em uma meta-análise se for criada uma variável que leve essa informação em consideração.

O estudo da meta-análise sobre o tema ILPF é importante para indicação dos componentes, práticas de manejo e resultados para condições regionais e biomas, para suporte de políticas públicas, demandas de cadeias produtivas e de pesquisa.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, R. G.; BARBOSA, R. A.; ZIMMER, A.D.; KICHEL, A. N. **Forrageiras em sistemas de produção de bovinos em integração**. EMBRAPA, p. 379, 2019.

ARAÚJO, J. A.; SILVA, S. R. F., MARQUES, A. P. L.; GITTI, C. B. **Integração Lavoura Pecuária Floresta (ILPF)**. Sociedade Nacional de Agricultura, 2021. Disponível em: <https://animalbusiness.com.br/universidade/integracao-lavoura-pecuaria-floresta-ilpf-2/>, Acessado em: 21 de Setembro de 2022.

ASSAD, E. D.; MARTINS, S. C.; CORDEIRO, L. A. M.; EVANGELISTA, B. A. **Sequestro de carbono e mitigação de emissões de gases de efeito estufa pela adoção de sistemas integrados. ILPF: inovação com integração de lavoura, pecuária e floresta**. Brasília: Embrapa, 153-167, 2019.

BALBINO, L. C.; BARCELLOS. A. L.; STONE, L. F. **Marco referencial integração lavoura pecuária floresta**. Embrapa Brasília-DF, 2011.

BALBINO, L. C.; VILELA, L.; CORDEIRO, A. M.; OLIVEIRA, P.; PULROLNIK, K.; KLUTHCOUSKI, J.; SILVA, J. L. S. **Integração Lavoura Pecuária Floresta (ILPF)- Região Sul**. Embrapa, 2012.

BERWANGER, O.; SUZUMURA, E. A.; BUEHLER, A. M.; OLIVEIRA, J. B. Como avaliar criticamente revisões sistemáticas e metanálises? **Revista Brasileira de Terapia Intensiva**, v. 19, n. 4, 2007.

BORDONAL, R. O. et al. Sustainability of sugarcane production in Brazil: a review. **Agronomy for Sustainable Development**. v. 38, n. 13, 2018.

BREI, V. A.; VIEIRA, V. A.; MATOS, C. A. Meta-análise em marketing. **Revista Brasileira de Marketing**, v. 13, n. 2, 2014.

CARVALHO, P. C. F. Definições e terminologias para sistema integrado de produção agropecuária. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 5, p. 1040-1046, 2014.

CASTRO, M. C. **Diversidade de ácaros gamasina (mesostigmata) edáficos em sistema de plantio direto e sistema de integração lavoura, pecuária e**

floresta (ILPF) no estado de Mato Grosso, 2019. Tese de Mestrado. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias- UNESP, 2019.

CAMPANHA, M. M.; COSTA, C. C.; NETO, C. M. M.; RESENDE, A. V.; SIMÃO, E. P.; BORHI, E.; OLIVEIRA, A. C.; KÁLITA, L. **Intensificação agropecuária no Cerrado: crescimento do eucalipto em ILPF sob diferentes níveis de investimento tecnológico**. Circular Técnica 266. Sete Lagoas- MG, 2020.

CHAVES, S. S. F.; FERNANDES, P. C.; FREITAS, D. R.; SILVA, A. V.; ALVES, L. W. R.; FILHO, A. S.; VELOSO, C. A. C. **Meta-Análise em sistemas de integração agropecuários**. XXVI Congresso Brasileiro de Agronomia- Gramado, 2009.

CONAB. **Produção de grãos sinaliza recorde final de 253,7 milhões de toneladas**, 2020. Publicado em 11 ago. 2020. Disponível em: https://cast.conab.gov.br/post/2020-0811_conabcast-11-08. Acesso em: 22 de junho de 2022.

CUNHA, L. E. **Estudo de viabilidade para implantação de sistemas de integração lavoura pecuária floresta (ILPF) em regiões de clusters florestais no Brasil**. Brasília, 2017. Trabalho de TCC (Departamento de Engenharia Florestal da Universidade de Brasília), Universidade de Brasília, 2017.

DIAS, C. M. O.; OLIVEIRA, W. S.; SILVEIRA, C. J. S.; ROCHA, H. C. R. Avaliação da produção de matéria seca de diferentes plantas forrageiras no Sistema ILPF (integração lavoura-pecuária-floresta) na região do médio sudoeste baiano. **Brazilian Journal of Development**, v.7, n.12, 2021.

EMBRAPA, **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**. Brasília, DF, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-noticias/-/noticia/59784047/o-agro-brasileiro-alimenta-800-milhoes-de-pessoas-diz-estudo-da-embrapa>. Acesso em: 10 de Junho de 2022.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Brasil tem a meta de duplicar até 2030 as áreas com Integração Lavoura-Pecuária-Floresta**. 2021. Disponível em: <https://www.portaldoagronegocio.com.br/tecnologia/pesquisas/noticias/brasil-tem->

a-meta-de-duplicar-ate-2030-as-areas-com-integracao-lavoura-pecuaria-floresta, Acessado em: 30 de Setembro de 2022.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **O que é o ILPF?** 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/tema-integracao-lavoura-pecuaria-floresta-ilpf/nota-tecnica>, Acessado em: 21 de Setembro de 2022.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema de produção em consorciação de culturas ou policultivos, Sistema Santa Fé.** 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/2695/Sistema-santa-fe>, Acessado em: 29 de Setembro de 2022.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema de produção em consorciação de culturas ou policultivos, Sistema Barreirão,** 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/2784/Sistema-barreirao>, Acessado em: 29 de Setembro de 2022.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Plano ABC: Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas Visando à Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura.** 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/tema-agricultura-de-baixo-carbono/sobre-o-tema>. Acessado em: 15 de Janeiro de 2023.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta a produção sustentável.** 2.ed. Brasília, DF, p.19, 2012.

FARIA, G.; NETO, M. T. **ILPF EM NÚM3R05.** 2016. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfndmkaj/https://www.redeilpf.org.br/arquivos/2016-cpamt-ilpf-em-numeros.pdf>. Acesso em: 28 de junho de 2022.

FERNANDES, P. C. C.; CHAVES, S. S. F.; FREITAS, D. R.; SILVA, A. M.; FILHO, A. S.; ALVES, L. W. R. **Meta Análise Quantitativa da Produção Bibliográfica dos sistemas de Integração Agropecuários,** 2010.

FILHO, D. B.; PARANHOS, R.; JÚNIOR, J. A.; ROCHA, E. C.; ALVES, D. P. O que é, para que serve e como faz uma meta-análise? **Teoria & Pesquisa: Revista de Ciência Política**, v. 23, n. 2, 2014.

FREITAS, E. C. S.; OLIVEIRA NETO, S. N.; FONSECA, D. M.; SANTOS, M. V.; LEITE, H. G.; MACHADO, V. D. Deposição de serapilheira e de nutrientes no solo em sistema agrossilvipastoril com eucalipto e acácia. **Revista Árvore**, v. 37, n. 3, p. 409-417, 2013.

GALHARTE, C. A.; CRESTANA, S. Avaliação do impacto ambiental da integração lavoura- pecuária: Aspecto conservação ambiental no cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.11, p.1202–1209, 2010.

GREENVIEW, **Recuperação de áreas degradadas: Quais as principais técnicas?** 2022. Disponível em: <https://greenviewgv.com.br/recuperacao-de-areas-degradadas-principais-tecnicas/>. Acesso em: 28 de junho de 2022.

GOULART, A. C. P. **O sistema de plantio direto e as doenças de plantas**, 2009. Disponível em: http://www.infobibos.com/artigos/2009_1/spddoenças/index.htm. Acessado em: 13 de Janeiro de 2023.

IBGE. **Mudanças na cobertura e uso da terra do Brasil: 2000, 2010, 2012, 2014**. Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv99649.pdf>. Acesso em: 21 de junho de 202

JUNIOR, R. A. B. **Sistemas para avaliação da sustentabilidade rurais em: um estudo comparativo**. Dourados-MS, 2020. Tese de Mestrado (Programa de pós graduação em agronegócios) Faculdade de administração, ciências contábeis e economia, Campus de Dourados, 2020.

LIMA, R. C. A.; HARFUCH, L.; PALAURO, G. R. **Plano ABC: Evidências do período 2010-2020 e propostas para uma nova fase 2021-2030**. 2020. Disponível em: <https://www.inputbrasil.org/wp-content/uploads/2020/10/Agroicone-Estudo-Plano-ABC-2020.pdf>. Acessado em: 14 de janeiro de 2023.

LOVATTO, P. A.; LEHNEN, C. R.; ANDRETTA, L.; CARVALHO, A. D.; HAUSCHILD, L. Meta-análise em pesquisas científicas- enfoque em metodologias. **R. Bras. Zootec.**, v.36, p.285-294, 2007.

LUIZ, A. J. B. Meta-Análise: Definição, aplicações e sinergia com dados espaciais. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**. Brasília, v.19, n. 3, p.407, 2002.

MAPA. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Plano setorial para adaptação à mudança do clima e baixa emissão de carbono na agropecuária com vistas ao desenvolvimento sustentável (2020-2030) visão estratégica para um novo ciclo.** 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/plano-abc/arquivo-publicacoes-plano-abc/abc-portugues.pdf>. Acessado em: 15 de Janeiro de 2023.

MAPA. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **O Plano ABC ensina a juntar ideias e promover melhorias.** 2021. Disponível em: <https://croplifebrasil.org/noticias/plano-abc/>. Acessado em: 14 de janeiro de 2023.

MAPA. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Plano ABC:- Agricultura de Baixa Emissão de Carbono.** 2016. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/plano-abc/plano-abc-agricultura-debaixa-emissao-de-carbono>. Acesso em: 05 de julho de 2022.

NETO, M. M.; VIANA, M. C. M.; ALVARENGA, R. C.; SANTOS, E. A.; SIMÃO, E. P.; CAMPANHA, M. M. Sistemas de integração lavoura pecuária floresta em Minas Gerais. **B. Industr. Anim.**, v.71, n.2, p.183-191, 2014.

NUNES, J. L. S. **Histórico- Integração Lavoura Pecuária Floresta (ILPF).** 2022. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/ilpf/Sistemas-de-integracao/historico_409760.html, Acessado em: 21 de Setembro de 2022.

ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável.** 2019. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030>. Acesso em: 22 de junho de 2022.

ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Relatório Anual das Nações Unidas no Brasil 2021.** 2021. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/177803-relatorio-anual-das-nacoes-unidas-no-brasil-2021>. Acesso em: 22 de junho de 2022.

PACHECO, A. R.; NICOLI, C. M.; CALIL, F. N.; REIS, C. F.; MORAES, A. C. **Uma década de inovação tecnológica em integração lavoura-pecuária-floresta na Fazenda Boa Vereda.** Comunicado Técnico,392. Colombo-PR, 2016.

PADOVAN, M. P.; PEREIRA, Z. V. Integração Lavoura Pecuária Floresta. **A lavoura**. nº. 690, p. 17, 2012.

PEREIRA, P. G. V. **Integração Lavoura Pecuária e Floresta**. 2016. TCC (Técnico em agropecuária) - Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de São Paulo, Campus Barretos, 2016. 20 f.

RIBEIRO, F. C. **Deposição e composição de serapilheira em área de integração lavoura pecuária floresta em Planaltina – DF**. Tese de Mestrado (Programa em pós-graduação em ciências florestais) Faculdade de tecnologia departamento de engenharia florestal, Campus de Brasília, 2014.

RODRIGUES, G. S.; OLIVEIRA, P.; NOVAES, R. M. L.; PEREIRA, S. E. M.; NICODEMO, M. L.; SENA, A. L. S.; BELCHIOR, E. B.; ALMEIDA, M. R.; SANTI, A.; WRUCK, F. J. **Avaliação de impactos ambientais de sistemas de integração lavoura pecuária florestas conforme contexto de adoção**. Embrapa Meio Ambiente, 2017.

SALVADOR, M. **Histórico, Conceitos e Fundamentos de Sistemas Integrados na Agropecuária**. 2022. Disponível em: <https://portal.agriconline.com.br/artigo/historico-conceitos-e-fundamentos-de-sistemas-integrados-na-agropecuaria/>, Acessado em: 30 de Setembro de 2022.

SANTANA, D. P., NOCE, M. A., BORGHI, E., ALVARENGA, R. C., GONTIJO NETO, M. M., MULLER, M. D., OLIVEIRA, C. S. S. **Sistemas ILPF e transferência de tecnologia nos Estados de Minas Gerais**. Cap.6, p. 193, 2019.

SANTOS, E. J. F.; CUNHA, M. Interpretação crítica dos resultados estatísticos de uma meta-análise: estratégias metodológicas. **Millenium**, v. 44. p. 85-98, 2013.

SILVA, N. G.; SILVA, C. V. Percepção dos produtores rurais sobre os sistemas integrados na produção agropecuária (SIPAs). **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, v. 14, n. 2, p. 172-186, 2020.

SILVA, A. J.; PAKER, A. T.; SILVA, A. R.; HENNING, A.; SOUZA, A. P.; COLETTI, A. D.; CASTRO, A. P.; PERES, A. A.; BALDAN, A.; TARDIN, A. B. **Embrapa Agrossilvipastoril- Primeiras contribuições para o desenvolvimento de uma agropecuária sustentável**. Brasília-DF, 2019.

SILVA, S. F.; GUIMARÃES, A. M.; CANTERI, M. G. Determinação de modelo estatístico para meta-análise na validação da escala diagramática usando o ambiente R. **Anais... SULCOMP** 7, 2015.

SILVA, G. A.; OTTA, E. **Revisão sistemática e meta-análise de estudos observacionais em Psicologia**. v. 33, n. 2, p. 137-153, 2014.

SKORUPA, L. A.; BEHLING, M.; SILVA, V. P. **O eucalipto e os desafios para a transferência de tecnologias em Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF)**. Embrapa Meio Ambiente-Capítulo em livro científico- O eucalipto e a Embrapa: quatro décadas de pesquisa e desenvolvimento (ALICE), 2021.

SKORUPA, L. A.; MANZATTO, C. V. **Avaliação da adoção de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) no Brasil**. capítulo-10, p- 241, 2019.

SKORUPA, L. A.; MANZATTO, C. V. **Sistemas de integração lavoura pecuária floresta no Brasil- Estratégias regionais de transferência de tecnologia, avaliação da adoção e de impactos**. Cap, 2. Sistemas ILP e transferência de tecnologia nos estados do Acre, Amazonas, Amapá, Pará, Rondônia e Roraima. Embrapa, 2019.

TAGUCHI, V; RIBEIRO, C. Infográfico: a evolução da ILPF - Conheça a história da integração lavoura-pecuária-floresta. **Globo Rural**. 2016. Disponível em: <https://globorural.globo.com/Integracao/noticia/2016/04/infografico-evolucao-da-ilpf.html>, Acessado em: 30 de Setembro de 2022.

TEIXEIRA, L. C. **Viabilidade econômica de sistemas de Integração Lavoura Pecuária-Floresta (ILPF): o estudo de caso da Fazenda Boa Vereda - Cachoeira Dourada – GO**, 2022. Tese de mestrado (Programa de pós-graduação em agronegócio) Universidade Federal de Goiás (UFG), Campus de Goiânia/GO, 2022.

TOMAZ, G. A.; WANDER, A. E. **Barreiras à adoção do Sistema ILPF em Goiás**, 2017.

VIEIRA, B. A. H.; PRADO, J. S. M.; NECHET, K. L.; MORANDI, M. A.; BETTIOL, W. **Defensivos agrícolas naturais: uso e perspectivas**. Embrapa- DF, ed. 1, 2016.

VINHOLIS, M. M.; FILHO, H. M.; CARRER, M. J.; JÚNIOR, W. B.; BERNARDO, R.; CASACA, A. A.; ROJAS, D. C.; TOKUDA, F. S.; PELINSON, G. J. B. **Adoção de sistemas de integração lavoura pecuária floresta (ILPF) em São Paulo.** Embrapa, Boletim de pesquisa e desenvolvimento- 47, 2020.

Este artigo foi elaborado de acordo com as normas da Revista: *Tropical Grasslands – Forrajes Tropicales*

CAPÍTULO 2:

Integrated farming systems in Brazil under scrutiny: a systematic analysis of its literature from 2010 to 2020

ELIZANDRA DA SILVA FIALHO^{*}; Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul - UEMS, Rodovia Graziela Maciel Barroso, km 12, Zona Rural, Aquidauana, MS, 79200-000, Brasil, ORCID 0009-0001-8978-5355, Institucional URL <https://www.uems.br/>, e-mail elizandra.silva.fialho@hotmail.com. *Corresponding Author.

CAROLINE CARVALHO DE OLIVEIRA, Embrapa Beef Cattle, Av. Rádio Maia, 830, Campo Grande, MS 79106-550, Brazil, ORCID 0000-0002-9865-3813, Institucional URL <https://www.embrapa.br/gado-de-corte>.

DAVI JOSÉ BUNGENSTAB, Embrapa Beef Cattle, Av. Rádio Maia, 830, Campo Grande, MS, 79106-550, Brazil, ORCID 0000-0002-5287-2833, Institucional URL <https://www.embrapa.br/en/web/portal/team/-/empregado/349872/davi-jose-bungenstab>

ROBERTO GIOLO DE ALMEIDA, Embrapa Beef Cattle, Rádio Maia Ave, 830, Campo Grande, MS, 79106-550, Brazil, ORCID 0000-0002-8048-6149, Institucional URL <https://www.embrapa.br/en/web/portal/team/-/empregado/327393/roberto-giolo-de-almeida>

Integrated farming systems in Brazil under scrutiny: a systematic analysis of its literature from 2010 to 2020

ELIZANDRA DA SILVA FIALHO^{1*}; CAROLINE CARVALHO DE OLIVEIRA², DAVI JOSÉ BUNGENSTAB², ROBERTO GIOLO DE ALMEIDA²

¹ Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul - UEMS, Rodovia Graziela Maciel Barroso, km 12, Zona Rural, Aquidauana, MS, 79200-000, Brasil, <https://www.uems.br/>, e-mail elizandra.silva.fialho@hotmail.com.

² Embrapa Beef Cattle, Av. Rádio Maia, 830, Campo Grande, MS, 79106-550, Brazil, <https://www.embrapa.br/gado-de-corte>.

*Corresponding Author.

Abstract: Integrated systems have been used in Brazil under a variety of models adapted to regional conditions. In 2010, these systems were listed and stimulated as technological processes that mitigate greenhouse gases by the ABC Plan (Low Carbon Agriculture), a national public policy with decarbonization targets for 2020. In this context, the present study has conducted a systematic and analytical review of the literature regarding these systems in Brazil, from 2010 to 2020. 118 open access publications were selected in the Scopus, Web of Science, Scielo and Google Scholar databases. Data were grouped by type of system, integrated crop-livestock (ILP), integrated crop-livestock-forestry (ILPF) and integrated livestock-forestry (IPF), considering system's management, location, region, biome, soil class and characteristics, as well as plant and animal component used, the

environment, and socioeconomic variables. The grouped data were submitted to relative frequency analysis and presented as descriptive analysis. Integrated systems were associated with favorable soil, climate and local conditions, which allow for sustainable intensification of agriculture, however, the ILPF system had a larger number of studies, possibly due to its greater complexity, despite the ILP system to be more frequently used in Brazil. The most frequent farming components in these systems, were cash crops (soybean and corn), grazing forages (*Brachiaria brizantha* cvs. BRS Piatã and Marandu), forest species (eucalyptus) and animals (Nelore beef cattle), which are the most common used in Brazil. Environment and animal welfare issues were recurrent, however, there was a lack of studies involving socioeconomic variables for integrated systems in Brazil.

Keywords: agrosilvopastoral systems, crop-livestock, crop-livestock-forestry, livestock-forestry, silvopastoral.

Introduction

Brazil stands out as one of the world's largest food producers, leading the ranking on grains production, meats, especially beef and forestry products, according to FAO's database (Faostat, 2021).

Because of population growth and rapidly increasing income levels in recent years, specifically in less developed countries; some factors have caused the increase in demand for food in the world. On the other hand, there is a growing interest in sustainable production, as the changes in farming areas and resulting

environmental impacts stresses the need for discussions and advances in identifying alternatives for the farming sector (Reis et al., 2020).

In this context, new agricultural technologies and processes have been developed and introduced to the market aiming to increase yields and quality of food and agricultural products, with emphasis on the use of good agricultural practices. In Brazil, adoption of integrated systems has been stimulated as a strategy to intensify agricultural production in a more sustainable way, based on the ABC Plan (Low Carbon Agriculture), implemented by the Ministry of Agriculture, Livestock and Food Supply in 2010 having its targets set for 2020 (Brasil, 2012).

These integrated systems comprehend crops, animal husbandry and/or forestry farming in the same area in a succession, rotation and/or combined scheme, targeting synergy among the components of the system, with positive effects in the socioeconomic and environmental levels. These systems have also been referenced as more efficient for food production with lower greenhouse gas emissions and greater resilience in the face of climate change (Balbino et al., 2011; Larcher, 2016; Campanha et al., 2020).

However, even with the potential benefits of using of these systems and the stimulation of public policies directed by the ABC Plan, there are still bottlenecks and demands for improvement as well as need for innovation in technological processes and knowledge transfer to increase farmer interest.

In this sense, this study presents a systematic review of the literature on integrated systems in Brazil, from 2010 to 2020, aiming to support flow of information, showing repressed demands and supporting future studies on the subject helping decision making regarding public policies.

Material and Methods

A systematic review of the literature was carried out (Kitchenham; Charters, 2007; Rekik et al., 2018), selecting and grouping information from scientific publications addressing integrated systems in Brazil, published between 2010 and 2020.

The search for information took into account only open access publications, available at Scopus, Web of Science, Scielo and Google Scholar databases, focused on the following keywords in Portuguese and English respectively: integração, lavoura-pecuária, lavoura-pecuária-floresta, silvipastoril, agrossilvipastoril, integrated systems, crop-livestock, crop-livestock-forest, crop-livestock-forestry, silvopastoral, agrossilvopastoral, agroforestry.

A total of 256 publications were found, being 118 selected for analysis for filling all preset selection criteria. The data were tabulated for further analysis. Figure 1 shows the procedure followed in this systematic literature review, as described by Lopes et al. (2022). From the 118 publications, 88 were written in Portuguese and 30 in English.

The data were tabulated into an Excel spreadsheet, with one entry for each publication. It contained identification of the authors, year of publication, type of system and management performed, location, region, biome, class and characteristics of the soil, the plant component used (agricultural crops, forage and forest species), the animal component used (species, race, type of breeding), the environment, as well as socioeconomic variables. Subsequently, the data were organized by systems, crop-livestock integrated (ILP), crop-livestock-forest integrated (ILPF) and livestock-forest integrated (IPF), considering its components and variables.

The grouped data were submitted to relative frequency analysis and were presented through descriptive analysis.

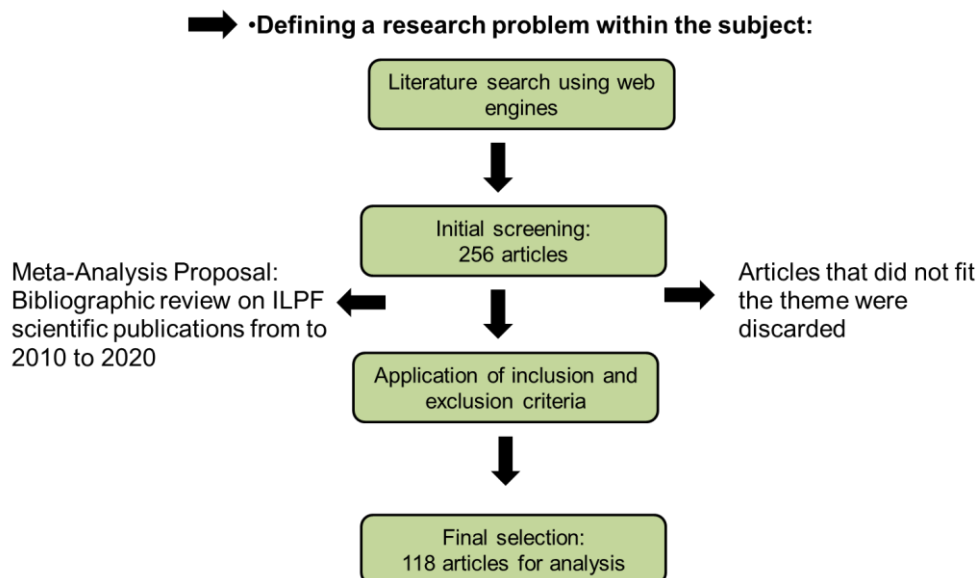


Figure 1. The process of constructing a systematic literature review.

Source: Adapted from Lopes et al. (2022).

Results and Discussion

The study addresses several areas of research on integrated systems and their components, synthesizing information from published open access works in different regions of Brazil, from 2010 to 2020. Farming practices and technologies used can influence the objective of implementing the systems, reducing productivity losses, improving the physical and chemical properties of the soil, animal welfare, reducing environmental impacts, budgeting, increasing production, minimizing pests, diseases and weeds, improving quality of grains, wood and pastures (Balbino et al., 2011; Lopes et al., 2022).

The number of eligible publications, from 2010 to 2020, remained between 4 to 8 annual publications from 2010 to 2014. From 2015 to 2018 and 2020, the

quantity was 11, 15 and 13 publications, respectively. In 2019, the number of publications was higher, reaching 22, indicating an increase in the demand for information about these systems, considering that from 2020, a new edition of the ABC Plan would be launched. The evolution of publications on integrated systems in Brazil can be seen in Figure 2.

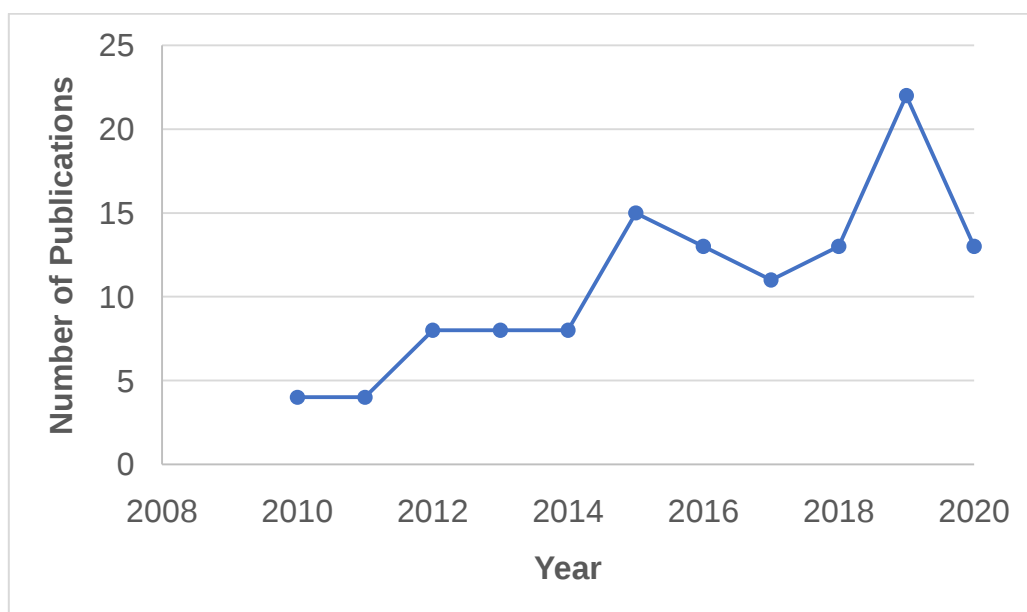


Figure 2. Evolution of publications on integrated systems in Brazil, from 2010 to 2020.

Figure 3 shows the number of publications in the different Brazilian geographic regions. Central Brazil stands out with 65 publications in the period considered for the study. The Southeast (22 publications) and South (21 publications) were in an intermediate position and the Northeast (8 publications) and North (2 publications) presented the lowest number of publications, always considering only open access publications. These values may indicate a greater interest for the use of these systems in the Cerrado biome, which comprises most of Central Brazil, and in states where agriculture is predominant, like Goiás, Mato

Grosso and Mato Grosso do Sul compared to the Southeast and South regions, even though the latter traditionally have more resources for research. A study by the ILPF Network corroborates the information that Central Brazil has a larger area in use with integrated systems, about 6.8 million hectares, within the 17.4 million hectares occupied by these systems in Brazil (ILPF Network, 2021). Also, in this same sense, Gianetti and Ferreira Filho (2021), in an analysis of the allocation of ABC Program resources, with credit lines to stimulate the adoption of technologies listed by the ABC Plan, including integrated systems, in the period from 2013 to 2017, observed that there was a concentration of 65.5% of resources in Central Brazil and Southeast regions.



Figure 3. Distribution of the number of publications by geographic region of Brazil, from 2010 to 2020.

The publications were analyzed for each type of integrated system, considering the variables: plant component, soil, animal and environmental components, according to Table 1.

Among the integrated systems analyzed, ILP, ILPF and IPF, there was a higher number of publications referring to the ILPF system (91) and lower for the IPF system (5), with an intermediate value for ILP (36), considering that some publications had more than one system evaluated, therefore, the total number of systems (132) exceeds the number of selected publications (118).

Table 1. Distribution of variables of plant component, soil, animal and environmental components in the ILP, ILPF and IPF integrated systems in Brazil, from 2010 to 2020.

Component/variable	ILP	ILPF	IPF	Total
System	36	91	5	132
<i>Vegetal (n)</i>				
Forage	33	85	5	123
Crop	29	70	0	99
Tree	0	79	5	84
<i>Soil (n)</i>				
Physical	14	34	3	51
Chemical	13	37	3	53
Humidity	25	48	3	76
Conservation	9	20	1	30
Carbon	10	20	1	31
<i>Animal (n)</i>				
Animal Welfare	16	28	2	46
Animal Weight Gain	16	13	2	31
Methan Emission	3	6	2	11
Animal Stocking Rate	11	9	2	22
<i>Environmental (n)</i>				

Environment	15	54	3	72
Microclimate	3	19	2	24
Certifications	6	30	1	37
Carbon	11	30	1	42
Water	12	37	2	51
Biodiversity	8	43	4	55
Environmental Services	11	25	2	38

In terms of land area under these systems, however, a study carried out by the ILPF Network shows that the most used system in Brazil is the ILP, with 83% of the total area, and the systems with the tree component, ILPF and IPF, make 16% (ILPF Network, 2016). This may be indicative of the greater need for studies with ILPF systems, of greater complexity, as it involves three activities in the same area. Also, in these systems, due to the number of publications evaluated, there is an indication of greater interest in the tree component (79), with less information available for the crop component (70).

For the variables of the plant component analyzed, there was greater interest in forage in all three systems, being an indication of its use for grazing livestock and for soil cover under no-tillage farming. The variables referring to cash crops and trees were restricted to the systems in which they are components, ILP/ILPF and ILPF/IPF, respectively, with a greater number of publications on cash crops (99) than trees (84).

For the variables of the soil component analyzed, emphasis was given to publications involving soil moisture (76), followed by the chemical (53) and physical (51) traits of the soil, indicating greater interest in subjects more focused on agricultural production. Issues related to soil conservation (30) and carbon (31) appeared in fewer publications, which can be explained by the fact that these

systems are already associated with conservationist practices and low carbon emissions (Brasil, 2012).

Regarding the animal component, the subject with the highest number of publications was animal welfare (46), in line with the demand for information, mainly from the international market (Alves et al., 2020). Variables related to animal performance and pasture management such as live weight gain (31) and stocking rate (22) were in an intermediate position. Regarding methane emission, with 11 publications, it may be an indication that there is still limited information and the need for further studies on this topic. It is expected an increase in publications on this topic for the period from 2020 to 2030, with a view to the launch of the global pact to reduce methane emissions during the United Nations Climate Conference (COP-26) in 2021.

Regarding the other environmental components, more than half of the analyzed publications (72) presented some information about it. Among the main topics studied are biodiversity (55) and water (51). The topics, carbon (42), environmental services (38) and certifications (37) were in an intermediate position, indicating still limited interest during the period analyzed. According to a survey by the ILPF Network (2016), among the five main reasons for farmers to adopt integrated systems, cattle ranchers chose as main reason, reducing environmental impact, while crop farmers scored this item only in 5th place of importance.

Regarding microclimate (24 publications), the interest for systems with tree component, ILPF and IPF was more evident, with 20 to 40% of the publications, respectively. Under ILP, only 8%. This was expected, since ILPF and IPF are indicated to improve microclimatic conditions, providing greater thermal comfort to

animals in pasture conditions (Karvatte Jr. et al., 2016; Oliveira et al., 2017; Aranha et al., 2019).

Table 2 shows the distribution of publications on integrated systems in Brazil, regarding soil classes, from 2010 to 2020. The highest proportion of publications was on Latosol conditions (67.80%), while a good portion of publications did not mention the soil class of the integrated systems under study (24.59%). Other soil classes, including Neosols, Cambisols and Argisols summed about 7.6%.

Considering the soil classes of Brazil, Latosols (31.6%), Argisols (26.9%) and Neosols (13.2%) are predominant while the others do not reach 8% individually (Santos et al., 2013). Latosols are deep and well-drained soils, arranged in a flatter relief, with fewer limitations to the process of intensification of agriculture as the case of ILP and ILPF integrated systems, as they present the associated agricultural activity, and soils with more limitations, especially hilly and stony, should be restricted to use with IPF systems (Souza; Lobato, 2004). It corroborates a study by Gianetti and Ferreira Filho (2021), who observed greater credit taking from the ABC Program in municipalities with a predominance of high and medium farming vocation, which generally have a higher technical and productivity level.

Table 2. Distribution of publications on integrated systems in Brazil, regarding soil classes, from 2010 to 2020.

Soil Class	Publications (n)	Distribution (%)
Latosol	80	67.80
Neosol	2	1.69
Cambisol	2	1.69
Argisol	1	0.84
Others	4	3.39
Absent	29	24.59

Figure 4 shows the distribution of publications on integrated systems in Brazil, according to the biome, from 2010 to 2020. The Cerrado biome presented the highest number of publications (76), followed by the Atlantic Forest (42) and the Amazon (19). The Pantanal (2), Caatinga (2) and Pampa (6) biomes presented fewer publications, possibly because they present greater limitations for intensification of agriculture and use of integrated systems. In the case of the Pampa biome, however, a significant number of restricted access publications should be considered that were not analyzed in this study.

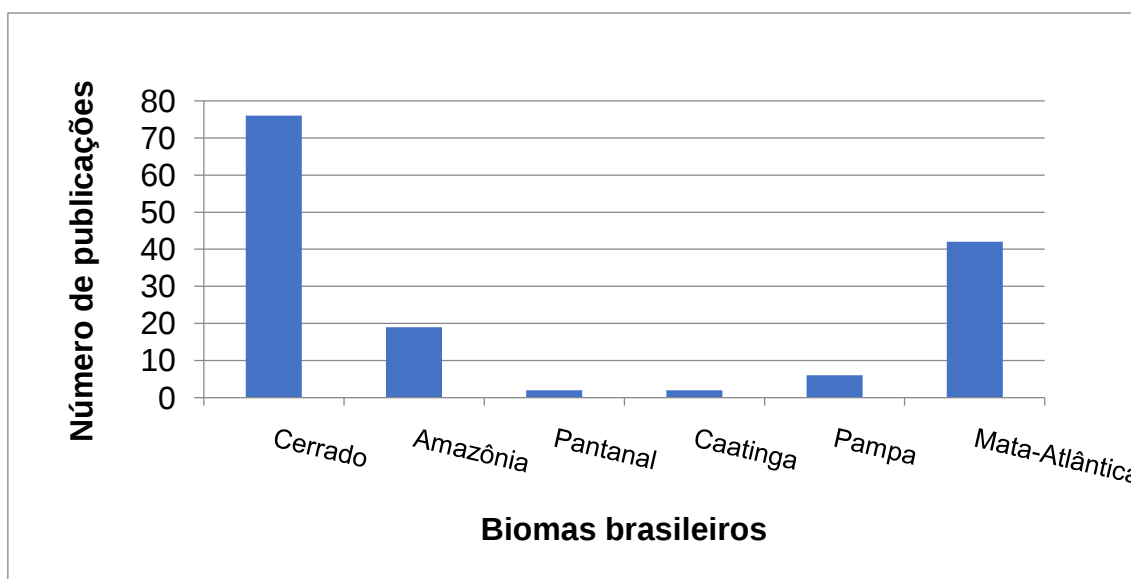


Figure 4. Distribution of publications on integrated systems in Brazil, according to the biome, from 2010 to 2020.

Table 3 shows the distribution of publications with the main plant components (forest, forage and cash crops) and animals used in integrated systems in Brazil, from 2010 to 2020. To interpret this table, it should be noted that certain publications evaluated more than one system with several associated components.

Regarding forest species in publications dealing with ILPF and IPF systems, 66.95% studied eucalyptus and 19.51% did not mention the tree component. It was observed a certain variety of other forest species (8) used in these systems, however, with low participation, being Acacia and Teca with 3.39% participation each and the others, lower than this value. It is important to note that the presence of species of the genus *Pinus* was not observed in the selected open access publications, which constitute the second largest planted area in Brazil. Fernandes et al. (2009), however, evaluating 117 publications on integrated systems, observed the participation of *Pinus* sp. in 6.0% of the studies.

The predominance of eucalyptus species is consistent with the largest area planted with this genus in the country, in addition to the development of fast-growing clones and for multiple use of wood, with greater flexibility for use in integrated systems (Oliveira et al., 2015; Oliveira; Pinto Jr., 2021). It is evident the need for more studies evaluating other forest species, in addition to eucalyptus, for integrated systems in Brazil.

Table 3. Distribution of publications with the main plant components (forest species, forage and crops) and animals used in integrated systems in Brazil, from 2010 to 2020.

Component	Publications (n)	Distribution (%)
<i>Forest Species</i>		
<i>Eucalyptus sp.</i>	79	66.95
<i>Acacia sp.</i>	4	3.39
<i>Tectona grandis</i>	4	3.39
<i>Schizolobium parahyba</i>	3	1.69
<i>Schizolobium amazonicum</i>	2	1.69
<i>Ochroma pyramidale</i>	2	1.69
<i>Leucaena leucocephala</i>	2	1.69
<i>Swietenia macrophylla</i>	2	1.69
<i>Jatropha curcas</i>	1	0.84
<i>Absent</i>	23	19.51
<i>Forage</i>		
<i>Brachiaria brizantha</i>	36	30.51
<i>Brachiaria brizantha</i>	28	23.73
<i>Lolium multiflorum</i>	16	13.56
<i>Brachiaria decumbens</i>	15	12.71
<i>Brachiaria brizantha</i>	6	5.08
<i>Brachiaria ruziziensis</i>	6	5.08
<i>Avena strigosa</i>	4	3.39
<i>Panicum maximum</i>	3	2.54
<i>Trifolium pratense</i>	1	0.84
<i>Absent</i>	7	5.93
<i>Crop</i>		
<i>Glycine max</i>	65	55.08

<i>Zea mays</i>	55	46.61
<i>Oryza sativa</i>	13	11.02
<i>Sorghum bicolor</i>	12	10.17
<i>Gossypium hirsutum</i>	8	6.78
<i>Avena sativa</i>	7	5.93
<i>Pennisetum glaucum</i>	5	4.24
<i>Phaseolus vulgaris</i>	5	4.24
<i>Manihot esculenta</i>	3	2.54
<i>Helianthus annuus</i>	2	1.69
Absent	10	8.47
<i>Animal</i>		
<i>Nelore</i>	29	24.58
<i>Angus</i>	6	5.08
<i>Zebu</i>	3	2.54
<i>Girolanda</i>	3	2.54
<i>Guzerá</i>	2	1.69
<i>Ile-de-France</i>	2	1.69
<i>Texel</i>	1	0.84
Absent	66	55.93

Forages of the genus *Brachiaria* were the ones that appeared most in the selected publications, especially *Brachiaria brizantha* cv. BRS Piatã (30.51%), *B. brizantha* cv. Marandu (23.73%) and *B. decumbens* (12.71%), being also the most used in tropical pastures in Brazil. Other tropical grasses such as *B. brizantha* cv. Xaraés (5.08%), *B. ruziziensis* (5.08%) and *Panicum maximum* cv. Massai (2.54%) appeared in smaller proportions. Subtropical forages, such as black oats (3.39%) and red clover (0.84%), also appeared in publications, in smaller proportions, in addition to ryegrass (13.56%), widely used in ILP systems in southern Brazil (Martins et al., 2015; Carmona et al., 2018).

As for cash crops, soybeans and corn stood out from the others, since they also cover largest area planted among crops in the country. Rice and sorghum appeared in an intermediate position, with 13 and 12 publications, respectively. Six other crops were quantified in the analysis, in smaller proportions, cotton, common

oats, millet, beans, cassava and sunflower. According to Wruck et al. (2019), for the North, Central and Southeast regions, the main cash crops used are: soybean, corn, rain fed rice, sorghum and millet. Fontaneli et al. (2019) mention for the states of Rio Grande do Sul and Santa Catarina (part of the South region), as main crops: soybean, irrigated rice and corn, in summer, and wheat, in winter.

Regarding the animal component used in integrated systems, there was a predominance of publications addressing beef cattle, with Nelore (29), Angus (6) and zebu (3) breeds. Dairy cattle, such as the Girolanda (3) and Guzerá (2) breeds, and sheep, of the Ile-de-France (2) and Texel (1) breeds, appeared in smaller quantities in the selected publications. Fernandes et al. (2009), in an analysis of 76 publications on integrated systems, also observed a predominance of cattle (87.2%), in relation to other animal species, such as sheep (11.4%) and buffaloes (1.4%).

Table 4 shows the distribution of publications according to the function/use of plant components (forest species, crop and forage crops) and animals used in integrated systems in Brazil, from 2010 to 2020.

Most publications involving forest species aimed to study the tree component as a source of shade for animals or to evaluate the adaptation of forage and grain crops under light restriction from the canopy (57 publications). While for obtaining forest produces, 12 publications were found, eight for the use of lumber, two for charcoal and two for fruit. It should be noticed the absence of publications involving the use of wood for cellulose production, considering that ILPF and IPF systems for this purpose are common, mainly in the states of Mato Grosso do Sul and Paraná (Müller et al., 2021; Müller et al., 2023).

Regarding grain and forage crops, the publications involved the consortium (72), rotation (12), succession (4) and other uses (2) of species. Regarding the purpose of use, 75 of the publications mentioned crops for grain production and 15 for silage production. To a lesser extent, other purposes of crop/forage use were also observed, such as improvement of soil fertility (2), hay (1) and recovering degraded areas (1).

The use of crops in integrated systems has as main objectives, to help payoff the large expenses with the recovery of degraded areas, through the faster revenue arising from the crop, and to improve soil fertility, aiming at greater yields, both of crop and livestock, being associated with no-tillage farming (Macedo, 2009; Balbino et al., 2011). In this context, the most observed subjects in the publications are the use of crops in consortium and rotation, and for grain production. As for tropical forages, they are used as grazing forage in the off-season and straw for soil cover under no-tillage, in ILP systems. They are also used for grazing during the livestock phase of the system, in successive harvests after the crop phase; or for the production of conserved forage such as silage and hay, mainly during the summer, for use in the winter (dry season) (Vilela et al., 2017; Almeida et al., 2019).

Table 4. Distribution of publications according to the function/use of the plant component (forest species, grain and forage crops) used in integrated systems in Brazil, from 2010 to 2020.

	Forest Species	Publications (n)	Distribution (%)
Function	Shadow	57	48.31
	Production	12	10.17

Reason for production	Wood	8	6.78
	Coal	2	1.69
	Fruits	2	1.69
	Cellulose	0	0
	Absent	22	18.64
Crop and Forage		Publications (n)	Distribution (%)
Use	Consortium	72	61.02
	Rotation	12	10.17
	Sucession	4	3.39
	Others	2	1.69
	Absent	28	23.73
Reason	Grains	75	63.56
	Silage	15	12.71
	Soil fertility	2	1.69
	Hay	1	0.84
	Recovery of areas	1	0.84
	Absent	27	23.73

Regarding socioeconomic variables, it was observed that in most of the publications (62) this subject was absent, indicating the need for more studies in this area for integrated systems in Brazil (Table 5). Among the publications that presented socioeconomic analysis, the main variables found were: gross income (12), net income (10), net present value (9), benefit/cost ratio (9) and internal rate of return (7). It is important to note that there are technical and open access publications that did not fall within the scope of this study but could serve as a source of information (Pereira, 2019), to guide the planning and management of integrated systems in Brazil (Almeida et al., 2015; Gasparini et al., 2017).

Fernandes et al. (2010) observed that in 161 publications on integrated systems in Brazil, only 3.5% had socioeconomic variables. Furquim et al. (2020), in a survey on scientific studies related to integrated systems in the state of Goiás, from 1985 to 2019, observed that in 41 selected publications, no studies addressing socioeconomic variables were identified.

However, a study by the ILPF Network (2016) showed the importance of socioeconomic variables in the decision-making process for farmers when adopting integrated systems. Among the five main factors studied, increased profitability per hectare and decreased financial risk were listed first and second in importance by farmers, respectively, and fourth and fifth in importance by ranchers, respectively.

Table 5. Distribution of socioeconomic variables in publications on integrated systems in Brazil, from 2010 to 2020.

Socioeconomic Variables	Publications (n)	Distribuição (%)
Gross Income	12	10.17
Net Income	10	8.47
Net Present Value	9	7.63
Benefit/Cost Ratio	9	7.63
Internal Rate of Return	7	5.93
Absent	62	52.54

Conclusions

Open access scientific publications on integrated systems in Brazil were frequent from 2010 to 2020, with a peak occurring in 2019. Among the integrated systems evaluated, ILPF stood out, with 68.9% presence in the selected publications. The Cerrado biome and Central Brazil region presented a greater

number of studies, as well as most of the studies were carried out in Latosols areas. As for the components of the systems, the grain crops of greatest expression were soybean and corn, associated with no-tillage system. The most used forages were *Brachiaria brizantha* cultivars (Piatã and Marandu) and, as for forest species, there was strong predominance of eucalyptus trees, focusing on shading for animals under these integrated systems. The animal component with the greatest presence in the publications was cattle, essentially Nelore breed, characterizing systems aimed at beef cattle farming. Significant amounts of publications involving environmental and animal welfare issues were observed. However, there were no socioeconomic variables in most of the publications assessed.

The integrated systems were associated with favorable local soil and climate conditions, which allow sustainable intensification of agriculture. The ILPF system was more studied, possibly due to its greater complexity, even though the ILP system stills more used in the country in terms of area cover. The components of greater expression in these systems follow the pattern of traditional grain crops, forages, forest species and animals most used in the country.

References

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. et al. (ed.). **ILPF: inovação com integração de lavoura, pecuária e floresta**. 4ed. Brasília, DF: Embrapa, 2019, v. 1, p. 379-388.

ALMEIDA, R. G.; PEREIRA, M. A.; KICHEL, A. N.; COSTA, F. P. Planejamento e gestão de sistemas pecuários integrados com agricultura. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PRODUÇÃO DE RUMINANTES NO CERRADO, 3, 2015, Uberlândia, MG. **Planejamento e gestão da empresa pecuária: anais**. Uberlândia, MG: UFU, 2015. p. 106-123.

ALVES, F. V.; GOMES, R. C.; ALMEIDA, R. G.; KARVATTE JUNIOR, N.; OLIVEIRA, C. C. **Bem-estar animal: desafios, oportunidades e perspectivas globais**. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2020. 28 p. (Embrapa Gado de Corte. Documentos, 286).

ARANHA, H. S.; ANDRIGHETTO, C.; LUPATINI, G. C.; BUENO, L.G.F.; TRIVELIN, G. A.; MATEUS, G. P.; LUZ, P. A. C.; SANTOS, J. M.; SEKIYA, B. M. S.; VAZ, R. F. Produção e conforto térmico de bovinos da raça Nelore terminados em sistemas integrados de produção agropecuária. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.71, n.5, p.1686-1694, 2019.

BALBINO, L.C.; BARCELLOS, A. O.; STONE, L. F. **Marco referencial: integração lavoura-pecuária-floresta**. Brasília, DF: Embrapa, 2011. 130 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano setorial de mitigação e de adaptação às mudanças climáticas para a consolidação de uma economia de baixa emissão de carbono na agricultura: plano ABC (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono)**. Brasília, DF: MAPA/ACS, 2012. 173 p.

CAMPANHA, M. M.; COSTA, C. C.; NETO, C. M. M.; RESENDE, A. V.; SIMÃO, E. P.; BORGHI, E.; OLIVEIRA, A. C.; KÁLITA, L. **Intensificação agropecuária no Cerrado: crescimento do eucalipto em ILPF sob diferentes níveis de investimento tecnológico**. Sete Lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2020. 28 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 266).

CARMONA, F. C.; DENARDIN, L. G. O.; MARTINS, A. P.; ANGHINONI, I.; CARVALHO, P. C. F. **Sistemas integrados de produção agropecuária em terras baixas: a integração lavoura-pecuária como o caminho da intensificação sustentável da lavoura arrozeira**. Porto Alegre, RS: edição dos autores, 2018. 160 p.

FAO. **FAOSTAT**. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#data>

FERNANDES, P. C. C.; CHAVES, S. S. F.; FREITAS, D. R.; SILVA, A. V.; SILVEIRA FILHO, A.; ALVES, L. W. R. Meta-análise quantitativa da produção bibliográfica dos sistemas de integração agropecuários. In: REUNIÃO ANUAL DA

SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46, 2009, Maringá, PR. **Inovação científica e tecnológica em zootecnia**: anais. Maringá, PR: SBZ, 2009. 3 p.

FERNANDES, P. C. C.; FREITAS, D. R.; CHAVES, S. S. F.; SILVA, A. V.; ALVES, L. W. R.; SILVEIRA FILHO, A. Consolidação das pesquisas em integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil. In: WORKSHOP DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA EM RONDÔNIA, 1, 2010, Porto Velho, RO. **Anais...** Porto Velho, RO: Embrapa Rondônia, 2010. p. 30-35. (Embrapa Rondônia. Documentos, 141).

FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P.; ANTUNES, J. M.; SILVA, J. L. S.; VARELLA, A. C.; POSSEBOM, T.; BUSATTA, B. P. Sistemas ILPF e transferência de tecnologia nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. 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, DF: Embrapa, 2019. p. 281-313.

FURQUIM, M. G. D.; CARVALHO, M. T. M.; ALVES, E. M. Estado da arte da pesquisa em sistemas integrados de produção agropecuária no estado de Goiás. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.11, n.3, p.242-250, 2020.

GASPARINI, L. V. L.; COSTA, T. S.; HUNGARO, O. A. L.; SZNITOWSKI, A. M.; VIEIRA FILHO, J. E. R. **Sistemas integrados de produção agropecuária e inovação em gestão**: estudos de casos no Mato Grosso. Rio de Janeiro, RJ: Ipea, 2017. 35 p. (Ipea. Texto para Discussão, 2296).

GIANETTI, G. W.; FERREIRA FILHO, J. B. S. O Plano e Programa ABC: uma análise da alocação dos recursos. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 59, n. 1, e216524, 2021.

KARVATTE JUNIOR, N.; KLOSOWSKI, E. S.; ALMEIDA, R. G.; MESQUITA, E. E.; OLIVEIRA, C. C.; ALVES, F. V. Shading effect on microclimate and thermal comfort indexes in integrated crop-livestock-forest systems in the Brazilian Midwest. **International Journal of Biometeorology**, v. 60, p. 1-9, 2016.

KITCHENHAM, B.; CHARTERS, S. **Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering**. School of Computer Science and Mathematics, p. 57, 2007.

LARCHER, T. P. A. **Construção de um modelo lógico do Plano ABC (agricultura de baixa emissão de carbono) como uma proposta de avaliação.** Dissertação (Agronegócios). Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília (UnB). Brasília, DF, 2016. 138 p.

LOPES, W. M. O.; ABREU, U. G. P.; MALAFAIA, G. C. Monitoramento da produtividade na bovinocultura de corte Brasileira. In: CONGRESSO DA SOBER, 60, 2022, Natal, RN. **Anais...** Natal, RN: SOBER, 2022. 12 p.

MACEDO, M. C. M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p.133-146, 2009 (supl. especial).

MARTINS, A. P.; KUNRATH, T. R.; ANGHINONI, I.; CARVALHO, P. C. F. **Integração soja-bovinos de corte no sul do Brasil.** Porto Alegre, RS: UFRGS/GPSIPA, 2015. 102 p.

MULLER, M. D.; BARROS, I.; SILVEIRA, J. G.; SILVA, J. J. N.; SANTOS, F. M.; SALTON, J. C.; VERONEZE, A. J.; ALMEIDA, R. G.; FERREIRA, I. G. M. **Adotabilidade de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Mato Grosso do Sul.** Juiz de Fora, MG: Embrapa Gado de Leite, 2023. 24 p. (Embrapa Gado de Leite. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 47).

MULLER, M. D.; MARTINS, C. E.; BRIGHENTI, A. M.; ROCHA, W. S. D.; CALSAVARA, L. H. F.; PEZZOPANE, J. R. M.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V. O. Eucalipto em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) na Mata Atlântica. In: OLIVEIRA, E. B.; PINTO JUNIOR, J. E. (ed.). **O eucalipto e a Embrapa: quatro décadas de pesquisa e desenvolvimento.** Brasília, DF: Embrapa, 2021. p. 1087-1104.

OLIVEIRA, C. C.; ALVES, F. V.; ALMEIDA, R. G.; GAMARRA, E. L.; VILLELA, S. D. J.; MARTINS, P. G. M. A Thermal comfort indices assessed in integrated production systems in the Brazilian savannah. **Agroforestry Systems**, v. 92, p. 1-14, 2017.

OLIVEIRA, E. B.; PINTO JUNIOR, J. E. **O eucalipto e a Embrapa: quatro décadas de pesquisa e desenvolvimento.** Brasília, DF: Embrapa, 2021. 1160 p.

OLIVEIRA, F. L. R.; CABACINHA, C. D.; SANTOS, L. D. T.; BARROSO, D. G.; JÚNIOR, A. S.; BRANT, M. C.; SAMPAIO, R. A. Crescimento inicial de Eucalipto e Acácia, em diferentes arranjos de integração lavoura pecuária floresta. **Cerne**, v. 21, n. 1, p. 227-233, 2015.

PEREIRA, M. A. **Avaliação econômica de sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta**: as experiências da Embrapa. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2019. 90 p. (Embrapa Gado de Corte. Documentos, 268).

REDE ILPF. **ILPF em números**. Brasília, DF: Rede ILPF, 2016. 12 p.

REDE ILPF. **ILPF em números**: safra 2020/2021. Brasília, DF: Rede ILPF, 2021. 14 p.

REIS, J. C.; KAMOI, M. Y. T.; MICHETTI, M.; WRUCK, F. J.; RODRIGUES, S. F. **Sistema de integração lavoura-pecuária-floresta como estratégia de desenvolvimento sustentável no estado de Mato Grosso**. Brasília, DF: Escritório no Brasil da Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL) das Nações Unidas, 2020. 18 p.

REKIK, R. et al. Assessing web sites quality: a systematic literature review by text and association rules mining. **International Journal of Information Management**, v. 38, n. 1, p. 201-216, 2018.

SANTOS, H. G. et al. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Rio de Janeiro, RJ: Embrapa Solos, 2013. 353 p.

SOUZA, D. M. G.; LOBATO, E. **Cerrado**: correção do solo e adubação. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 416 p.

VILELA, L.; MANJABOSCO, E. A.; MARCHAO, R. L.; GUIMARAES JUNIOR, R. **"Boi Safrinha" na Integração Lavoura-Pecuária no Oeste Baiano**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2017. 6 p. (Embrapa Cerrados. Circular Técnica, 35).

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. Brasília, DF: Embrapa, 2019. p. 319-345.