

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ANDRÉ VINÍCIUS ROQUE CAVALCANTE

REVISÃO SISTEMATIZADA EM AGROFLORESTAS E AGROECOLOGIA: EFEITO OU
IMPACTO DO SISTEMA PRODUTIVO

CURITIBA

2018

ANDRÉ VINÍCIUS ROQUE CAVALCANTE

REVISÃO SISTEMATIZADA EM AGROFLORESTAS E AGROECOLOGIA: EFEITO OU
IMPACTO DO SISTEMA PRODUTIVO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Ambiental, Setor de Ciência e Tecnologia, da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientador: Prof.Dr. Jean Ricardo Simões Vitule

Co-orientador: Dr. Fabrício de Andrade Frehse

CURITIBA

2018

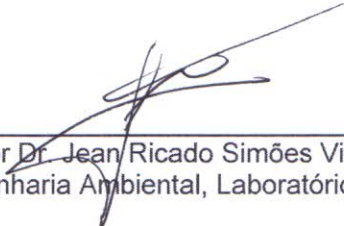


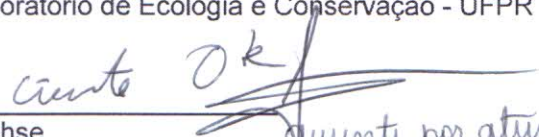
TERMO DE APROVAÇÃO DE PROJETO FINAL

ANDRÉ VINÍCIUS ROQUE CAVALCANTE

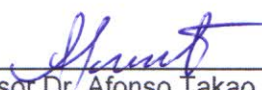
REVISÃO SISTEMATIZADA EM AGROFLORESTAS E AGROECOLOGIA

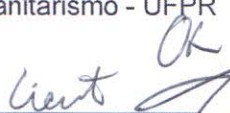
Projeto Final de Curso, aprovado como requisito parcial para a obtenção do Diploma de Bacharel em Engenharia Ambiental no Curso de Graduação em Engenharia Ambiental do Setor de Tecnologia da Universidade Federal do Paraná, com nota 85, pela seguinte banca examinadora:

Orientador: 
Professor Dr. Jean Ricardo Simões Vitule
Departamento Engenharia Ambiental, Laboratório de Ecologia e Conservação - UFPR

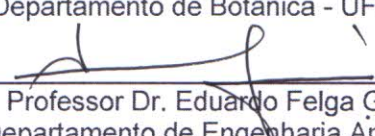
Co-orientador: 
Msc. Fabrício de Andrade Frehse
Laboratório de Ecologia e Conservação - UFPR

*ausente por atualmente
residir em outro estado,
avaliou via email.*

Membro 1: 
Professor Dr. Afonso Takao Murata
Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo - UFPR

Membro 2: 
Professor Dr. André Adrian Padial
Departamento de Botânica - UFPR

*ausente por recuperação
cirúrgica, avaliou via
parcer pelo ao final da
apresentação e para atribuição de nota.*

Membro 3: 
Professor Dr. Eduardo Felga Gobbi
Departamento de Engenharia Ambiental - UFPR

Curitiba, 13 de dezembro de 2018

A toda a minha Família, especialmente a minha Mãe Antônia, minha Tia Margarida, o Amigo Eduardo Liberti e ao meu Marido Jonatas Walter Becher por todo apoio, encorajamento, amizade, amor e incentivo.

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer a todos os membros da banca por sua gentileza em ter aceito o convite para avaliar meu trabalho através de suas anteriores e futuras contribuições, especialmente ao Professor Junior Ruiz por me apresentar o tema e instigar as primeiras leituras e ao meu orientador Professor Jean Vitule por seu apoio, exemplo e ensinamentos no proceder acadêmico, sua atenção, indicações de leitura, eventos e conversas. Agradeço a todos os colegas do Laboratório de Ecologia e Conservação singularmente meu co-orientador Fabrício Frehse por sua gentileza, interesse, boa vontade em me auxiliar e ler meus manuscritos de onde estivesse, bem como por suas sugestões e contribuições. Agradeço ao Professor Eduardo Gobbi por sua gentileza, instigante ensino, seu trabalho permanente e estímulo aos desafios da engenharia ambiental, aos Professores André Padial e Professor Emílio Mercuri pela estimada leitura e avaliação deste trabalho, assim como aos demais Professores(as) e Secretarias(o) da Engenharia Ambiental e todos os Funcionários da UFPR que trabalham para manutenção de seu nível de excelência.

A minha Família por seu incentivo, cobrança e presença independente de qualquer distância física, capaz de despertar sorrisos com suas palavras e mensagens; aos Tios Margarida e Airto, José e Ana, Gilda, Alzeci, Anilza, Rená e Nivaldo, Maria Célia e Overlando, Francisca e Pedro, Shirley, Neide, Marcos, Fábio e Keyla, Edivaldo e Vanessa, e Edmilson; as Primas Selma, Redinéria, Risia e Mariana, por seu respeito e carinho; aos meus Avós paternos Juleuza e Antonio de alegria e gentileza únicas, e *in memoriam* meus Avós maternos Vicente e Maria por sua trajetória e tudo que projetaram em minha vida, as Primas Francisca e Cássia, os Tios Corujinha e Renério, e a amiga Margarete.

Aos meus Amigos de sempre e aos da UFPR ou conhecidos por intermédio dela; meus colegas de curso e de estágio; os profissionais que tive oportunidade de trabalhar na Walter Confecções, L&M Engenharia, Ciclus Consultoria, Paraná Júnior, Biblioteca de Ciência e Tecnologia, Pizzaria Formaggio, Mestre Espetinhos, Labeam, Apeam, Locadora do Jefferson, Ministério Público e Brasil Telecom Call Center que me ensinaram e reafirmam nossa capacidade de melhorar o mundo.

Ao meu Marido Jonatas Walter Becher por seu apoio, compreensão, ouvido e incentivo, muitas vezes complementar às minhas faltas em momentos durante este trabalho.

A Deus e a vida por poder conhecê-los e vivermos todos nesse tempo e espaço.

RESUMO

A agroecologia e agroflorestas são ciências que buscam aliar o conhecimento de agronomia, ecologia e florestais com foco em produções mais integradas ao meio ambiente, economia e sociedade. Estes sistemas têm sido extensivamente estudados devido ao seu potencial produtivo e eficácia na redução da desnutrição e a demanda atual por produtos de menor impacto ambiental. Porém, os impactos que estão relacionados às relações desvantajosas entre os organismos ou maior demanda de investimentos que pode levar a prejuízos, e os efeitos positivos entre os cultivos, representam menos de um decimo do total. Assim, para identificar lacunas e tendências de estudo foi realizada revisão sistematizada global do tópico com 160 artigos, elegíveis pelos critérios do protocolo PRISMA-P. Identificou-se crescimento das ciências, porém menos em agroecologia com inserção de pastagens e em geral com organismos não vegetais. Foi constatada a efetividade dos sistemas para integrar cultivos, porém ainda com forte número de espécies não nativas. Os estudos tiveram duração e organização em centros de pesquisa e duração de formações acadêmicas, com os componentes menos estudados relacionados à capacidade de troca catiônica (CTC) e mudanças climáticas. Espera-se maior número de publicações sobre biodiversidade não vegetal com criação do IPBES, assim como possibilidade de mais resultados a busca com acréscimo dos termos agropastoril, silvicultura e campestres, nos demais idiomas mais falados, além do inglês. Verificou-se a ainda não serem tão explorados os fatores econômicos de tempo de retorno e controle natural de pragas e a consolidação da economia com insumos e maior produtividade. Assim agroflorestas e agroecologia têm maiores possibilidades de pesquisa sobre seus efeitos e impactos de forma a tornar-se uma ciência mais difundida e da qual se extraiam ainda mais benefícios.

Palavras-chave: agrofloresta, agroecologia, pastagens, biodiversidade, não-vegetais.

ABSTRACT

Agroecology and agroforestry are sciences that seek to combine the knowledge of agronomy, ecology and forestry with a focus on productions more integrated to the environment, economy and society. These systems have been extensively studied because of their productive potential and effectiveness in reducing malnutrition and the current demand for products with lower environmental impact. However, the impacts that are related to the disadvantageous relationships among the organisms or the greater demand for investments that can lead to losses, and the positive effects among the crops, represent less than a tenth of the total. Thus, to identify gaps and trends in the study, a systematic review of the topic with 160 articles, eligible according to the criteria of the PRISMA-P protocol, was performed. Growth of the sciences was identified, but less in agroecology with pasture insertion and in general with non-vegetable organisms. It was verified the effectiveness of the systems to integrate crops, but still with a large number of non-native species. The studies had duration and organization in research centers and duration of academic training, with the less studied components related to cation exchange capacity (CEC) and climate change. More publications on non-plant biodiversity are expected with the creation of IPBES, as well as the possibility of more search results with the addition of the terms agropastoral, silviculture and campesina, in the other languages most spoken, besides English. It was verified that the economic factors of time of return and natural pest control and the consolidation of the economy with inputs and higher productivity have not yet been explored. Thus agroforestry and agroecology have greater possibilities of research on their effects and impacts in order to become a more widespread science and from which even more benefits are extracted.

Keywords: agroforestry, agroecology, pastures, biodiversity, non-plants.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 - DISTRIBUIÇÃO TEMPORAL DO NÚMERO TOTAL DE PUBLICAÇÕES SOBRE EFEITOS E IMPACTOS EM AGROFLORESTA E AGROECOLOGIA.....	18
FIGURA 2 - NÚMERO TOTAL DE ARTIGOS SOBRE O TEMA POR PERIÓDICO	18
FIGURA 3 - MAPA GRADUADO DO NÚMERO DE ESTUDOS EM EFEITOS E IMPACTOS DOS SISTEMAS AGROFLORESTAS OU AGROECOLOGICOS POR PAÍS.....	20
FIGURA 4 - FREQUÊNCIA RELATIVA DE OBJETIVO DOS ARTIGOS.....	21
FIGURA 5 - FREQUÊNCIA RELATIVA DO AMBIENTE DE REALIZAÇÃO DO ESTUDO.....	21
FIGURA 6 - FREQUÊNCIA RELATIVA DE ÁREA TOTAL DOS LOCAIS DE ESTUDO.....	22
FIGURA 7 - FREQUÊNCIA RELATIVA DA ESTRUTURA DE ANÁLISE.....	23
FIGURA 8 - FREQUÊNCIA RELATIVA DE COMPOSIÇÃO DOS PLANTIOS ESTUDADOS.....	23
FIGURA 9 - GÊNERO E FAMÍLIA DOS ORGANISMOS VEGETAIS MAIS CITADOS NOS ARTIGOS ESTUDADOS EM FUNÇÃO DO NÚMERO DE CITAÇÕES.....	24
FIGURA 10 - DIAGRAMA DE VENN DA ORIGEM DOS ORGANISMOS VEGETAIS EM FUNÇÃO DO NÚMERO DE ARTIGOS.....	24
FIGURA 11 - DEMAIS ORGANISMOS IDENTIFICADOS NOS ESTUDOS ANALISADOS.....	25

FIGURA 12 - DIAGRAMA DE VENN DA ORIGEM DOS DEMAIS OUTROS ORGANISMOS EM FUNÇÃO DO NÚMERO DE ARTIGOS.....	26
FIGURA 13 - FLUXOGRAMA DE INSUMOS AGRÍCOLAS IDENTIFICADOS EM FUNÇÃO DO NÚMERO DE ARTIGOS	27
FIGURA 14 - FREQUÊNCIA DE DURAÇÃO DOS ESTUDOS.....	27
FIGURA 15 - FREQUÊNCIA RELATIVA DE FORMAS DE ANÁLISE REALIZADAS PELOS ARTIGOS.....	31
FIGURA 16 - FREQUÊNCIA RELATIVA DE PARÂMETROS ANALISADOS NOS ARTIGOS.....	31
FIGURA 17 - FREQUÊNCIA RELATIVA DOS FATORES ECONÔMICOS APRESENTADOS PELOS ESTUDOS.....	32
FIGURA 18 - FREQUÊNCIA RELATIVA DO EFEITO OU IMPACTO DA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA PRODUTIVO.....	33

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - MÉDIAS PLUVIOMÉTRICAS E DE TEMPERATURA EM FUNÇÃO DO NÚMERO DE ARTIGOS.....	20
TABELA 2 - NÚMERO TOTAL DE ESPÉCIES VEGETAIS E SUA ORIGEM (NATIVA OU EXÓTICA) EM FUNÇÃO DO NÚMERO TOTAL DE ARTIGOS E SUA FREQUÊNCIA RELATIVA.....	25
TABELA 3 - FUNÇÃO E ORIGEM DOS ORGANISMOS NÃO VEGETAIS NOS ARTIGOS	26

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	METODOLOGIA DE ANÁLISE	15
3	RESULTADOS	18
4	DICUSSÃO	30
5	CONCLUSÃO E SUGESTÕES	39
	REFERÊNCIAS.....	40
	APÊNDICE I - FLUXOGRAMA DO PROCESSO DESTA REVISÃO SISTEMATIZADA CONFORME PROTOCOLO PRISMA- P	49
	APÊNDICE II - LISTAGEM DE CONTINENTES E PAÍSES ESTUDADOS E SEU NÚMERO DE ARTIGOS.....	50
	APÊNDICE III - RANKING DOS PRINCIPAIS PAÍSES E DADOS GEOGRÁFICOS.....	51
	APÊNDICE IV - MAPAS GRADUADOS DAS MÉDIAS GLOBAIS DE TEMPERATURA EM GRAUS CELSIUS (°C) E PLUVIOSIDADE EM MILÍMETROS (MM), E DA CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DE KOEPPEN NO ANO DE 1997.....	52

1 INTRODUÇÃO

O crescimento da população humana e a perspectiva de aumento da demanda por alimentos e bens têm justificado recordes produtivos agrícolas, expansão de terras produtivas, desmatamentos, aumento do uso de insumos químicos, dentre outros (TILMAN *et al.*, 2002; DE SCHUTTER, 2010; MARTIN *et al.*, 2016). Maior produtividade também é relacionada a maiores impactos antrópicos nos ecossistemas que vão além de colheitas mais caras, geram contaminação do ambiente, perda de biodiversidade, danos diretos e indiretos ao consumidor final, êxodo rural e mudanças climáticas (ALTIERI, 2008 e 2015; MAY, 2010; BIOVERSITY INTERNATIONAL, 2017; PRETTY *et al.*, 2018). Algumas formas de mitigar essas questões têm recebido ênfase desde a confirmação de seus iminentes danos, principalmente os associados a riscos na saúde humana, manutenção de seu bem-estar e aos impactos da perda de diversidade ambiental e cultural (MEA, 2005; DE SCHUTTER, 2010; DÍAZ *et al.* 2018).

A agricultura e o fornecimento de bens madeireiros são mercados muito importantes globalmente, eles estão associados ao fornecimento de alimentos, à produção de móveis e imóveis, celulose e de energia através da queima de biomassa (NAIR, 1993; SCHNEIDER *et al.*, 2000; BIOVERSITY INTERNATIONAL, 2017). Embora os alimentos possam ser cultivados próximo aos mercados consumidores e ter ciclos de plantios anuais, a exploração madeireira ocorre longe dos centros consumidores, pode ter elevado custo de transporte, tem ciclos de produção mais longos, e se relaciona com muitas outras espécies além da humana. Os meios de produção agrícola atual, chamados de agricultura convencional ou moderna, são realizados em grandes extensões produtivas, e diferem não apenas em escala da produção realizada em pequenas propriedades agrícolas (MARTIN *et al.*, 2016; ALTIERI, 2008).

Enquanto esta visa automanutenção e comercialização de excedentes, aquela busca a comercialização e ou exportação, gera maior pressão produtiva sobre o ambiente e, para manter produtividade faz uso intensivo de insumos agrícolas e mecanização (MAY, 2010). A agricultura de menor escala, também conhecida como camponesa, também oferecer maior variedade de produtos, emprega mão de obra local ou familiar, e na possível integração com animais, o faz de forma menos impactante ao ambiente (ALTIERI, 2015; PRETTY *et al.* 2018).

Os sistemas produtivos em grande ou menor escala têm em comum o consumidor final, o qual através de sua escolha e poder de compra é capaz de influenciar as decisões principalmente do grande produtor (GARCIA e VIEIRA FILHO, 2014). Segundo os autores, atualmente os produtores têm demonstrado maior preocupação em atender as demandas do mercado por produtos com menos agrotóxicos e menores impactos ao ambiente. Pretty *et al.* (2018) constataram recentemente a evolução da produção agrícola moderna no sentido de intensificar a produtividade sustentável. Assim, maior produtividade de alimentos, em menor área, com menos insumos externos e uma exploração madeireira com menos danos ao ecossistema são objetivos das ciências agroflorestais e agroecológicas nas últimas décadas (WEZEL *et al.*, 2009; BROWN *et al.*, 2018).

A agroecologia e a agrofloresta, embora sejam termos do século XX, são praticadas há muito tempo na agricultura, e sua promoção tem se intensificado desde os anos 1980 (STEPPLER e NAIR 1987; ALTIERI, 1987). A definição dessas ciências pode ser justamente a junção dos estudos da agronomia, ecologia e das ciências florestais para integrar conhecimentos e maximizar ganhos. Coloquialmente, as definições dadas pelo *The Free Dictionary* para agroecologia¹ e agroflorestas², são respectivamente:

A aplicação da ecologia à agricultura, como na conservação do solo e dos recursos hídricos, a minimização da poluição e o uso de fertilizantes e pesticidas naturais. (Tradução livre);

Um sistema de uso da terra no qual árvores ou arbustos cultiváveis são cultivados entre ou próximo a plantações ou pastagens, como um meio de preservar ou aumentar a produtividade da terra. (Tradução livre).

Todavia, os conceitos mais aceitos são os desenvolvidos por seus estudiosos ou instituições, e.g., agroecologia para Altieri (2008, p. 23):

[...] é uma abordagem que integra os princípios agronômicos, ecológicos e socioeconômicos à compreensão e avaliação do efeito das tecnologias sobre os efeitos agrícolas e a sociedade como um todo. (Grifo nosso).

¹No original "Agroecology: The application of ecology to agriculture, as in the conservation of soil and water resources, the minimization of pollution, and the use of natural fertilizers and pesticides." (AMERICAN HERITAGE, 2016).

²No original: "Agroforestry: A system of land use in which harvestable trees or shrubs are grown among or around crops or on pastureland, as a means of preserving or enhancing the productivity of the land." (AMERICAN HERITAGE, 2016).

Gliessman (2018) defende a evolução da definição, para:

Agroecologia é a integração de pesquisa, educação, ação e mudança que traz sustentabilidade a todas as partes do sistema alimentar: ecológica, econômica e social. É transdisciplinar na medida em que valoriza todas as formas de conhecimento e experiência na mudança do sistema alimentar. É participativo que requer o envolvimento de todos os interessados da fazenda para a mesa e todos os intermediários. E é orientada para a ação porque confronta as estruturas de poder econômico e político do atual sistema industrial de alimentos com estruturas sociais alternativas e ação política. A abordagem é fundamentada no pensamento ecológico, onde é necessária uma compreensão holística, em nível de sistemas, da sustentabilidade do sistema alimentar.³ (Tradução livre, grifo nosso).

Para Nair, em seu livro *An introduction to agroforestry* (1993, p.16), agrofloresta é essencialmente:

[...] o crescimento intencional ou retenção deliberada de árvores com culturas e ou animais em combinações interativas para vários produtos e benefícios da mesma unidade de manejo.⁴ (Tradução livre e grifo nosso).

Uma simplificação do Centro Mundial de Agrofloresta (WAC, 2018) é: “Em sua forma mais básica agrofloresta é definida como agricultura com árvores.⁵” (Tradução livre, grifo nosso).

As definições demonstram como a agroecologia é uma ciência abrangente e por isso engloba agroflorestas. Entretanto, a primeira demonstra questões de cunho econômico e social bem definido, e a segunda ainda não o possui explicitamente. Assim, os estudos ainda não convergem mercadologicamente por a produção em agroflorestas exigir maiores investimentos iniciais, o que pode incentivar a produção de cultivos florestais mais lucrativos por quem dispõe de mais recursos, enquanto a agroecologia tem cunho social e ambiental. Logo, para promover maiores possibilidades produtivas em agroflorestas, são necessários aportes iniciais que permitam ao produtor se estabelecer, e não ter prejuízos nos anos iniciais, e a produção agroecológica pode fazê-lo, se bem integrada, reduzindo competições entre as plantas por recursos (DOWOE, 2014).

³No original: “Agroecology is the integration of research, education, action and change that brings sustainability to all parts of the food system: ecological, economic, and social. It’s transdisciplinary in that it values all forms of knowledge and experience in food system change. It’s participatory in that it requires the involvement of all stakeholders from the farm to the table and everyone in between. And it is action-oriented because it confronts the economic and political power structures of the current industrial food system with alternative social structures and policy action. The approach is grounded in ecological thinking where a holistic, systems-level understanding of food system sustainability is required.” GLIESSMAN, S. Agroecology definition. **Agroecology and Sustainable Food Systems**, v. 42, n. 6, p. 599-600, mar. 2018.

⁴“... the purposeful growing or deliberate retention of trees with crops and/or animals in interacting combinations for multiple products or benefits from the same management unit.” NAIR, P. K.R. **An introduction to agroforestry**, p. 16, 1993.

⁵“In its most basic, agroforestry is defined as agriculture with trees.” World Agroforestry Center, **WAC**, 2018. Disponível em: <<http://www.worldagroforestry.org/about/agroforestry>>. Acesso em 02 dez. 2018.

Os possíveis impactos da agroecologia e agroflorestas estão aliados às interações entre os componentes dos sistemas, a competição por nutrientes ou recursos, ou ainda na liberação de substâncias químicas no solo ou atmosfera (GILLET, 2008). Outro risco é a redução da biodiversidade através da substituição de sistemas naturais por manejos agroflorestais mais lucrativos, ao invés da recuperação de áreas desmatadas. A solução pode vir do conhecimento das interações entre árvores e cultivos, com uma organização que as favoreça em um desenvolvimento ótimo dos componentes, com ganhos econômicos justos ao produtor e se necessário os devidos aportes. Para isso, é importante identificar o melhor desenho dos cultivos (ALTIERI, 2008; WEZEL e SOLDAT, 2009), os organismos cujas interações benéficas sejam potencializadas (STEPPLER E NAIR, 1987) e preservar composições nativas do ambiente de estudo.

A partir dessas premissas, saber de que forma os estudos têm evoluído através do tempo em periódicos científicos pode mostrar o que tem sido pesquisado e o que ainda se pode desenvolver nessas ciências, e segundo Lowry *et al.* (2013) as revisões sistematizadas são eficientes nessa busca. Identificar onde os estudos ocorrem, as características ambientais locais, de que forma são organizados espacial e temporalmente e o que analisam, também pode auxiliar novas pesquisas a serem mais pragmáticas. É importante considerar a questão econômica na produção agroecológica e, nos moldes do início do século XXI, as ciências ecológicas puderam contar com os serviços ecossistêmicos para demonstrar monetariamente a conservação ambiental (CONSTANZA *et al.*, 2015 e 2017).

A soma de todas essas questões pode ser vista como efeitos ou impactos da implantação dos sistemas, respectivamente, o resultado ou consequência; e alteração brusca ou colisão da implantação dos mesmos. (AMERICA HERITAGE, 2011).

Assim, esta pesquisa realizou uma revisão sistematizada global de publicações sobre agrofloresta e agroecologia, com foco nas tendências e lacunas dos estudos sobre seus efeitos e impactos para responder: Qual o panorama geral das publicações no decorrer dos anos sobre o tema e quais periódicos têm publicado artigos a respeito? Em que países e continentes os estudos são realizados e quais as médias pluviométricas e de temperatura dos locais estudados? Quais os objetivos das publicações, em que ambientes são realizados estudos e qual sua escala espacial? O que vem sendo produzido nos sistemas agroecológicos

e agrofloretais, quais espécies são mais utilizadas, e quais outros organismos não vegetais são apresentados nos sistemas? São utilizados insumos agrícolas nos estudos? Qual a duração dos estudos realizados, e quais as formas de análise mais recorrentes, e as substâncias químicas mais analisadas? E por fim, que métricas têm sido usadas para valoração dos sistemas? E discutir os resultados de sua implantação.

2 METODOLOGIA DE ANÁLISE

Esta revisão sistematizada foi fundamentada em consulta realizada à base de dados *Thomson Reuters – Web of Science (WoS) - ISI – Web of Knowledge*. A pesquisa foi realizada no campo “Título” com os termos “(agroforest* OR agroecolog*) AND (effect OR impact)”, contemplou artigos científicos completos para análise em idioma inglês e considerou todo o período de publicações até 06 de setembro de 2017, data de realização da consulta. Quando não foi possível o acesso direto aos artigos por meio do *WoS* foram utilizados sites de busca como Bing, Google, ResearchGate ou solicitado diretamente aos autores via e-mail. Todo o processo ocorreu segundo protocolo PRISMA-P, desenvolvido por Moreh *et al.* (2015) - detalhes do processo de inclusão e exclusão de artigos no ANEXO I.

Com finalidade de comparar a distribuição temporal das publicações foi realizada nova busca complementar ao *WoS*, para o mesmo período, porém de forma abrangente. Para isso, no campo “Título” foi usado apenas os termos “agroforest* OR agroecolog*”, com objetivo de posteriormente avaliar os resultados da busca restritiva e abrangente no crescimento dos estudos no tema.

A fim de identificar os principais periódicos das publicações de interesse e assim inferir sobre o impacto das publicações nos mesmos será empregada a conceituada fórmula desenvolvida por Braga *et al.* (2012) para esta finalidade. Dada pela equação:

$$w = \left(\frac{n}{p * e * y} \right) * 1000$$

na qual, n corresponde número de artigos resultantes da pesquisa por periódico, p ao número de publicações por ano, e é a média de edições por ano e y o número de

anos que o periódico publicou no período de estudo. Sendo estes dados adquiridos através de consulta ao site dos periódicos.

Ainda para identificar a origem dos organismos apresentados pelos estudos foram consultados mapas de distribuição da espécie e indicação de sua origem através dos sites Enciclopédia da vida (<https://eol.org>), Wikipédia (<https://www.wikipedia.org>) ou CABI (<https://www.cabi.org>). Isso com o objetivo de inferir sobre o organismo ser nativo, não nativo, endêmico ou não endêmico no local estudado.

Desta forma, com as publicações identificadas pelas palavras chave, triadas por tipo de documento em artigos de idioma inglês, elegíveis por serem encontrados seus textos integrais e não se tratarem de trabalhos de revisão foram incluídos artigos nesta pesquisa. A investigação foi então baseada na busca de informações sobre características do local estudado, foco da pesquisa, dados obtidos e analisados pelos estudos, simulações ou experimentos realizados e os resultados encontrados pela implantação do sistema produtivo. Essas foram categorizadas em planilha eletrônica de acordo com as seguintes questões de interesse:

- a) Ano de publicação dos artigos;**
- b) Periódico;**
- c) País e continente** de realização dos estudos;
- d) Temperatura média** em graus Celsius (°C) e **intensidade pluviométrica média** em milímetros (mm), dos locais de realização sempre que indicados nos artigos;
- e) Objetivo (s) da publicação;**
- f) Ambiente de realização do estudo** (e.g., campo, laboratório, modelo matemático, questionário, sensoriamento remoto ou SIG);
- g) Escala espacial dos estudos** em metros quadrados (m²);
- h) Estrutura de análise** (e.g., modular para áreas previamente definidas com finalidade de padronização; extensiva, para grandes propriedades rurais ou extensões de terra; pequena propriedade, para produções familiares, quintais ou jardins; e, microescala, para pesquisa desenvolvida em laboratório ou bancada) de acordo com informações da metodologia dos artigos;
- i) Composição de organismos vegetais cultivados** (e.g., árvore, cultivo anual ou pastagem) identificados ao menor **grupo taxonômico** informado pelos

artigos, sua **origem** (e.i., nativo ou exótico) em relação ao local estudado e o **número de espécies** avaliadas no estudo;

j) Outros organismos não vegetais (e.g., aves, fungos, insetos ou mamíferos), identificados ao **menor grupo taxonômico**, seu **papel nos sistemas estudados** (positivos, negativos ou neutros) e sua **origem** (nativa ou não nativa) em relação à região de estudo;

j) Insumos agrícolas (e.g., defensivos e fertilizantes) identificados quando específicos estivessem nos artigos;

k) Tempo de duração do estudo (meses);

l) Forma de análise dos fatores bióticos e abióticos e **substâncias químicas analisadas** pelos estudos;

m) Fatores econômicos apontados pelos estudos (e.g., maiores custos produtivos; prejuízos financeiros; redução da produtividade; mercado de créditos de carbono; socioeconômica, pela formação de associações, desenvolvimento social, manutenção de pessoas no campo, obtenção de crédito rural e financiamentos; aumento do valor agregado ou lucratividade dos produtos; pagamento por serviços ambientais, quando ocorrem pagamentos aos proprietários ou gestores da terra para proteção ou fornecimento de serviços ecossistêmicos; serviços ecossistêmicos; melhoramento genético; economia de insumos, com maior eficiência no uso de fertilizantes e controle natural de pragas; aumento da produtividade; maior qualidade e diversidade produtiva; e conservação ambiental). Esses categorizados em benefício direto quando voltada diretamente ao produtor, benefício indireto quando passa por organizações maiores, e não benéfico quando assim o é.

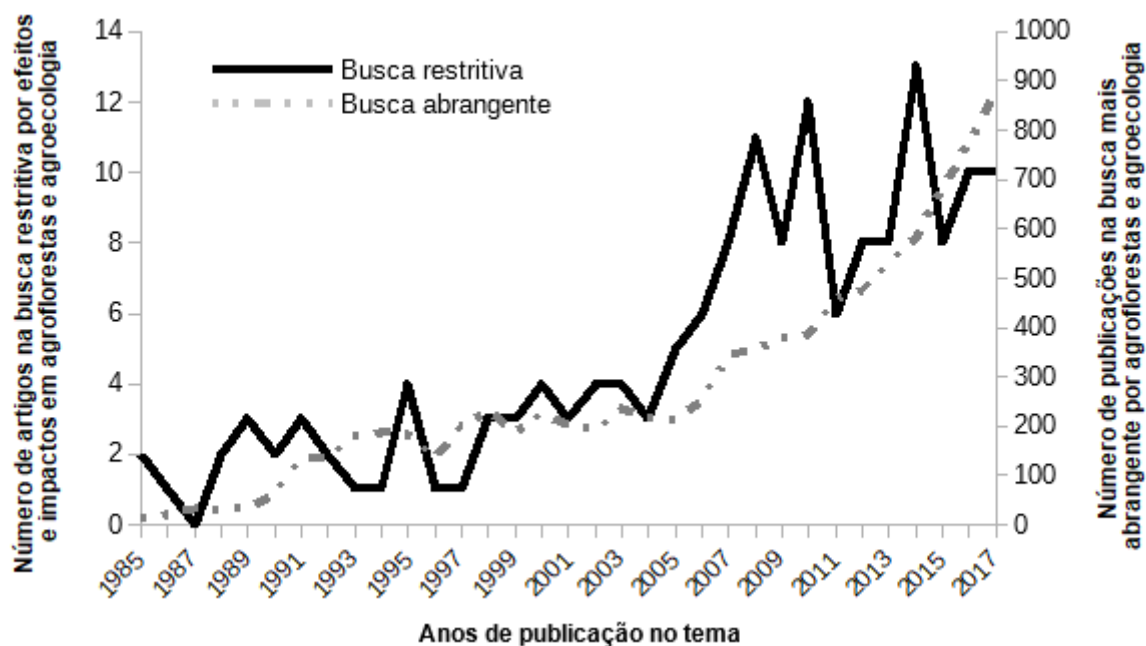
n) Principais efeitos ou impactos da implantação dos sistemas.

As informações foram identificadas para cada artigo, catalogadas mesmo quando em mais que um quesito (e.g., estudos conduzidos em mais de um país, arranjo ou estrutura, organismo vegetal ou não vegetal, insumo agrícola, trabalho realizado, forma de análise, substância química analisada ou fator econômico) e todas salvas em planilha eletrônica. Assim, ao final com todos os artigos analisados as informações foram contabilizadas por resposta a cada quesito e apresentadas através de gráficos e tabelas de todos os dados obtidos para síntese, melhor visualização e construção dos resultados a serem confrontados com a literatura.

3 RESULTADOS

A busca resultou em 213 artigos dos quais 160 atenderam aos critérios de inclusão e elegibilidade. Pelos dados apresentados na FIGURA 1 é possível perceber um aumento no número de estudos sobre efeitos e impactos de agroflorestas ou agroecologia a partir de 2005 com pico de publicações em 2014 (n=13). Ao considerar o número total de publicações sobre agroflorestas ou agroecologia, que resultou em 9.145 artigos no mesmo período, o maior valor foi em 2017 (n=880), com crescimento conjunto ao da busca restritiva a partir de 2005.

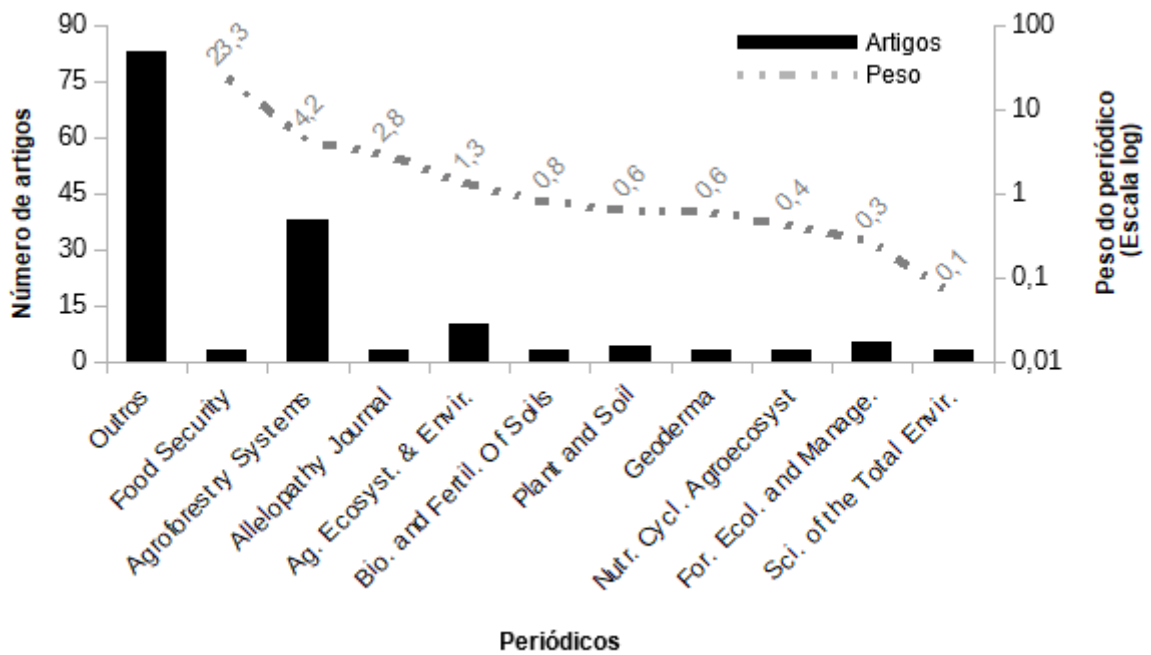
FIGURA 1: DISTRIBUIÇÃO TEMPORAL DO NÚMERO TOTAL DE PUBLICAÇÕES SOBRE EFEITOS E IMPACTOS EM AGROFLORESTA E AGROECOLOGIA.



FONTE: O autor (2018).

Os artigos foram publicados em 85 diferentes periódicos, em média dois artigos cada, 88% dos periódicos abaixo da média, identificados como Outros, e 12% nominais (FIGURA 2). Destes, *Agroforestry Systems* (n=38) e *Agriculture Ecosystems & Environment* (n=10) foram os periódicos com mais artigos, e, respectivamente *Food Security* (w=23,3) e *Agroforestry Systems* (w=4,2) com maior peso de publicação (i.e., maior número de publicações sobre o tema em relação ao total do periódico).

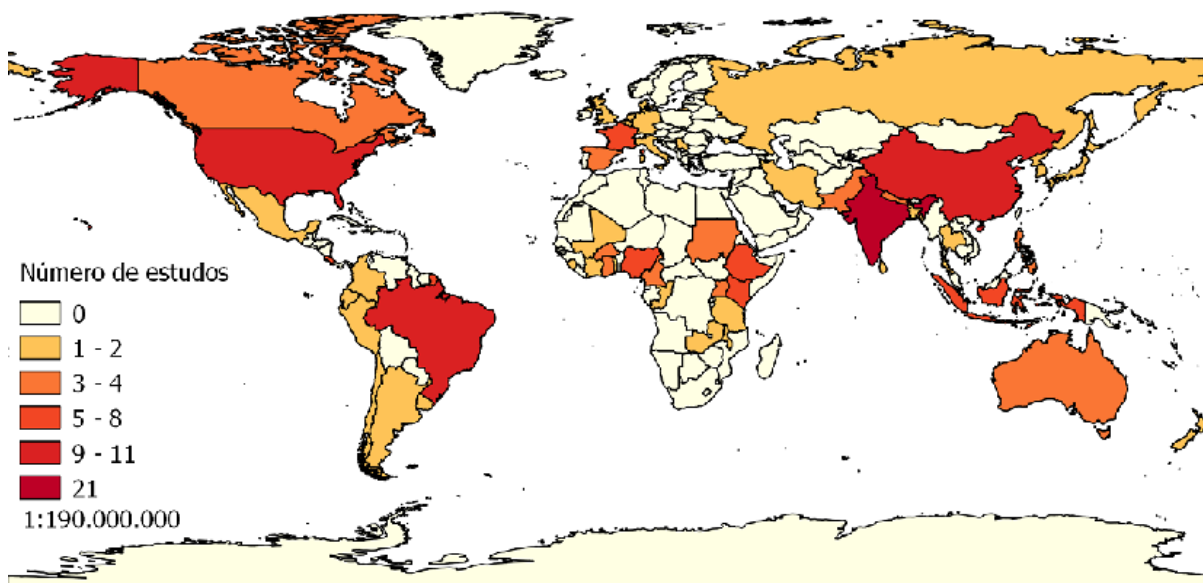
FIGURA 2: NÚMERO TOTAL DE ARTIGOS SOBRE O TEMA E O PESO POR PERIÓDICO.



FONTE: O autor (2018).

Os estudos foram realizados em seis continentes: África (n=50, 30%), América do Norte (n=14, 8%), América do Sul (n=25, 15%), Ásia (n=58, 35%), Europa (n=17, 10%) e Oceania (n=4, 2%). Ao todo 51 países foram estudados conforme FIGURA 3, dentre os quais a Índia (n=21), China (n=11), Brasil e Estados Unidos (n=9, cada), Nigéria e Quênia (n=8, cada), França (n=6) e Austrália (n=3), foram os países com mais publicações. Consultar APÊNDICE - II, para lista completa de continentes e países, lembrando que pode ser indicada mais que um estudo ou resposta por artigo, traduzida no rótulo de cada item e frequência relativa.

FIGURA 3: MAPA GRADUADO DO NÚMERO DE ESTUDOS EM EFEITOS E IMPACTOS DOS SISTEMAS AGROFLORESTAS OU DE AGROECOLOGIA POR PAÍS.



FONTE: O autor (2018).

As médias pluviométricas e de temperatura dos locais estudados foi informada em respectivamente 64% (n=103) e 46% (n=73) dos artigos. Destes, a maior parte dos estudos ocorre em temperaturas médias menores que 20 °C (n=28) e com pluviosidade média maior que 1.500 mm (n=35) (TABELA 1).

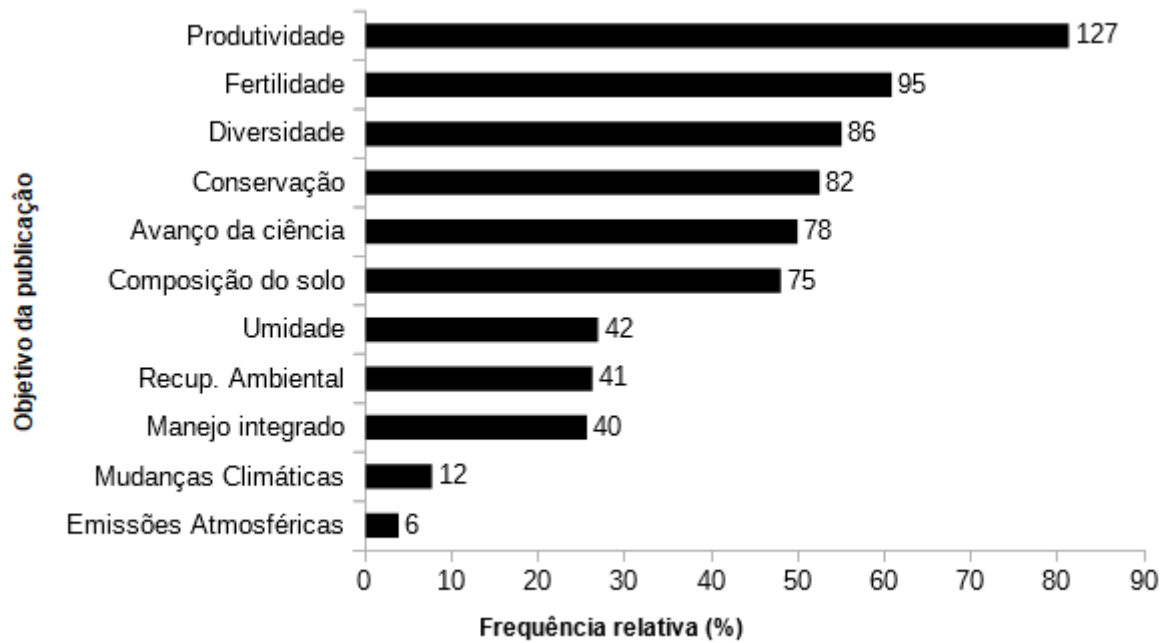
TABELA 1: MÉDIAS PLUVIOMÉTRICAS E DE TEMPERATURA EM FUNÇÃO DO NÚMERO DE ARTIGOS

Pluviometria média em milímetros (mm)					
Escala	< 500	500 – 1.000	1.000–1.500	> 1.500	Total
n	16	24	28	35	103
Temperatura média em graus Celsius (°C)					
Escala	< 20	20 – 25	25 – 30	> 30	Total
n	28	16	25	4	73

FONTE: O autor (2018).

O objetivo das publicações foi identificado em todos os artigos (n=160), e destes, os principais foram o interesse em estudar a produtividade do sistema (n=127), fertilidade do solo (n=95), diversidade produtiva (n=86) e conservação ambiental (n=82) (FIGURA 4).

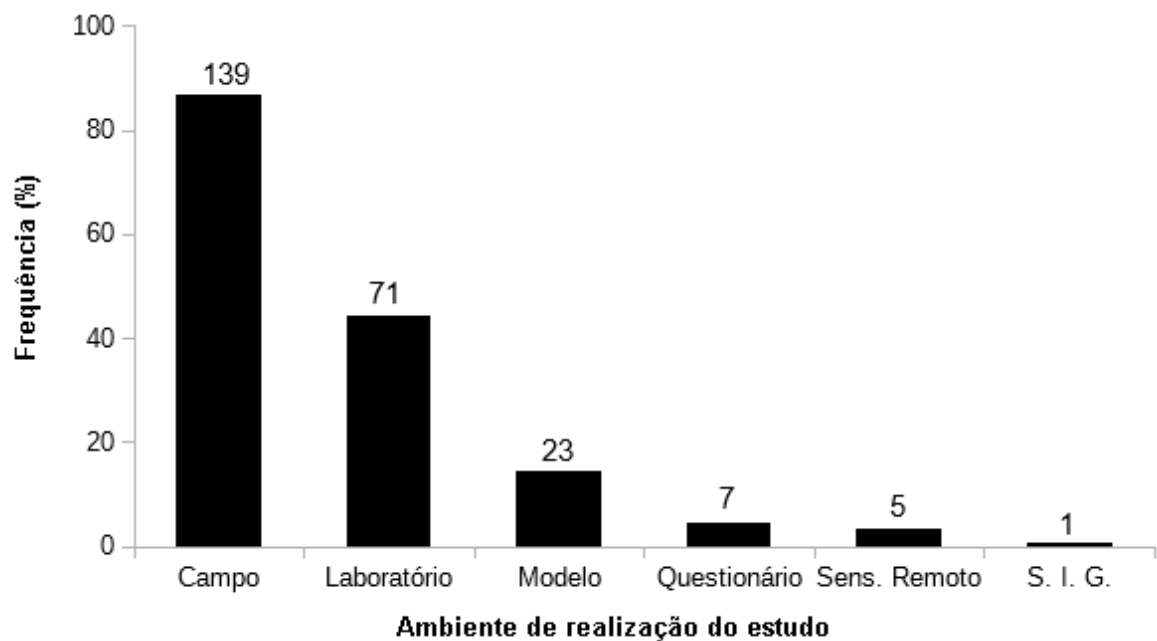
FIGURA 4: FREQUÊNCIA RELATIVA DE OBJETIVO DOS ARTIGOS



FONTE: O autor (2018).

O ambiente de realização de estudo foi identificado em todos os artigos e demonstra que serem majoritariamente realizados em campo (n=148) e laboratório (n=71) (FIGURA 5).

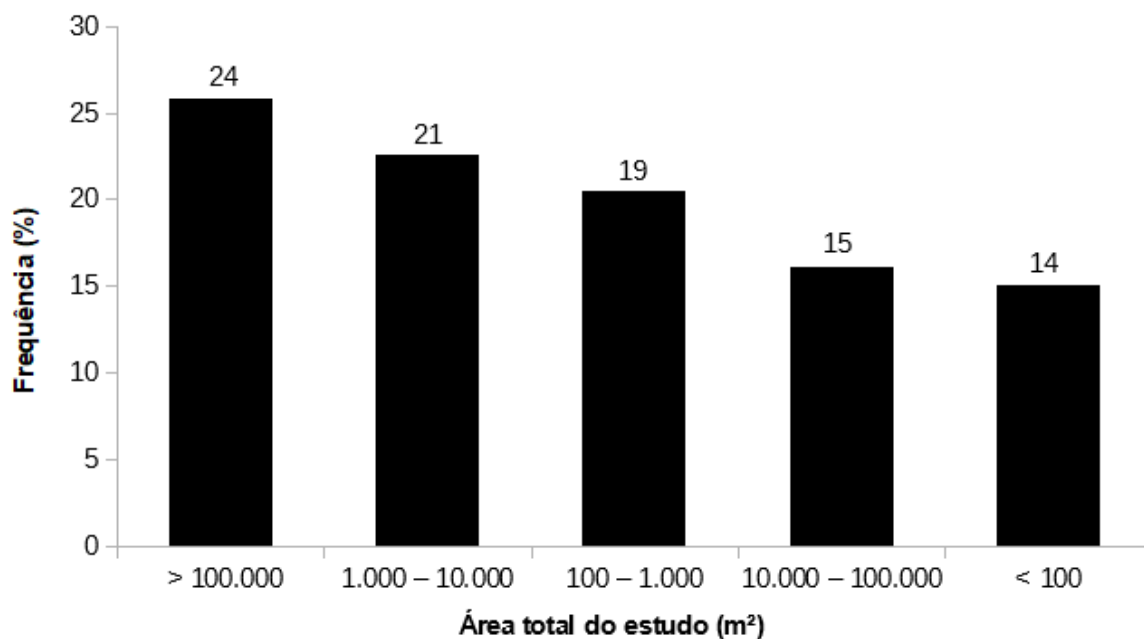
FIGURA 5: FREQUÊNCIA RELATIVA DO AMBIENTE DE REALIZAÇÃO DO ESTUDO.



FONTE: O autor (2018).

A organização espacial dos estudos foi apresentada em 58% dos artigos (n=93) e classificada conforme FIGURA 6. Destes, a faixa de área total mais recorrente foi de maiores que 100.000 m² (n=24) ou 10 hectares.

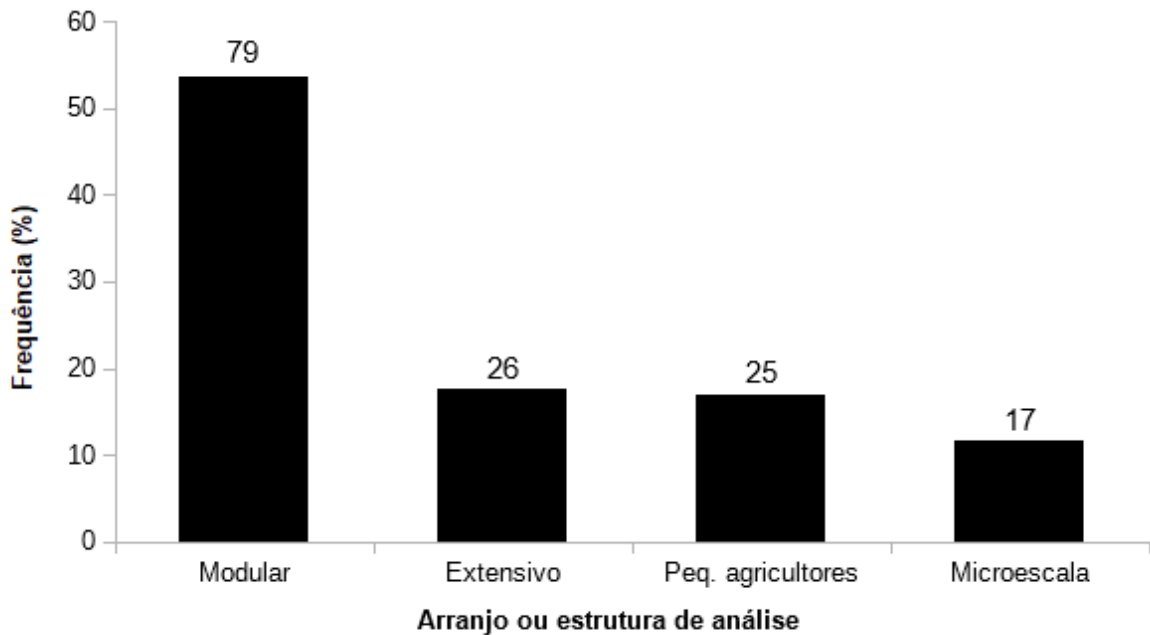
FIGURA 6: FREQUÊNCIA RELATIVA DE ÁREA TOTAL DOS LOCAIS DE ESTUDO



FONTE: O autor (2018).

A estrutura de análise dos estudos foi informação apresentada em 92% dos artigos (n=147). Dos quais, a forma mais presente foi a modular em 54% dos estudos (n=79) (FIGURA 7).

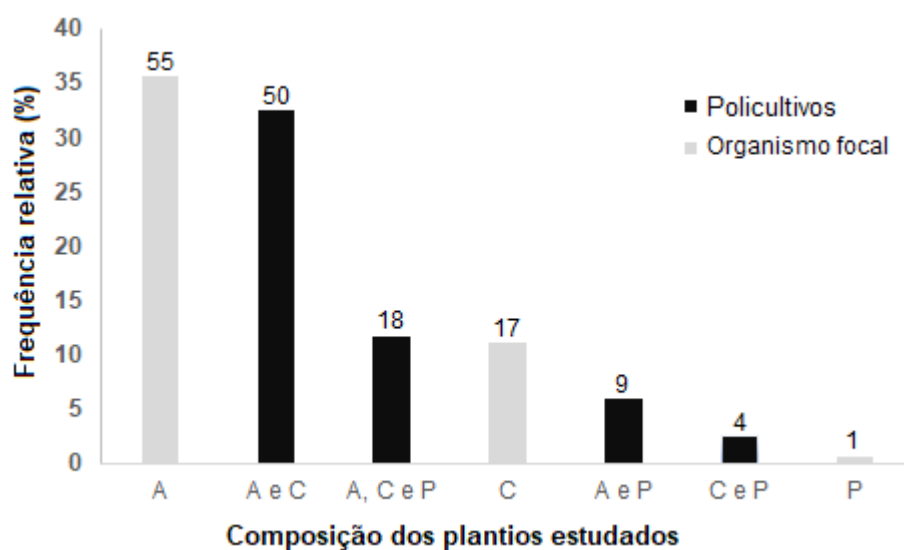
FIGURA 7: FREQUÊNCIA RELATIVA DA ESTRUTURA DE ANÁLISE



FONTE: O autor (2018).

A composição vegetal foi um dado indicado em 97% dos artigos (n=154), conforme FIGURA 8. Destes, os organismos focais arbóreo (A) foram os mais frequentes (n=55), seguido de policultivos de arbóreos com culturas agrícolas anuais (AC) (n=50) e o arbóreo, cultura anual e pastagem (ACP) foi o terceiro colocados.

FIGURA 8: FREQUÊNCIA RELATIVA DE COMPOSIÇÃO DOS PLANTIOS ESTUDADOS

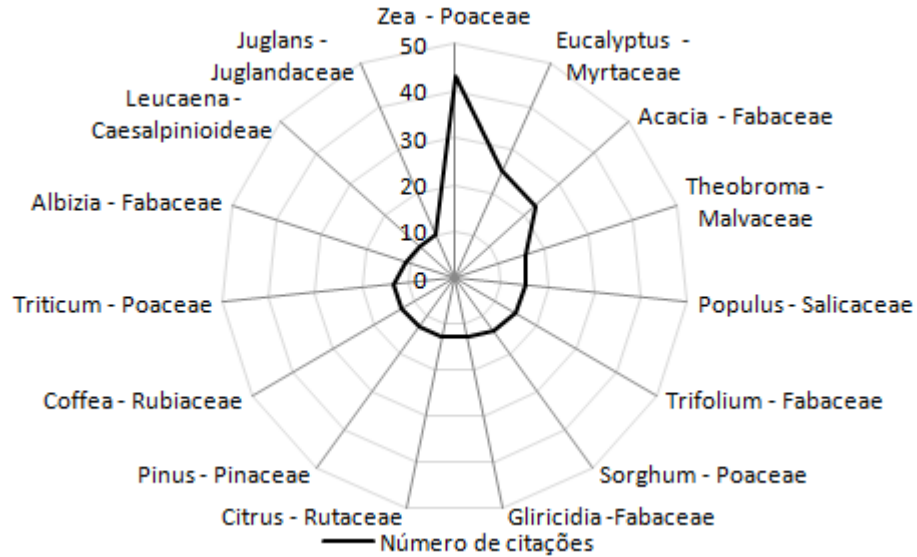


FONTE: O autor (2018).

Os organismos vegetais em si foram indicados em 91% dos artigos (n=146). Destes, os gêneros e famílias mais citados são apresentados na FIGURA 9, dos

quais destacam-se: *Zea* – *Poaceae* (n=43), *Eucalyptus* – *Myrtaceae* (n=25) e *Acacia* – *Fabaceae* (n=23).

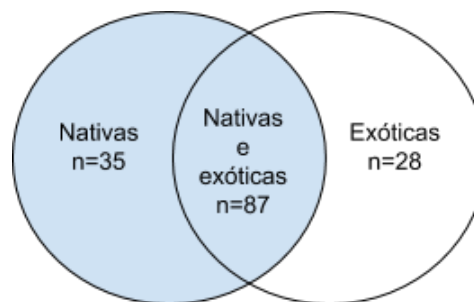
FIGURA 9: GÊNERO - FAMÍLIA DOS ORGANISMOS VEGETAIS MAIS CITADOS NOS ARTIGOS ESTUDADOS EM FUNÇÃO DO NÚMERO DE CITAÇÕES.



FONTE: O autor (2018).

A origem dos organismos vegetais foi investigada em 94% dos artigos (n= 150). Destes, 57% (n=87) apresentaram composição por organismos não nativos em relação ao local de estudo (FIGURA 10).

FIGURA 10: DIAGRAMA DE VENN DA ORIGEM DOS ORGANISMOS VEGETAIS EM FUNÇÃO DO NÚMERO DE ARTIGOS.



FONTE: O autor (2018).

O número total de organismos vegetais por estudo foi principalmente de duas a quatro espécies, identificados em 47% deles (n=70). Destes, a maior parte das espécies eram nativas ao local estudado (n=61) (TABELA 2).

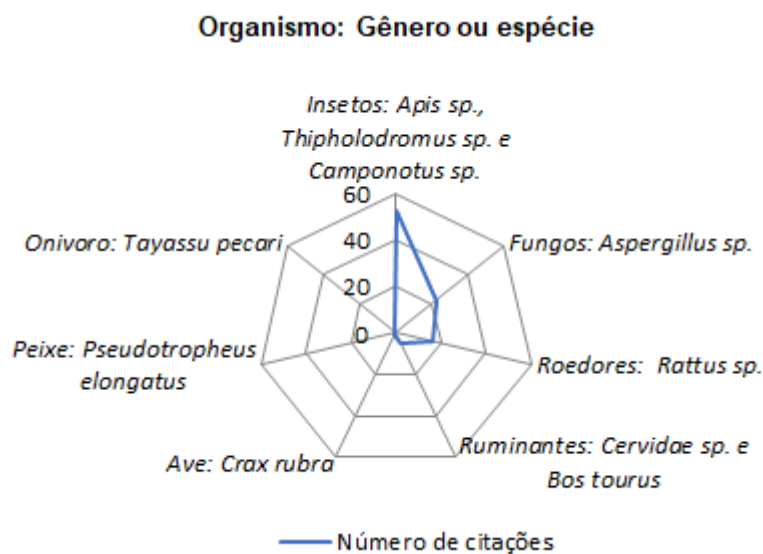
TABELA 2: NÚMERO TOTAL DE ESPÉCIES VEGETAIS E SUA ORIGEM (NATIVA OU EXÓTICA) EM FUNÇÃO DO NÚMERO TOTAL DE ARTIGOS E SUA FREQUÊNCIA RELATIVA.

Origem	n		
	1	2 – 4	≥ 5
Exóticas	41	51	23
Nativas	39	61	22
% Total	0,34	0,47	0,19

FONTE: O autor (2018).

A presença de outros organismos, não vegetais, foi identificada em 21% dos artigos (n=34). Destes, a diversidade de espécies analisadas foi maior para insetos (53), fungos (22) e roedores (16), respectivamente (FIGURA 11). Dessas espécies a 59 eram nativas ao local estudado e 13 não nativas.

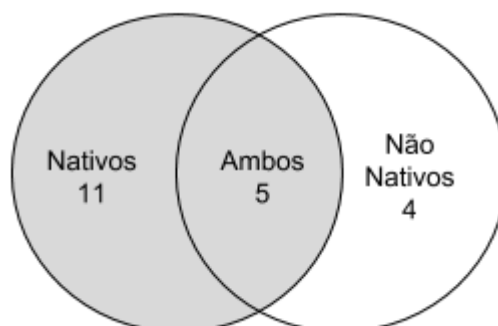
FIGURA 11: DEMAIS ORGANISMOS PRESENTES NOS ESTUDOS ANALISADOS.



FONTE: O autor (2018).

Dentre os artigos que apontaram presença desses organismos 32% deles (n=11) foram identificados como nativos do país de estudo (FIGURA 12).

FIGURA 12: DIAGRAMA DE VENN DA ORIGEM DOS DEMAIS OUTROS ORGANISMOS EM FUNÇÃO DO NÚMERO DE ARTIGOS.



FONTE: O autor (2018).

Os organismos não vegetais e sua função nos estudos é indicada na TABELA 3. As funções foram demonstradas apresentadas em positivas, negativas e neutras para os organismos nos sistemas. Suas origens são nativas, nativas e endêmicas, e não nativas.

TABELA 3: FUNÇÃO E ORIGEM DOS ORGANISMOS NÃO VEGETAIS NOS ARTIGOS

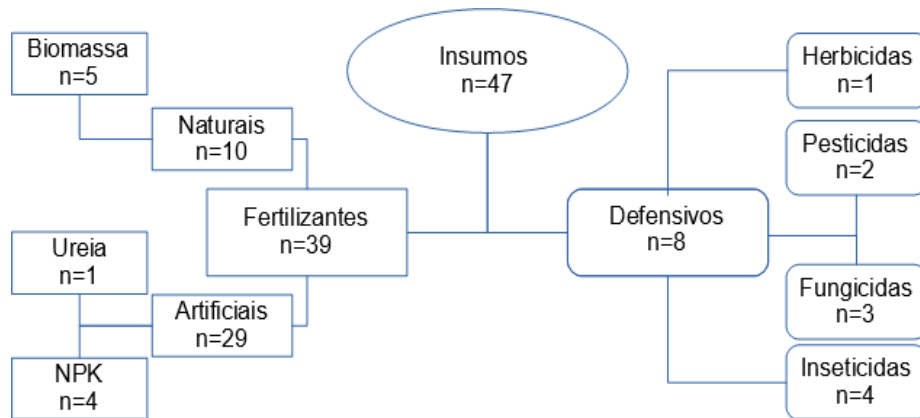
Organismos estudados (função)	Indivíduos	Origem
Insetos (positivos: biodiversidade, controle de pragas e polinização; negativos: invasores)	53	Nativos, não nativos e endêmicos.
Fungos (positivas: formador de micorriza, fornecedor de fosfato e fixador de CO ₂ ; negativas: gera doenças)	22	Nativos e não nativos
Roedores (positivos: indicadores de diversidade e de resistência à mudanças climáticas bruscas)	16	Nativos e endêmicos
Herbívoros (neutro: composição de fauna e negativos: composição de sistema produtivo)	5	Nativos e não nativos
Ave (positivos: composição de fauna)	1	Nativa
Peixe (composição de metacomunidade)	1	Não nativo
Onívoro (indicativo de diversidade)	1	Nativo

FONTE: O autor (2018).

A utilização de insumos agrícolas foi apontada em 29% dos artigos (n=47). Destes, os fertilizantes representaram 83% dos mesmos (n=39) de compostos em

sua maioria industriais ou artificiais (n=29); e os defensivos representam 17% dos estudos (n=8) com maior incidência de inseticidas (n=4) (FIGURA 13).

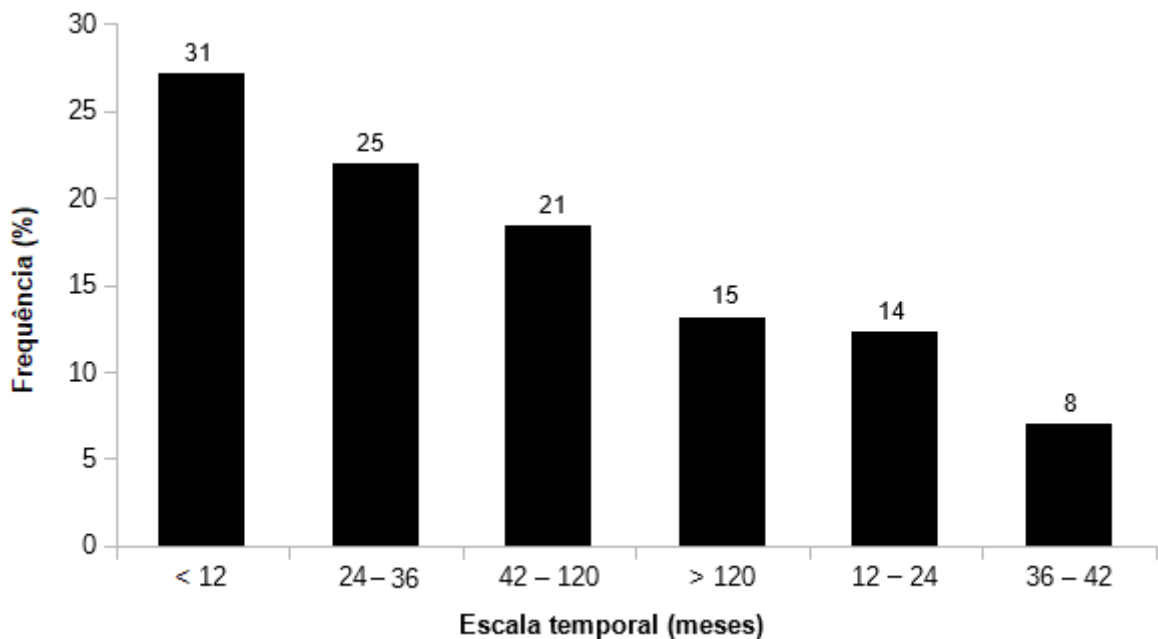
FIGURA 13: FLUXOGRAMA DE INSUMOS AGRÍCOLAS IDENTIFICADOS EM FUNÇÃO DO NÚMERO DE ARTIGOS.



FONTE: O autor (2018).

A duração dos estudos foi informada em 71% dos artigos (n=114). Destes, a maior parcela teve duração de até 12 meses (n=31) (FIGURA 14).

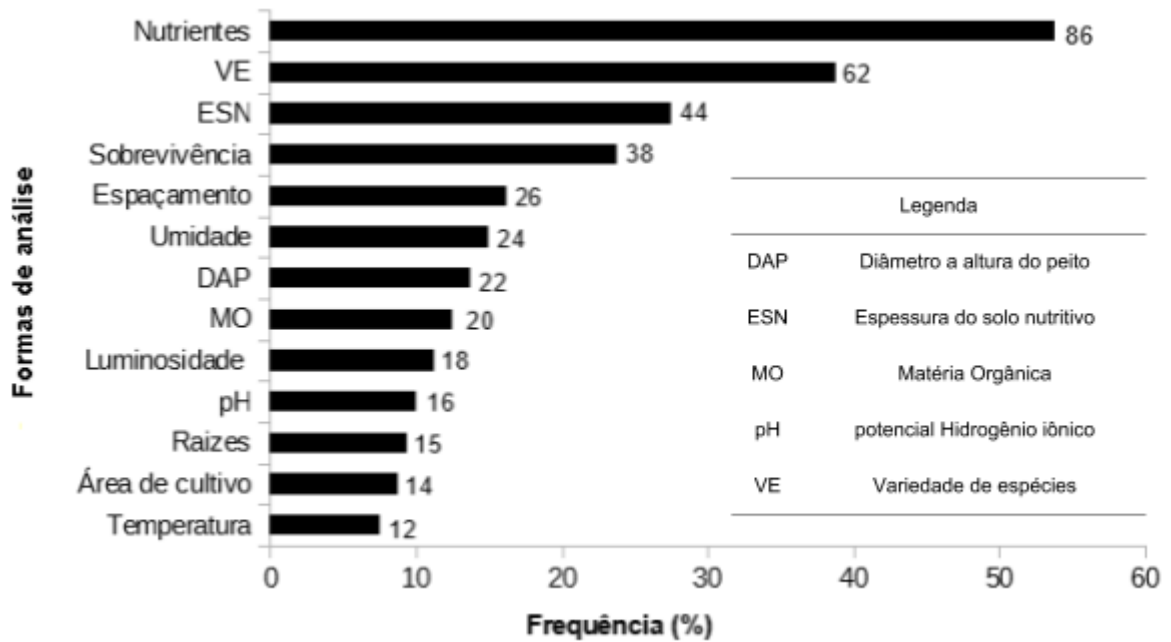
FIGURA 14: FREQUÊNCIA DE DURAÇÃO DOS ESTUDOS.



FONTE: O autor (2018).

As formas de análise foram apresentadas em 88% dos artigos (n=140). Destes, as mais frequentes são relacionadas aos nutrientes (n=86), variedade de espécies (n=62), espessura do solo nutritivo – ESN (n=44) e taxa de sobrevivência (n=38) (FIGURA 15).

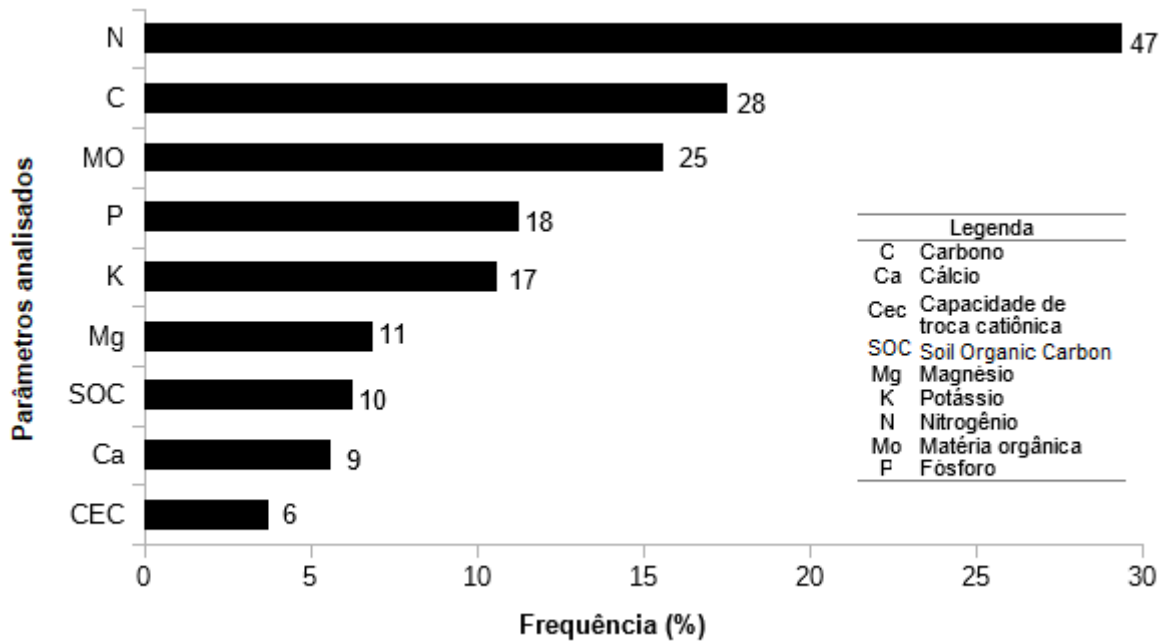
FIGURA 15: FREQUÊNCIA RELATIVA DE FORMAS DE ANÁLISE REALIZADAS PELOS ARTIGOS.



FONTE: O autor (2018).

Dentre as substâncias analisadas pelos artigos destacam-se o nitrogênio – N (n=47), carbono – C (n=28), matéria orgânica – MO (n=25), fósforo – P (n=18) e potássio – K (n=17) (FIGURA 16).

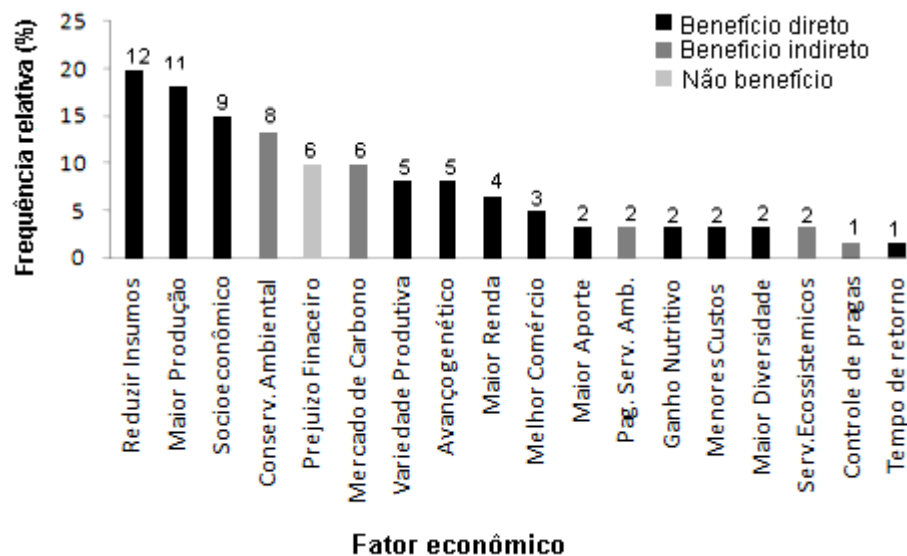
FIGURA 16: FREQUÊNCIA RELATIVA DE PARÂMETROS ANALISADOS NOS ARTIGOS.



FONTE: O autor (2018).

A questão econômica foi identificada em 38% dos artigos (n=61). Destes, o maior número de estudos esteve relacionado com redução de insumos (n=12) a maior produtividade e avanços socioeconômicos (FIGURA 17).

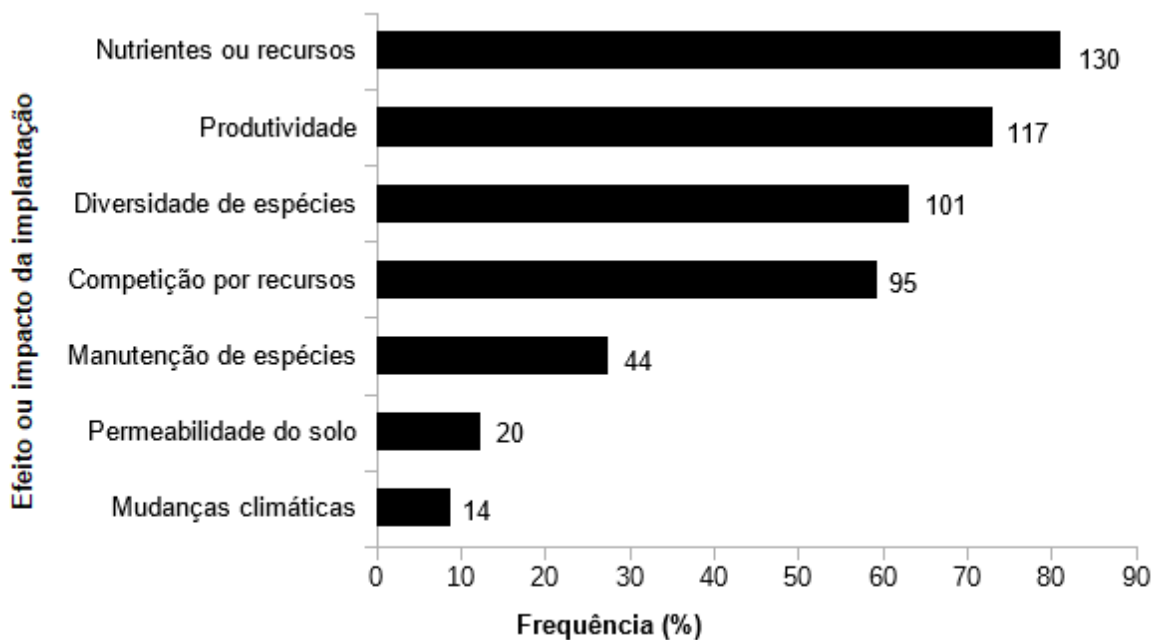
FIGURA 17: FREQUÊNCIA RELATIVA DOS FATORES ECONÔMICOS APRESENTADOS PELOS ESTUDOS.



FONTE: O autor (2018).

Ao avaliar os resultados para todos os artigos o maior efeito ou impacto de implantação ocorreu sobre os nutrientes ou recursos (n=130), produtividade (n=117), diversidade (n=101) e competição por recursos (n=95) (FIGURA 18).

FIGURA 18: FREQUÊNCIA RELATIVA DO EFEITO OU IMPACTO DA IMPLANTAÇÃO DOS SISTEMAS PRODUTIVOS.



FONTE: O autor (2018).

Em síntese foi possível aferir efeitos positivos ou negativos da implantação agroflorestal ou agroecológica em 96% dos artigos (n=154). Destes, efeitos positivos foram identificados em 84% (n=135) e negativos em 12% (n=19). Com relação ao resultado sobre a condição ambiental ocorreu conservação em 76% dos artigos (n=124), degradação em 13% (n=20) e nenhum efeito considerável em 10% (n=16). Os resultados demonstraram como limitantes principais os fatores bióticos em 60% dos artigos (n=96), bióticos e abióticos em 24% (n=38) e somente abióticos em 16% (n=26).

4 DISCUSSÃO

Estudos sobre agrofloresta e agroecologia têm crescido nas últimas décadas, todavia muito menos os sobre seus efeitos ou impactos, que permitem de maneira mais clara descrever seus benefícios ou maior desgaste ambiental. Sejam

estes na qualidade do solo e biodiversidade (NAIR, 1985 e 2014; MCNEELY e SCHROTH, 2009), maior produtividade (DE SCHUTTER, 2010) e variedade (ALTIERI, 1987; ALTIERI *et al.*, 2015) ou mesmo homogeneização biótica (MCKENNEY e LOCKWOOD, 1999; TAKAHASHI, 2016) e invasões biológicas (PAUCHARD *et al.*, 2011; JOSE, 2011), que são muito relevantes. De forma geral nossa revisão demonstra o crescimento global de pesquisas sobre o tema, em ampla faixa de temperaturas médias e pluviometria, porém ainda focadas principalmente em produtividade e posteriormente na diversidade produtiva através dos policultivos. As pesquisas têm priorizado organismos vegetais nativos, menor dependência de insumos industriais, com foco em nos nutrientes do solo, principalmente o nitrogênio e com ganho econômico em insumos, fertilidade e avanços socioeconômicos.

O crescimento das publicações no período analisado foi provavelmente impulsionado pelos encontros científicos internacionais e o lançamento de trabalhos chave como livros, periódicos e pesquisas de associações científicas. Por exemplo, as pesquisas da Avaliação Ecosistêmica do Milênio (MEA, 2005) que investigou e previu sérios distúrbios climáticos e ambientais até 2050 pela ação humana; e o relatório Custos da Poluição na China⁶ em 2007, sobre perdas produtivas, de bem-estar e econômicas, geradas, sobretudo pelo excesso de agroquímicos naquele país (WB & CHINA, 2007). A expansão da última década, entretanto pode ser fruto das novas tecnologias não solucionarem o problema da fome e miséria no globo, e incentivo e afirmação das Nações Unidas (DE SCHUTTER, 2010; FAO, 2018) de que agroecologia e agroflorestas seriam um meio eficaz para solucioná-las, a contento e com maiores ganhos ambientais.

Era esperado dos periódicos homônimos ao tema maior número de publicações, porém apenas o agroflorestal correspondeu à hipótese, ao discutir seus efeitos positivos e impactos negativos, enquanto o periódico agroecológico esteve na média geral. A necessidade de discutir as descobertas e produzir conhecimentos e avanços sobre o tema levou a criação dos periódicos de agroflorestas, segundo Lundgren (1982), e agroecologia, segundo Gliessman (2018), assim como o caráter multidisciplinar dessas ciências. O maior peso relativo dentre os periódicos foi do relacionado à segurança alimentar, abordagem muito discutida na última década

⁶ The Cost of Pollution in China, The World Bank, 2007.

(TILMAN *et al.*, 2002; DE SCHUTTER, 2010; MARTIN *et al.*, 2016), embora com pouco número de artigos. O segundo justifica-se por corresponder ao maior número de artigos por periódico do estudo, e o terceiro também pelo lançamento após o início da pesquisa e seu foco nas interações químicas entre os organismos dos sistemas, a alelopatia, pertinente em policultivos (RIZVI *et al.* 1992, BHATT *et al.*, 2009 e DAMOUR *et al.* 2015).

Cerca de um quarto dos países do globo desenvolveu pesquisas sobre tema, e diferente de outros trabalhos com revisão (e.g., KATO, 2015; TAKAHASHI, 2016; e FREHSE *et al.*, Inédito), a relação entre o número de artigos por país e o percentual do Produto Interno Bruto – PIB investido em Pesquisa e Desenvolvimento – P&D, não foi direto. As publicações estiveram provavelmente mais relacionadas a produção agrícola e áreas florestais dos países além de ter em comum elevada população rural, grandes áreas agrícolas e ou florestais (ver APÊNDICE III) ou ainda o inglês como língua muito falada ou acadêmica. Destaca-se aqui a importância das políticas públicas iniciais para manutenção dos recursos florestais, da população no campo, e da preservação de biodiversidade nativa frente à expansão agrícola ou madeireira assumida pelos principais países (SCHNEIDER *et al.* 2002; ÍNDIA, 2014; BIOVERSITY INTERNATIONAL, 2017). Medidas efetivas para este fim têm avançado através de regulamentação, fomento e difusão do conhecimento (e.g., Lei francesa para o futuro da agricultura (FRANÇA, 2014), grandes projetos de incentivo técnico (KARKI *et al.*, 2016) e aporte em agroflorestas (ÍNDIA, 2014), serviços ecossistêmicos (CONSTANZA *et al.*, 2017) e contribuições da natureza para as pessoas (DÍAZ *et al.*, 2018), e devem buscar melhor relação perante o bem-estar social, a economia, e o ambiente. Porém, o número de publicações por país poderia ser maior com inclusão do termo *silviculture* usado como sinônimo para *agroforestry* nos Estados Unidos e outros países (ver BROWN *et al.*, 2018). Pois, embora tenham sido usados termos internacionais para agroflorestas e agroecologia (*agroforestry* e *agroecology*), agrossilvicultura (*agrosilviculture*) também foi uma denominação muito identificada nas traduções, e nos textos os termos *agropastoral* e *campesinos*, utilizados para descrever variações dos sistemas (ALTIERI *et al.*, 2015; KARKI *et al.*, 2016; BROWN *et al.*, 2018). Outra possibilidade seria expandir a busca para traduções dos termos em outros idiomas, como o espanhol e o mandarim, mais falados que o inglês, e o idioma árabe quarto mais falado após o esse (STATISTA, 2018).

As precipitações e temperaturas são fator limitante para o desenvolvimento de culturas vegetais (EPA, 2017), entretanto os dados climáticos médios foram apresentados para pouco mais da metade dos estudos. Dentre esses, a informação confirma sua ocorrência principalmente nas regiões tropicais, subtropicais e temperadas segundo classificação de Köppen (FAO, 1997; ver APÊNDICE IV), para as quais existem obras sobre o tema (*Agroforestry Systems in the Tropics*, NAIR, 1989 e *Agroforestry Practices in Temperate Regions of the World*, BHARDWAJ *et al.*, 2017). Porém poucos estudos foram realizados em regiões mais áridas, com menores médias pluviométricas e de elevadas temperaturas, embora sejam condições limítrofes de uma boa produção agrícola (MATSUDA, 2013).

O objetivo dos artigos se concentrou nos benefícios dos sistemas mais descritos por Altieri (2008), Steppeler e Nair (1987), entretanto menos de um décimo dos estudos trataram das mudanças climáticas e emissões atmosféricas, temas de constante relevância ambiental e econômica (EPA, 2017; CONSTANZA *et al.*, 2017). O manejo integrado teve participação intermediária, apesar de ser um fator importante dos serviços ecossistêmicos, embora ainda não aborde especificamente a introdução de espécies não nativas, também importante nessa discussão (WWF, 2017; PRETTY *et al.*, 2018; JOSE, 2011).

A análise dos ambientes de realização dos estudos demonstrou a manutenção dos métodos consagrados de campo e laboratório, uso intermediário de modelagem matemática e crescimento das tecnologias em geoprocessamento nas pesquisas. Entretanto os questionários, também métodos consagrados e efetivos para obtenção de dados (MATSUDA, 2009), importantes na conscientização e didática (ver BORNATOWSKI *et al.*, 2015) foram pouco explorados em relação aos demais.

As áreas totais de realização dos estudos se concentraram abaixo do valor médio total, porém representam pouco menos que três quartos dos resultados, o que pode demonstrar a realização da maior parte das pesquisas em áreas específicas para o estudo (e.g., centros de pesquisa, escolas fazenda ou ainda áreas reduzidas de pequenas ou grandes propriedades rurais) (TORNQUIST *et al.*, 1999; URRUTIA-ESCOBAR e ARMBRECHT, 2013) Essa informação concorda com o arranjo modular majoritário para as estruturas de pesquisas, porém cabe ressaltar a possibilidade de estudar grandes extensões, até mesmo intergovernamentais (e.g.,

MWANGI *et al.*, 2016; LUO *et al.*, 1998) através de modelagem, desde que com uma boa quantidade de dados.

A composição dos estudos apresentou mais resultados para os cultivos arbóreos (silvicultura), seguido do com árvores e culturas (agroflorestas ou silviculturas), e podem mostrar que, embora não atinja a essência do sistema, os modelos silvícolas são os mais estudados. Esse resultado pode estar aliado a importância econômica dos produtos florestais, de maior valor agregado, frente aos cultivos, que para tornarem-se lucrativos geralmente exigem grandes produções. Contudo a exclusividade arbórea exige maior investimento inicial e tem maior tempo de retorno, por isso nem sempre é possível para produtores menores um elevado aporte inicial. O cultivo em agroflorestas como segundo maior pesquisado é um excelente resultado, pois demonstra avanços neste que é mais proveitoso social, economicamente e ambientalmente (MAY, 2010). O estudo apenas de cultivos anuais mostrou resultado intermediário, e pode ser explicado baixo número de publicações sobre efeitos e impactos da agroecologia. O mesmo com pesquisas envolvendo árvores, culturas e pastagens (integração lavoura, pecuária e floresta ou agrossilvipastoril), uma tecnologia inovadora, embora não tão recente (EMBRAPA, 2018), mas de grandes vantagens econômicas e ambientais (RYSCHAWY *et al.*, 2012) e com melhor incentivo, sociais. Entretanto, o menor número de pesquisas se deu para as integrações entre culturas anuais e pastagens e menos ainda para os cultivos apenas de pastagens, o que pode demonstrar uma área ainda pouco explorada pela agroecologia (ALTIERI, 2008) e desafio para agroflorestas.

Dos principais organismos vegetais estudados, mais da metade são angiospermas, logo dependentes da polinização para se reproduzir. Dentre eles o principal é a commodity em grão mais produzida no mundo (STATISTA, 2018) e a segunda uma *plantation* arbórea de grande importância comercial (FREHSE *et al.* 2016). Um terço das famílias mais citadas é de leguminosas, o que pode demonstrar a importância dada a essa, que tem efeitos positivos sobre a qualidade do solo. As frutíferas comerciais (*e.g.*, laranja, café e cacau) representaram um quinto dos estudos mais recorrentes, um bom percentual e avanço nas arbóreas não lenhosas. O gênero *Theobroma* inclusive, também é uma commodity mundial devido ao elevado consumo de um dos seus subprodutos: o chocolate (FOLGER, 2018). Esses estudos exemplificam a relevância econômica dos gêneros e famílias mais frequentes, impulsionados por seu destaque econômico atual. Dentre os demais

gêneros e famílias ressalta-se ainda a terceira colocada, também leguminosa e muito exemplificada nos cultivos integrados da pesquisa e nativa a muitas regiões de estudo. Porém, a composição de gêneros de pastagens, ocupam a quinta e décima quarta posição dos estudos de nossa listagem, embora a agropecuária seja um dos principais fatores de desmatamento (MAY, 2010; PALUDO e COSTABEBER, 2012, PRETTY *et al.* 2018). De forma que o avanço em sistemas integrados de ILPF, que oferecer pastagem, maior bem-estar animal, devido ao mutualismo da sombra das árvores e disposição de nutrientes através das fezes animais (EMBRAPA, 2018; RYSCHAWY *et al.*, 2012; FAO, 2013) é um resultado positivo.

Ao avaliar o número total de organismos nativos e exóticos percebem-se como os sistemas têm integrado ambos e cabe atentar o grande número de estudos apenas com exóticas. Este dado é importante para refletir o riscos aliados às espécies invasoras (PAUCHARD *et al.* 2011, FREHSE *et al.*, 2016) em todos os ambientes e a relevância de estudos sobre o tema nessas configurações, e outras onde o ser humano modifica o ambiente. Além, da necessidade de mudanças no atual modelo de consumo, que tem levado a perda de diversidade (TILMAN *et al.* 2002). Porém é importante destacar que a maior parte dos estudos envolve mais de uma espécie por cultivo e deles a maioria é de espécies nativas, demonstrativo desse potencial dos agroecossistemas (ALTIERI, 2008, 2015; PRETTY *et al.* 2018).

Os organismos não vegetais foram citados em número muito menor de estudos, entretanto são fortes indicadores de biodiversidade e podem oferecer relações de mutualismos importantes (*e.g.*, através da polinização), controle biológico de pragas, dentre outros benefícios (ALTIERI, 2008). As regiões mais estudadas também abrigam grande diversidade de espécies, muitas vezes endêmicas (CONSERVATION INTERNATIONAL, 2018) além de serem fontes de grande riqueza natural e cultural, mensurada economicamente nos três ramos dos serviços de suporte (*i.e.*, provisão de recursos, serviços regulares e serviços culturais) (CONSTANZA *et al.*, 1997, 2015 e 2017). O baixo número de espécies apresentada pelos estudos, mostra ainda serem pouco tratados os efeitos ou impactos dos agroecossistemas sobre a biodiversidade (MCNEELY e SCHROTH, 2006; ISBELL, 2015; ALTIERI *et al.*, 2015). Altieri *et al.* (2015) ainda ressalta que com a redução da biodiversidade a teia trófica tende a reduzir e nichos são deixados vagos, com possibilidades catastróficas da disseminação de pragas ou doenças, mesmo com elevada interferência humana. Tilman *et al.* (2002) alerta sobre a

capacidade de organismos (e.g., insetos e bactérias), adquirir resistência ao uso de inseticidas, e que essa resistência pode ser reduzida pela rotação e diversidade de culturas. A reduzida publicação sobre efeitos e impactos das interações de organismos vegetais e não vegetais poderá ser amenizada com a recente criação da Plataforma Intergovernamental de Políticas Científicas sobre Biodiversidade e Serviços Ecosistêmicos – IPBES⁷, fruto da necessidade de analisar e conduzir periodicamente, e especialmente, em estados menos desenvolvidos, políticas, acordos e treinamentos sobre diversidade (MASOOD, 2018). A IPBES publicou em 2016 um Relatório de Avaliação sobre Polinizadores, Polinização e Produção de Alimentos⁸, centrado na contribuição de pesticidas para perda de polinização pelas abelhas e o crescente volume de culturas dependentes dos polinizadores aumentar em todo o mundo (KATO, 2015; IPBES, 2016; MASOOD, 2018).

O uso de insumos agrícolas naturais e artificiais foi indicado em cerca de um terço dos artigos desse estudo e pode demonstrar a importância dos mesmos na agricultura atual, mesmo em sistemas agroecológicos. É importante reconhecer os benefícios gerados por tecnologias como transgênicos e agroquímicos, por terem sido decisivos para manutenção dos elevados índices produtivos atuais (MARTIN *et al.*, 2016). Entretanto, a eficiência no uso dos mesmos seja pelo início de pesquisa na agricultura de precisão ou pelo rápido aumento da resistência dos organismos afetados ao uso de inseticidas e fungicidas, tem levado ao emprego de quantidades maiores nas últimas décadas (TILMAN *et al.*, 2002; ALTIERI *et al.*, 2015). Mesmo a agricultura agroecológica pode empregar insumos agrícolas, preferencialmente biomassa, por tratar-se de ciclos abertos que sofrem grandes perdas a cada colheita, mas que podem ser mitigadas ao se aumentar as entradas por serrapilheira, plantio direto e policultivos (ALTIERI, 2008 e 2015). Porém essa dependência tende a diminuir com a rotação de culturas, os benefícios do aumento da diversidade, e através do manejo integrado de pragas, que segundo WWF (2018), põem a entrada de insumos externos apenas como último recurso nos sistemas produtivos.

O resultado da maior parte dos estudos ocorrer em escalas de até dois anos e pode se dar em função de tratar-se de pesquisas de pós-graduação (e.g., mestrado e doutorado) conforme sugerido por Frehse *et al.* (2016) que limita o

⁷ Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services – IPBES

⁸ The Assessment Report on Pollinators, Pollination and Food Production (IPBES, 2016)

tempo de estudos a duração dos programas. Embora, os primeiros anos sejam decisivos no desenvolvimento de culturas anuais e arbóreas, as árvores costumam ter ciclo de vida mais longos, e assim seu crescimento não é amostrado pelos dois primeiros anos, exceto para cálculos de crédito de carbono (ALTIERI *et al.*, 2015). Isso pode mostra a importância de estudos de maior duração para avaliar mais precisamente efeitos e impactos da implantação dos sistemas, muitas vezes nessa revisão por meio de simulação matemática, muito útil para longos períodos de tempo, mas que necessita de uma boa base de dados de entrada.

Os tipos de estudos realizados foram analíticos, investigativos, descritivos e comparativos, ou seja, buscaram avaliar o funcionamento dos sistemas através de medições físicas ou químicas e contagens. As primeiras foram as que mais ocorrem e estiveram relacionadas à organização do ambiente e desenvolvimento vegetal, e a segunda às relações químicas quantificava, e por fim à contagem de indivíduos. Dentre os parâmetros analisados, os principais foram os relacionados à nutrição dos organismos vegetais, com maior número de estudos envolvendo o nitrogênio, fundamental para seu crescimento (GIRACCA e NUNES, 2016). Na revisão o estudo desse elemento esteve principalmente relacionado a sua fixação no solo através das leguminosas (BEWKET e STROOSNIJDER, 2003; ALTIERI, 2008). Martin *et al.* (2016) ainda destaca o emprego de quantias maiores, do mesmo, a cada cultivo e seus baixos índices de absorção, que podem provocar poluição das águas, se carregado pela água da chuva, ou mesmo atmosférica, quando transportado pelo vento (BIOVERSITY INTERNATIONAL, 2017).

O segundo componente mais estudado tem relação com as emissões de carbono e o importante estudo de sua fixação no solo (ALTIERI *et al.* 2015; COSTA *et al.*, 2018). E a capacidade de troca catiônica, CEC, foi menos estudada, embora seja importante para regular a adubação do solo (JUNIOR, 2011). Estas análises demonstram como os estudos estiveram fortemente atrelados ao solo, no desenvolvimento vegetal assim como em ganhos econômicos.

Os fatores econômicos majoritariamente demonstraram ganhos econômicos através dos sistemas agroecológicos e agroflorestais, principalmente relacionados ao controle de insumos, avanços socioeconômicos, e ao aumento da produtividade em geral. O que concorda com os estudos de De Schutter (2010), Portobello e Costabeber (2012), Altieri (2015) e Pretty *et al.* (2018), para intensificação agrícola sustentável, e são fundamentais para o seu estabelecimento. Os autores associam

agroecologia a uma nova revolução verde, que contribui para as metas Aichi até 2020, os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável – ODS até 2030 e da FAO (2018) como alternativa produtiva capaz de reduzir a desnutrição e demanda de alimento. Porém, diferente do esperado o pagamento por serviços ambientais, serviços ecossistêmicos e mercado de carbono, além da conservação não foram os fatores econômicos mais apontados. Embora sejam usados para mensurar benefícios econômicos dos sistemas e continuam a ser muito importantes na estimativa de ganhos financeiros gerados pela produção agroecológica. E os dois fatores menos apontados pelos estudos, tempo de retorno e controle de pragas, embora pouco explorados, podem ser decisivos para a escolha dos sistemas de cultivo.

5 CONCLUSÃO E SUGESTÕES

Assim percebemos como os estudos agroecológicos têm evoluído nas últimas décadas, mas ainda como outras ciências podem ser mais produtivos e pragmáticos a partir de estudos de revisão. Aspiramos por estudos que envolvam distúrbios climáticos e provocados pelo excesso de agroquímicos em função das recentes metas relacionadas à segurança alimentar e dos estudos das relações alelopáticas.

Confirmamos a pesquisa no tema estar mais aliada a produção agrícola dos países que o percentil do PIB investido em P&D, porém a importância das políticas públicas para garantir maior disseminação dos sistemas, em vista de sua função para manutenção de bem estar social. Destacamos ainda que os locais mais áridos são pouco estudados, assim como os estudos com culturas anuais e pastagens, ou rotação de pastagens, embora sejam importantes pela demanda atual da nutrição animal, mas que têm evoluído os sistemas integrados lavoura-pecuária e floresta (ILPF).

É notável a frequente presença de organismos vegetais nativos, porém ainda são pouco exploradas as relações com a biodiversidade não vegetal, por exemplo, aves, mas que tendem ser mais estudados com a criação do IPBES. Ficou clara a relevância das tecnologias de geoprocessamento e modelagem matemática como recursos de investigação em longo prazo, principalmente os relacionados ao carbono orgânico no solo, para mudanças climáticas, e da capacidade de troca catiônica, para melhor aplicação de insumos fertilizantes. Sobre o estudo dos fatores econômicos ainda pode ser mais bem explorado o manejo integrado de pragas e tempo de retorno, decisivos na escolha dos tomadores de decisão.

REFERÊNCIAS

AGROECOLOGY. In: American Heritage® **Dictionary of the English Language**, Fifth Edition. 2011. Houghton Mifflin Harcourt Publishing Company 4 Dec. 2018 Disponível em: <<https://www.thefreedictionary.com/forestry>>. Acesso em: 30 nov. 2018

AGROFORESTRY. In: American Heritage® **Dictionary of the English Language**, Fifth Edition. 2011. Houghton Mifflin Harcourt Publishing Company 4 Dec. 2018 Disponível em: <<https://www.thefreedictionary.com/forestry>>. Acesso em: 30 nov. 2018

FORESTRY. In: American Heritage® **Dictionary of the English Language**, Fifth Edition. 2011. Houghton Mifflin Harcourt Publishing Company 2 Dec. 2018 Disponível em: <<https://www.thefreedictionary.com/forestry>>. Acesso em: 30 nov. 2018

EFFECT. In: American Heritage® **Dictionary of the English Language**, Fifth Edition. 2011. Houghton Mifflin Harcourt Publishing Company 19 Dec. 2018 Disponível em: <<https://www.thefreedictionary.com/impact>>. Acesso em: 19 dez. 2018.

IMPACT. In: American Heritage® **Dictionary of the English Language**, Fifth Edition. 2011. Houghton Mifflin Harcourt Publishing Company 19 Dec. 2018 Disponível em: <<https://www.thefreedictionary.com/impact>>. Acesso em: 19 dez. 2018.

ALTERI, M. A., The ecological role of biodiversity in agroecosystems. **Agriculture, Ecosystems and Environment** v. 74, p.19–31. 1999. Disponível em: <<http://www.agroeco.org/doc/ecolrolebiodiv.pdf>>. Acesso em: 02 mar 2016.

ALTERI, M. et al., Agroecology and the design of climate change-resilient farming systems. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 35, n. 3, p. 869–890. 2015. <https://doi.org/10.1007/s13593-015-0285-2>

ALTIERI, M. A., **Agroecology**: the scientific basis of alternative agriculture, p. 246, 1987. Disponível em: <<https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19896768581?freeview=true>>. Acesso, 15 nov. 2018

ALTIERI, M. **Agroecologia**: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável, 5. ed., Porto Alegre : Editora da UFRGS, p.120, 2008. Ebook. Disponível em:

<<https://socla.co/wp-content/uploads/2014/Agroecologia-Altieri-Portugues.pdf>>. Acesso em: 01 nov. 2018.

BEWKET, W. e STROOSNIJDER, L., Effects of agroecological land use succession on soil properties in Chemoga watershed, Blue Nile basin, Ethiopia. **Geoderma**, v. 111, n. 1–2, p. 85-98, jan. 2003. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/S0016-7061\(02\)00255-0](https://doi.org/10.1016/S0016-7061(02)00255-0)>. Acesso em 20

BHARDWAJ, D.R., Navale M.R., Sharma S. **Agroforestry Practices in Temperate Regions of the World**. In: Dagar J., Tewari V. (eds) *Agroforestry*. Springer, Singapore, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-981-10-7650-3_6>. Acesso em: 17 nov. 2018.

BHATT, B. P. et al., Allelopathic effects of agroforestry trees on field crops in Eastern Himalaya, Índia. **Allelopathy Journal**, v. 25, n. 2, p. 373-388, 2009.

BIOVERSITY INTERNATIONAL. **Mainstreaming Agrobiodiversity in Sustainable Food Systems**: Scientific Foundations for an Agrobiodiversity Index. Bioversity International, Rome, Italy, p. 180, 2017.

BORNATOWSKI, H.; Braga, R. R.; Kalinowski, C.; Vitule, J. R. S. “Buying a Pig in a Poke”: The Problem of Elasmobranch Meat Consumption in Southern Brazil, **Ethnobiology Letters**, v. 6, n.1, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.14237/ebl.6.1.2015.451>>. Acesso em: 20 nov. 2018.

BRAGA, R.R. et al. Feeding ecology of fishes: an overview of worldwide publication. **Reviews in Fish Biology Fisheries**. v. 22, n. 4, p. 915–929, dez. 2012. DOI 10.1007/s11160-012-9273-7.

BROWN, S. E. et al. Evidence for the impacts of agroforestry on agricultural productivity, ecosystem services, and human well-being in high-income countries: a systematic map protocol. **Environmental Evidence**, v. 7, n. 8, 29 out. 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1186/s13750-018-0136-0>>. Acesso em: 07 nov. 2018

CARDINAEL, R. et al. Impact of alley cropping agroforestry on stocks, forms and spatial distribution of soil organic carbon – A case study in a Mediterranean context. **Geoderma**, v. 259-260, p. 288-299, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.geoderma.2015.06.015>>. Acesso em : 07 out. 2018.

CONSERVATION INTERNATIONAL. **Why hotspots matter**. 2018. Disponível em: <<https://www.conservation.org/how/pages/hotspots.aspx>>. Acesso em: 10 nov. 2018.

CONSTANZA, R. et al., **An introduction to Ecological Economics**, 2. ed., Flórida: CRC Press, p. 337, 2015.

CONSTANZA, R. et al., The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature**, v. 387, p. 253-260, 15 maio 1997.

CONSTANZA, R. et al., Twenty years of agroecosystem services: How far have we come and how far we still need to go? **Ecosystem Services**, v. 28, p. 1-16, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.09.008>.

COSTA, F.S. et al. Estoque de carbono orgânico no solo e emissões de dióxido de carbono influenciadas por sistemas de manejo no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 32, p. 323-332, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v32n1/30.pdf>>. Acesso em: 05 dez. 2018.

COUTO, L. et al. **Sistemas Agroflorestais com Eucalipto no Brasil: Uma visão geral**. Sociedade de Investigações florestais, 17 jun. 1998. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/236348992_Sistemas_Agroflorestais_com_Eucalipto_no_Brasil_uma_visao_geral>. Acesso em: 07 dez. 2018.

DAMOUR, G. et al. **Advanced in agronomy**, v. 134, p. 81-133. 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/bs.agron.2015.06.004>> Acesso em: 16 nov. 2018.

DE SCHUTTER, O. **Report submitted by the Special Rapporteur on the right to food**, General Assembly United Nations, p. 1-16, 17 dez. 2010. Disponível em: <<https://www2.ohchr.org/english/issues/food/docs/A-HRC-16-49.pdf>>. Acesso em: 12 nov. 2018.

DÍAZ, S. et al. Assessing nature's contributions to people. **Science**, v. 359 n. 6373, p. 270-272, 19 jan. 2018. DOI: 10.1126/science.aap8826

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Integração Lavoura-Pecuária-Floresta – ILPF**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/tema-integracao-lavoura-pecuaria-floresta-ilpf/nota-tecnica>>. Acesso em: 05 dez. 2018.

EPA, Environmental Protection Agency of the United Nations. **Climate impacts agriculture and food supply**. Climate impacts. Disponível em:

<https://19january2017snapshot.epa.gov/climate-impacts/climate-impacts-agriculture-and-food-supply_.html#ref3>. Acesso em: 02 dez. 2018.

FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Advancing Agroforestry o the Policy Agenda**. Rome, 2013. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a-i3182e.pdf>>. Acesso em: 29 nov. 2016.

FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. **FAO'S Work on agroecology: A pathway to achieving the SDGs**. p. 28, 2018.

FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. **The global climate maps**. Agrometeorology Group, 1997. Disponível em: <http://www.fao.org/nr/climpag/climate/index_en.asp>. Acesso em: 15 nov. 2018.

FOLGER, J., **Commodities: Cocoa**. Investopedia. Disponível em: <<https://www.investopedia.com/university/commodities/commodities1.asp>>. Acesso em: 17 nov. 2018.

FRANÇA, **Law on the Future of Agriculture: major advances for farmers and citizens**. Conteúdo publicado no governo Valls de 26 ago. 2014 à 11 fev. 2016. 11 set. 2014. Disponível em: <<https://www.gouvernement.fr/en/law-on-the-future-of-agriculture-major-advances-for-farmers-and-citizens>>. Acesso em: 04 dez. 2018.

FREHSE, F. A. et al. **Artificial habitats in aquatic environments: a global systematic review**. No prelo.

FREHSE, F. A. et al. Non-native species and invasion biology in a megadiverse country: scientometric analysis and ecological interactions in Brazil. **Biological Invasions**, v. 18, p. 3713–3725, dez. 2016. DOI 10.1007/s10530-016-1260-9

GARCIA, J. R. e VIEIRA FILHO, J. E. R. **Reflexões sobre o papel da política agrícola brasileira para o desenvolvimento sustentável**. Texto para discussão 1936. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Brasília, Rio de Janeiro, Ipea, fev,2014. Disponível em: <<https://www.econstor.eu/bitstream/10419/121725/1/797033130.pdf>>. Acesso em: 05 dez. 2018.

GILLET, F.. Plant Competition. **Encyclopedia of Ecology**, p. 2783-2793, 2008. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/B978-008045405-4.00218-4>>. Acesso em: 17 dez. 2018.

GIRACCA E.M.N. e NUNES J.L.S **Nutrientes**: Um vegetal não se desenvolve normalmente se não obtiver os nutrientes que são necessários para o seu crescimento. Agrolink, 12 ago. 2016. Disponível em: <https://www.agrolink.com.br/fertilizantes/nutrientes_361443.html>. Acesso em: 05 dez. 2018.

GLIESSMAN, S.. Defining Agroecology, **Agroecology and Sustainable Food Systems**, v. 42, n.6, p.599-600, 2018. DOI: 10.1080/21683565.2018.1432329>. Acesso em: 01 dez. 2018.

ÍNDIA, **National Agroforestry Policy**. Department of Agriculture and cooperation. Ministry of agriculture. Nova Delhi. 2014. Disponível em: <http://www.nrcaf.res.in/NAF_Policy.pdf>. Acesso em: 29 nov. 2016.

Intergovernmental science-policy platform on biodiversity and ecosystem services, IPBES, **The Assessment Report on Pollinators, Pollination and Food Production**. 2016. EBook. Disponível em: <<https://www.ipbes.net/assessment-reports/pollinators>>. Acesso em: 17 nov. 2018.

ISELL, F. Causes and Consequences of Biodiversity Declines. **Nature Education Knowledge**, v. 3 n. 10, p. 54, 2010. Disponível em: <<https://www.nature.com/scitable/knowledge/library/causes-and-consequences-of-biodiversity-declines-16132475>>. Acesso em 30 nov. 2018.

JOSE, S.. Managing native and non-native plants in agroforestry systems. **Agroforestry systems**. 12 out. 2011. Disponível em: <<http://link.springer.com/article/10.1007/s10457-011-9440-1>>. Acesso em: 29 nov. 2016.

JUNIOR, C. C. **Matéria orgânica, capacidade de troca catiônica e acidez potencial no solo com dezoito cultivares de cana-de-açúcar**, Tese de Doutorado, UNESP, maio, 2011. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/105242/cojunior_c_dr_jabo.pdf?sequence=1>. Acesso em: 05 dez. 2018.

KARKI, U. et al. Agroforestry research and extension education at 1890 universities and its impact in the Southeast. **Agroforestry Systems**, v. 90, p. 715-722, abr. 2016. DOI 10.1007/s10457-016-9934-y

KATO, A. L. F. C. **Patterns and gaps on plant-pollination interactions**: A global systematic review. Trabalho de Graduação (Bacharelado em Engenharia Ambiental) - Setor de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

LOWRY, E. et al. Biological invasions: a field synopsis, systematic review, and database of the literature. **Ecology and evolution**, v. 3, n. 1, p. 182-196, 2013. Doi:10.1002/ece3.431.

LUNDGREN, Bjorn. The launching of the Agroforestry Systems Journal. **Agroforestry Systems**, v.1., 1982. Disponível em: <<https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F00044324.pdf>>. Acesso em: 01 dez. 2018.

MARTIN, J.-L. et al. The need to respect nature and its limits challenges society and conservation science. **PNAS**, v. 113, n. 22, p. 6105-6112, 31 mai. 2016. <https://doi.org/10.1073/pnas.1525003113>

MASOOD, E. Battle-over biodiversity. **Nature**, vol. 560, p. 423-425, 23 ago. 2018.

MATSUDA, M. Upland Farming Systems Coping with Uncertain Rainfall in the Central Dry Zone of Myanmar: How Stable is Indigenous Multiple Cropping Under Semi-Arid Conditions? **Human Ecology**, v. 41, n. 6, p. 927-936, dez. 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s10745-013-9604-x>>. Acesso em: 19 nov. 2018.

MAY, P. (org.) **Economia do Meio Ambiente**: teoria e prática, 2. ed., Elsevier, Rio de Janeiro, p. 379, 2010.

MCKINNEY, M. L., e LOCKWOOD, J. L. Biotic homogenization: a few winners replacing many losers in the next mass extinction, **Trends in Ecology and Evolution**, v. 14, p. 450-453, 1999. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(99\)01679-1](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(99)01679-1)>. Acesso em: 20 nov. 2018.

MCNEELY J. A. e SCHROTH G.. Agroforestry and Biodiversity Conservation – Traditional Practices, Present Dynamics, and Lessons for the Future. **Biodiversity & Conservation**, v. 15, n. 2, p. 549–554, fev. 2006. Disponível em: <<http://link.springer.com/article/10.1007/s10531-005-2087-3>>. Acesso em: 29 nov. 2018.

MEA, Millennium Ecosystem Assessment. **Overview of the Millenium Ecosystem Assessment**, 2005. Disponível em: <<https://www.millenniumassessment.org/en/About.html#>>. Acesso em: 15 nov. 2018.

MIRANDA, J. C. C. **Utilização de micorrizas na agricultura**. Planaltina, Embrapa, p. 16, 1986. Disponível em:

<<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/101061/1/doc-20.pdf>>. Acesso em: 05 dez. 2018.

MOHER D., et al. Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA - P) 2015 statement. **Systematic Reviews**, v.4, n.1. Doi:10.1186/2046-4053-4-1. Disponível em: <<https://systematicreviewsjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/2046-4053-4-1>> Acesso: 29 out. 2018.

MWANGI, H. M., Julich, S., Patil, S. D., McDonald, M. A., & Ferger, K. Modelling the impact of agroforestry on hydrology of Mara River Basin in East Africa. **Hydrological Processes**, v. 30, n. 18, p. 3139-3155, 30 de out. 2016. DOI: 10.1002/hyp.10852

NAIR, P. K. R. Classification of Agroforestry Systems. **Agroforestry Systems**, v. 3, p. 97-128, 1985. Disponível em: <<https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F00122638.pdf>>. Acesso em: 03 nov. 2018.

NAIR, P.K.R. **Agroforestry Systems in the Tropics**. Springer Netherlands, 1989. Disponível em: <<https://www.springer.com/us/book/9789024737901>>. Acesso em: 19 nov. 2018.

NAIR, P.K.R. **An introduction to Agroforestry**. Kluwer Academic Publishers e ICRAF, Holanda, 1993, p.489. E-book. Disponível em: <http://www.worldagroforestry.org/Units/Library/Books/PDFs/32_An_introduction_to_agroforestry.pdf?n=161>. Acesso em 30 out. 2018.

PALUDO R. e COSTABEBER, J. A. Sistemas agroflorestais como estratégia de desenvolvimento rural em diferentes biomas brasileiros. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 7, n. 2, p-63-76, 2012.

PAUCHARD, A. et al. Invasiones de plantas introducidas en Chile y su impacto en la biodiversidad: Historia, estado actual y desafíos para su gestión. Cap. 6, p. 147-182, 2011. In: E. Figueroa B. (Ed.) **Conservación de la Biodiversidad en las Américas: Lecciones y ...** Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/279997679_Pauchard_et_al2011-Figueroa-spanish>. Acesso em: 10 nov. 2018.

PRETTY, J. et al. Global assessment of agricultural system redesign for sustainable intensification. **Nature Sustainability**, v.1, p. 441-446, 2018. <https://doi.org/10.1038/s41893-018-0114-0>

RIZVI S.J.H., Haque H., Singh V.K., Rizvi V. **A discipline called allelopathy**. In: Rizvi S.J.H., Rizvi V. (eds). *Allelopathy*. Springer, Dordrecht. 1992. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-94-011-2376-1_1>. Acesso em: 10 dez. 2018.

RYSCHAWY, J. et al. Mixed crop-livestock systems: an economic and environmental-friendly way of farming? **Animal**, v. 6 n. 10, p. 1722-1730, 2012. Doi:10.1017/S1751731112000675

SCHNEIDER, R. R. et al. **Amazônia Sustentável: limites e oportunidades para o desenvolvimento rural**. Tradução: Tatiana Corrêa. Série parcerias, Brasília: Banco Mundial e Belém: Imazon, p. 57, 2000

STATISTA, The most spoken languages worldwide (native speakers in millions). **Statistics**, 2018. Disponível em: <<https://www.statista.com/statistics/266808/the-most-spoken-languages-worldwide/>>. Acesso em: 04 dez. 2018.

STATISTA, Worldwide production of grain in 2017/18, by type (in million metric tons). **Statistics**, 2018. Disponível em: <<https://www.statista.com/statistics/263977/world-grain-production-by-type/>>. Acesso em: 28 dez. 2018.

STEPPLER, H. A. e NAIR, P. K. R. **Agroforestry a decade of development**. ICRAF, Quênia, p. 345, 1987.

TAKAHASHI, V. Y. **Homogeneização biótica associada às modificações ambientais antropogênicas: cientometria e hierarquização de hipóteses**. Trabalho de Graduação (Bacharelado em Engenharia Ambiental) - Setor de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, 2016.

TILMAN, D. et al. Agricultural sustainability and intensive production practices. **Nature**, v. 418, p. 671-677, 8 ago. 2002.

TORNQUIST, G. C.; Hons, F. M.; Feagley, S. E.; Haggard, J. Agroforestry systems effects on soil characteristics of the Sarapiquí region of Costa Rica. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 73, p. 19-28, 1999. DOI: 10.1016/S0167-8809(99)00004-3

URRUTIA-ESCOBAR, M. X. e ARMBRECHT, I. Effect of two agroecological management strategies on ant (Hymenoptera: Formicidae) diversity on coffee plantations in Southwestern Colombia. **Environmental Entomology**, v. 43, n. 2, p. 194-213. Abr. 2013. <https://doi.org/10.1603/EN11084>

WB, The World Bank. The World Bank Open Data, 2015. Disponível em: <<https://data.worldbank.org>>. Acesso em: 10 nov. 2018.

WB & CHINA, The World Bank & State of the Environmental of Protection Administration, P.R. China. **The Cost of Pollution in China**: Economic estimates of physical damages. The World Bank, 2011. Ebook. Disponível em: <https://siteresources.worldbank.org/INTEAPREGTOPEENVIRONMENT/Resources/China_Cost_of_Pollution.pdf>. Acesso em: 19 dez. 2018.

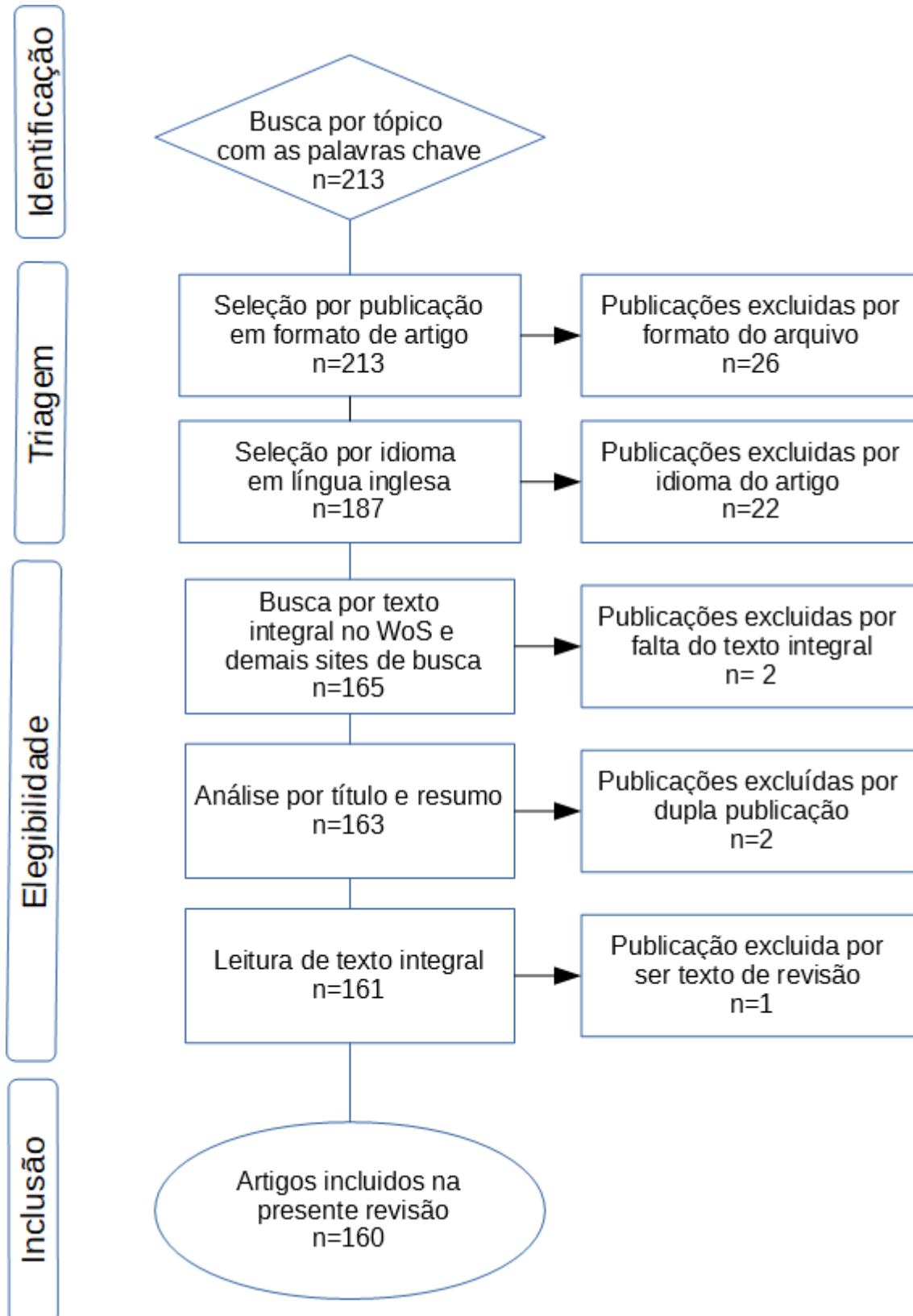
WEZEL A. & SOLDAT V. A quantitative and qualitative historical analysis of the scientific discipline of agroecology, **International Journal of Agricultural Sustainability**, v.7 n.1, p. 3-18, 2009. DOI: 10.3763/ijas.2009.0400

WEZEL, A. *et al.* Agroecology as a science, a movement and a practice. A review, **Agronomy for Sustainable Development**, v. 29, n. 4, p. 503-515, dez. 2009. <https://doi.org/10.1051/agro/2009004>

WAC, World Agroforestry Centre. What is Agroforestry?, About us. 2018. Disponível em: <<http://www.worldagroforestry.org/about/agroforestry>>. Acesso em 02 dez. 2018.

WWF, Manejo Integrado de Pragas: Controlando pragas e cuidando do meio ambiente, 2017. Disponível em: <https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/reducao_de_impactos2/agricultura/acoes_resultados/controlando_pragas_de_maneira_ambientalmente_correta/>. Acesso em: 30 dez. 2018.

**APÊNDICE I - FLUXOGRAMA DO PROCESSO DESTA REVISÃO SISTEMATIZADA,
CONFORME PROTOCOLO PRISMA-P.**



APÊNDICE II - CONTINENTES E PAÍSES ESTUDADOS SEU NÚMERO DE ARTIGOS

Relação de continentes e países e seu respectivo número de estudos							
América do Norte	14		Europa	17		Ásia	59
MÉXICO	1		ALEMANHA	2		BANGLADESH	2
ESTADOS UNIDOS (EUA)	9		BÉLGICA	1		CHINA	11
CANADÁ	4		DINAMARCA	1		COREIA	1
			ESPAÑA	3		COREIA DO SUL	1
América Central	3		FRANÇA	6		FILIPINAS	3
NICARÁGUA	1		HOLANDA	1		INDIA	21
PANAMÁ	1		ITÁLIA	1		INDONÉSIA	7
GUATEMALA	1		REINO UNIDO	1		IRÃ	2
			SÉRVIA	1		JAPÃO	1
América do Sul	22					NEPAL	4
ARGENTINA	1		África	50		PAQUISTÃO	3
BRASIL	9		BURQUINA FASO	4		RÚSSIA	1
CHILE	1		CAMARÕES	3		SRI LANKA	1
COLÔMBIA	1		CONGO	1		TAILÂNDIA	1
COSTA RICA	7		COSTA DO MARFIM	2			
EQUADOR	1		ETIÓPIA	5		Oceania	4
PERU	1		GANÁ	4		AUSTRÁLIA	3
URUGUAI	1		MALAWI	1		NOVA ZELÂNDIA	1
			MALI	1			
			NIGÉRIA	8			
			QUÊNIA	8			
			SERRA LEOA	1			
			SUDÃO	4			
			TANZÂNIA	2			
			TOGO	2			
			UGANDA	3			
			ZÂMBIA	1			

APÊNDICE III - RANKING DOS PRINCIPAIS PAÍSES E DADOS GEOGRÁFICOS.

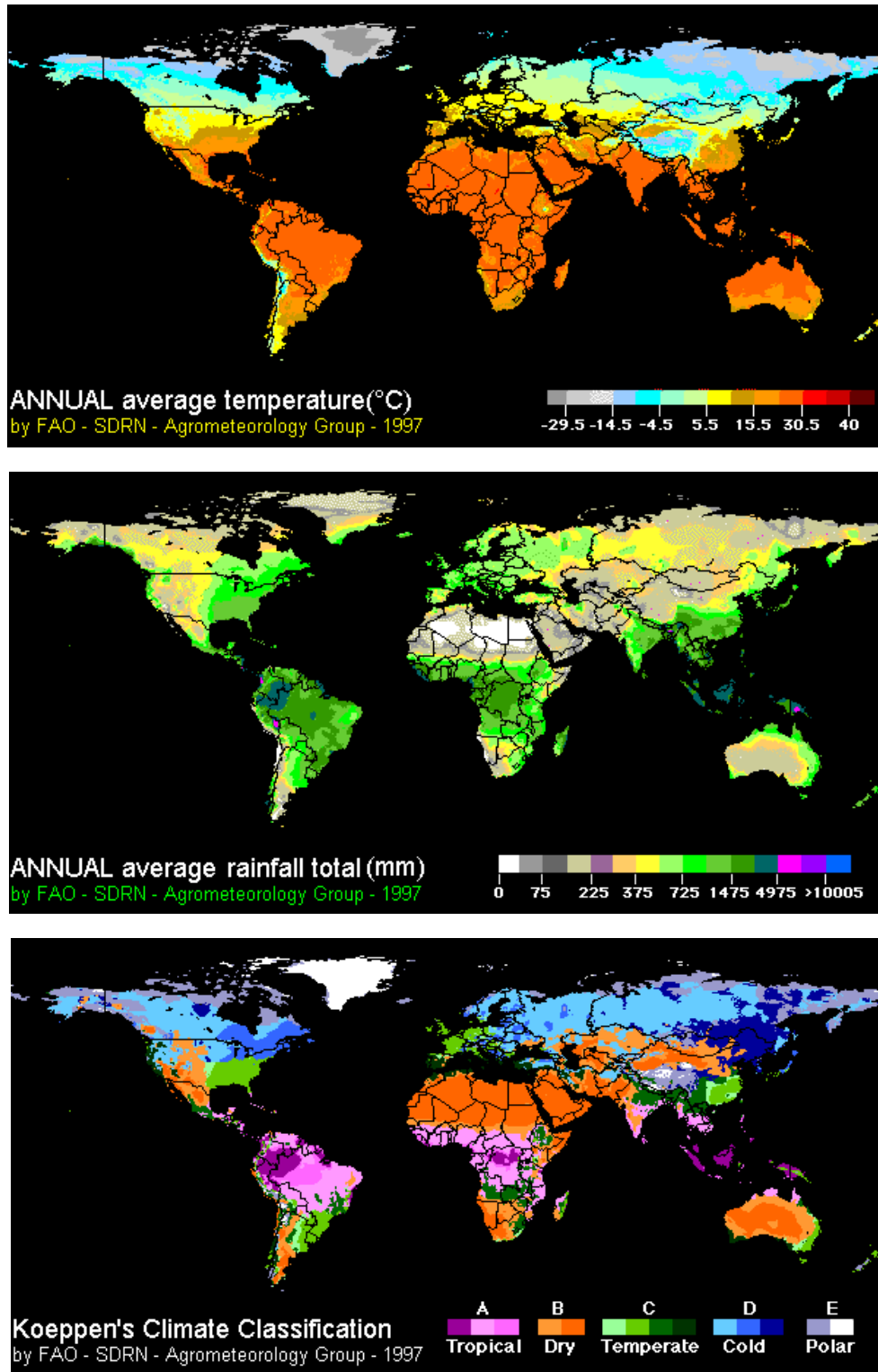
Respectivos países com maior número de publicações e seus dados de população (Pop.) total em número de habitantes, população rural em porcentagem, área total do país em quilômetros quadrados, área agrícola e florestal em porcentagem, Produto Interno Bruto - PIB em dólares e aporte em Pesquisa e Desenvolvimento - P & D em porcentagem do PIB.

País	Pop. total (hab.)	Pop. Rural (%)	Área total (km ²)	Área Agrícola (%)	Área Florestal (%)	PIB (US\$)	P & D ¹ (% PIB)
Índia	<u>1,309 bi</u>	<u>67,223</u>	2.973.190	<u>60,447</u>	23,773	2,102 tri	<u>0,627</u>
China	<u>1,371 bi</u>	<u>44,5</u>	9.388.211	<u>56,223</u>	22,19	11,065 tri	2,066
Brasil	205.962.108	14,23	8.358.140	<u>33,81</u>	<u>59,049</u>	1,802 tri	1,168
EUA	321.039.839	18,329	9.147.410	<u>44,369</u>	<u>33,9</u>	18,121 tri	2,794
Canadá	35.832.513	18,741	9.093.510	6,89	<u>38,167</u>	1,56 tri	1,615
Nigéria	181.181.744	<u>52,162</u>	910.770	<u>77,736</u>	7,678	<u>481,066 bi</u>	<u>0,219</u>
Quênia	47.236.259	<u>74,342</u>	569.140	48,547	7,754	<u>64,007 bi</u>	<u>0,786</u>
França	66.593.366	20,345	547.557	<u>52,464</u>	<u>31,027</u>	2,438 tri	2,231
Austrália	23.850.784	14,299	7.682.300	<u>47,631</u>	16,239	1,349 tri	2,202

Fonte: WB (2015) adaptado.

¹ Dados do período de 2007 à 2015. Grifo nosso.

APÊNDICE IV - MAPAS GRADUADOS DAS MÉDIAS GLOBAIS DE TEMPERATURA EM GRAUS CELSIUS (°C) E PLUVIOSIDADE EM MILÍMETROS (MM), E DA CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DE KOEPPEN NO ANO DE 1997.



Fonte: FAO, 1997.