

A Agroecologia e os serviços ecossistêmicos no contexto latino-americano: uma revisão sistemática

Agroecology and ecosystem services in the Latin American context: a systematic review

Agroecología y servicios ecosistémicos en el contexto latinoamericano: una revisión sistemática

Rebeka Aparecida Almeida dos Santos¹, Leandro Redin Vestena²

¹Discente a nível de Doutorado no Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual do Centro Oeste - UNICENTRO. Mestre em Geografia pela Universidade Estadual do Centro Oeste - UNICENTRO, Guarapuava, PR, Brasil. Orcid: 0000-0001-5227-3949. rebx1997@gmail.com.

²Docente no departamento de Geografia/Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual do Centro Oeste - UNICENTRO. Doutor em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC. Guarapuava, PR, Brasil.

Orcid: 0000-0002-6210-3094. lvestena@unicentro.br.

Recebido em: 29 mai 2024 - Aceito em: 06 ago 2024

Resumo

Este estudo apresenta os resultados de uma revisão sistemática de produção bibliográfica sobre Agroecologia, com foco na manutenção de serviços ecossistêmicos na América Latina. Foram analisados 26 artigos indexados na base de dados Scopus, sendo que os resultados revelaram um crescente interesse, principalmente no Brasil, pelos temas que englobam os desafios frente as mudanças climáticas, conservação da biodiversidade e manejo sustentável da terra, e em relação a manutenção dos serviços ecossistêmicos, especialmente no contexto da Agroecologia e dos agroecossistemas sustentáveis. Conclui-se que a distribuição geográfica das pesquisas e a multiplicidade de temas reflete a biodiversidade que é encontrada no território latino-americano, reforçando a importância de se compreender como os diferentes sistemas agrícolas e ecossistemas interagem, e quais são as sinergias que promovem a manutenção dos serviços ecossistêmicos. Além disso, estas discussões podem contribuir para a consecução das metas dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável estabelecidos pela ONU na Agenda 2030.

Palavras-chave: Agroecossistemas Sustentáveis, Agricultura Familiar, Biodiversidade.

Abstract

This study presents the results of a systematic review of the literature on Agroecology, with a focus on maintaining ecosystem services in Latin America. Twenty-six articles indexed in the Scopus database were analyzed, and the results revealed a growing interest, especially in Brazil, in topics that encompass the challenges of climate change, biodiversity conservation and sustainable land management, and the maintenance of ecosystem services, especially in the context of Agroecology and sustainable agroecosystems. It is concluded that the geographical distribution of research and the multiplicity of topics reflect the biodiversity that is found in Latin American territory, reinforcing the importance of understanding how different agricultural systems and ecosystems interact, and what synergies promote the maintenance of ecosystem services. Also, these discussions can contribute to achieving the goals of the Sustainable Development Goals established by the United Nations in Agenda 2030.

Keywords: Sustainable Agroecosystems, Smallholder Farming, Biodiversity.

Resumen

Este estudio presenta los resultados de una revisión sistemática de la bibliografía sobre Agroecología, centrada en el mantenimiento de los servicios ecosistémicos en América Latina. Se analizaron 26 artículos indexados en la base de datos Scopus, y los resultados revelaron un creciente interés, especialmente en Brasil, en temas que abarcan los desafíos del cambio climático, la conservación de la biodiversidad y la gestión sostenible de la tierra, y el mantenimiento de los servicios ecosistémicos, especialmente en el contexto de la Agroecología y los agroecossistemas sostenibles. Se concluye que la distribución geográfica de las investigaciones y la multiplicidad de temas reflejan la biodiversidad que se encuentra en el territorio latinoamericano, reforzando la importancia de entender cómo interactúan los diferentes sistemas agrícolas y ecossistemas, y qué sinergias promueven el mantenimiento de los servicios ecosistémicos. Y que estas

discusiones pueden contribuir a alcanzar las metas de los Objetivos de Desarrollo Sostenible establecidos por la ONU en la Agenda 2030.

Palabras clave: Agroecosistemas sustentables, Agricultura familiar, Biodiversidad.

INTRODUÇÃO

Os ecossistemas da América Latina são amplamente afetados pela substituição da vegetação nativa por extensas áreas voltadas para o desenvolvimento da agricultura comercial e da pecuária intensiva (Leff, 2002). Esta conversão de uso da terra afeta os ecossistemas e acarreta a perda de biodiversidade, promovendo a perda, a modificação e a fragmentação de habitats, bem como a superexploração de espécies nativas e exóticas, além de também causar a degradação do solo, promovendo a exploração dos recursos hídricos e o uso intensivo de agrotóxicos, os quais são uma das principais fontes de contaminação da água, do solo e do ar (Costanza *et al.*, 1997; Foley *et al.*, 2005; De Groot *et al.*, 2010; Santos *et al.*, 2021).

As práticas de agricultura convencional são baseadas no máximo rendimento da produção e na obtenção de lucro, desconsiderando, principalmente, as consequências de longo prazo para o ecossistema (Francis, *et al.*, 2003; Tilman, *et al.*, 2011). A demanda por alimentos cresce rapidamente com o aumento exponencial da população, enquanto a agricultura no século XXI, também passa a enfrentar os efeitos das mudanças climáticas, o que tem implicações para a produção e para a segurança alimentar global (Tomich, *et al.*, 2011; Tilman *et al.*, 2011).

A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável estabelece os ODS (Objetivos de Desenvolvimento Sustentável) considerando a sustentabilidade na agricultura como uma das prioridades. A sustentabilidade na agricultura é uma importante prática para minimizar os efeitos danosos ao meio ambiente, já que tem como princípios, de acordo com Gliessmann (2002): a não contaminação da atmosfera, das águas superficiais ou subterrâneas e do solo por substâncias tóxicas ou nocivas; a preservação e recomposição da fertilidade, prevenindo a erosão e realizando a manutenção da saúde do solo; a manutenção do suprimento de água respeitando as necessidades humanas e do ambiente de maneira a permitir a recarga dos aquíferos; a conservação da diversidade biológica; e a

garantia de acesso igualitário as práticas e tecnologias que possibilitem o manejo dos recursos agrícolas.

Neste contexto, torna-se importante estabelecer que a produção sustentável de alimentos, que é pautada na eficiência de produção e no uso dos recursos de maneira consciente, com utilização de tecnologias apropriadas e inovadoras, além de proporcionar uma maior participação nas atividades agrícolas por pequenos produtores, visando à redução da pobreza e da dependência por insumos nocivos aos ecossistemas e à saúde humana, prioriza a segurança alimentar, além de também favorecer a sinergia entre as funções e serviços prestados pelo ecossistema (Eakin, *et al.*, 2016).

Os ecossistemas desempenham suas funções mesmo que não se tenha demanda de uso ou valorização social ou econômica, sendo que estas funções se tornam serviços ecossistêmicos somente quando beneficiam os seres humanos (Prado, 2014). Sendo assim, os serviços ecossistêmicos definidos como os bens e serviços derivados de funções ecossistêmicas são capazes de serem utilizados em benefício, direto ou indireto, das populações humanas (Costanza *et al.*, 1997; De Groot *et al.*, 2002; Daly e Farley, 2004).

Os serviços ecossistêmicos são classificados em serviços de provisão, de regulação, de suporte e serviços culturais (MEA, 2005; Muñoz e De Freitas, 2017). Um sistema agrícola mais heterogêneo e biodiverso pode proporcionar serviços de regulação, como controle de pragas, doenças e ervas daninhas, contribuir para a fertilidade do solo, promover a ciclagem de nutrientes, controlar a erosão e, ainda assim, proporcionar o serviço de provisão de alimentos (Power, 2010).

A Agroecologia é definida como uma ciência interdisciplinar e em construção que trata do estudo de agroecossistemas sustentáveis. Ela integra conhecimentos de diversas outras ciências como a Ecologia, a Economia, a Sociologia e a Agronomia (Altieri, 1989; Feiden, 2005). As principais ideias da ciência e da prática agroecológica surgiram na América Latina (Tomich *et al.*, 2011).

A dimensão política na Agroecologia é importante para diferenciá-la de outras práticas de produção agrícola e demonstrar sua eficiência (Dagunga *et al.*, 2023). Movimentos sociais como a *La Via Campesina* têm se desenvolvido mundialmente e trazem discussões

que contribuem na transição para sistemas alimentares sustentáveis (Giraldo e Rosset, 2018), e propõem a Agroecologia como uma solução para as crises modernas, como as mudanças climáticas e a desnutrição, contrapondo com o modelo de agricultura dominante baseado no uso intensivo da terra e de agrotóxicos (Wezel *et al.*, 2020).

Considerando os aspectos multidisciplinares da Agroecologia e a sua importância frente aos desafios globais atuais, elaboraram-se diversos estudos que buscam compreender e avaliar os agroecossistemas sustentáveis, pois estes proporcionam resiliência, adaptabilidade, produtividade e autossuficiência para os ecossistemas e assim favorecem o fornecimento de serviços ecossistêmicos, garantindo, principalmente, o bem estar humano (Melgarejo *et al.*, 2020).

A presente pesquisa busca trazer luz aos trabalhos desenvolvidos no contexto dos diferentes ecossistemas na América Latina, conduzindo uma revisão sistemática de artigos publicados no viés da Agroecologia que abordam os serviços ecossistêmicos de agroecossistemas sustentáveis. Acredita-se que a compreensão dos serviços ecossistêmicos na agricultura, especialmente no contexto da Agroecologia e dos agroecossistemas sustentáveis, torna-se necessária como uma das soluções, frente aos desafios atuais que envolvem os efeitos das mudanças climáticas, a perda de biodiversidade e a conversão de áreas compostas por vegetação de espécies nativas em áreas cultiváveis e pastagens, além do uso intensivo de agrotóxicos e de maquinários.

METODOLOGIA

Neste estudo realizamos uma revisão sistemática restrita a artigos científicos indexados na Scopus, base de dados de literatura acadêmica mundial. O foco da revisão foram publicações que têm como escopo a Agroecologia e que abordam os serviços ecossistêmicos em agroecossistemas sustentáveis, no recorte espacial de ecossistemas latino-americanos, nos últimos trinta anos.

Na busca dos artigos na base de dados utilizou-se palavras-chave, na língua inglesa, “agroecology” AND “ecosystem services”. Entretanto, no resultado da busca considerou-se, além dos artigos em inglês, também artigos escritos em espanhol e português. A

pesquisa não se restringiu a um intervalo de tempo específico, visando maximizar o número de artigos resultantes da busca a partir das palavras-chave definidas.

Na base de dados Scopus, ao pesquisar as palavras-chave, foram encontrados 234 documentos publicados. Dentre esses, 26 documentos publicados entre os anos de 2009 e 2024 atenderam aos critérios definidos nesta pesquisa para a revisão sistemática. Em seguida, realizou-se a leitura de todos os documentos encontrados após a busca, limitando a revisão aos artigos que tratavam e relacionavam, de maneira objetiva, a temática dos serviços ecossistêmicos em agroecossistemas sustentáveis.

Após a seleção de artigos, os metadados bibliométricos das publicações foram extraídos em formato de arquivo *CSV* e importados para o software VOSviewer. Neste, realizou-se uma análise de palavras-chave, autores e países das publicações, criando mapas de rede ou *clusters* que representam visualmente as relações e agrupamentos entre esses elementos na literatura revisada.

Atualmente, a base de dados Scopus inclui informações sobre os principais Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) abordados em cada artigo científico, o que auxilia na classificação do impacto da pesquisa. Estas informações são mapeadas pela plataforma a partir da consulta de palavras-chave dos artigos indexados. Os ODS com maior frequência nos artigos, encontrados de acordo com os critérios anteriormente definidos, foram incluídos na revisão e sistematizados.

Realizou-se a análise quali-quantitativa dos dados a partir da frequência, país, ano de publicação, tipo de serviço ecossistêmico, abordagem metodológica, resultados principais e conclusões.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação ao quantitativo de publicações por ano, identificou-se: 1 artigo publicado nos anos de 2009, 2012, 2014, 2016, 2017, 2018 e 2020; em 2019, houve a publicação de 4 artigos; em 2022, foram 6 artigos; e em 2023, 4 artigos foram publicados dentro da

temática definida por esta pesquisa. Nos três primeiros meses de 2024, já foram publicados 3 artigos.

Estes resultados apontam uma tendência crescente no número de estudos sobre Agroecologia e serviços ecossistêmicos ($r^2 = 0,499$), especialmente a partir do ano de 2019, marcado por um coeficiente angular de 0,2086 (Figura 1). A análise das publicações revela três fases distintas: a) até 2008, período em que os estudos relacionados a Agroecologia e serviços ecossistêmicos eram insipientes; b) de 2009 a 2018, caracterizado pelo despertar e emergência dos primeiros estudos; e c) após 2019, período que destaca a potencialidade da Agroecologia, suas funções e a qualidade ambiental.

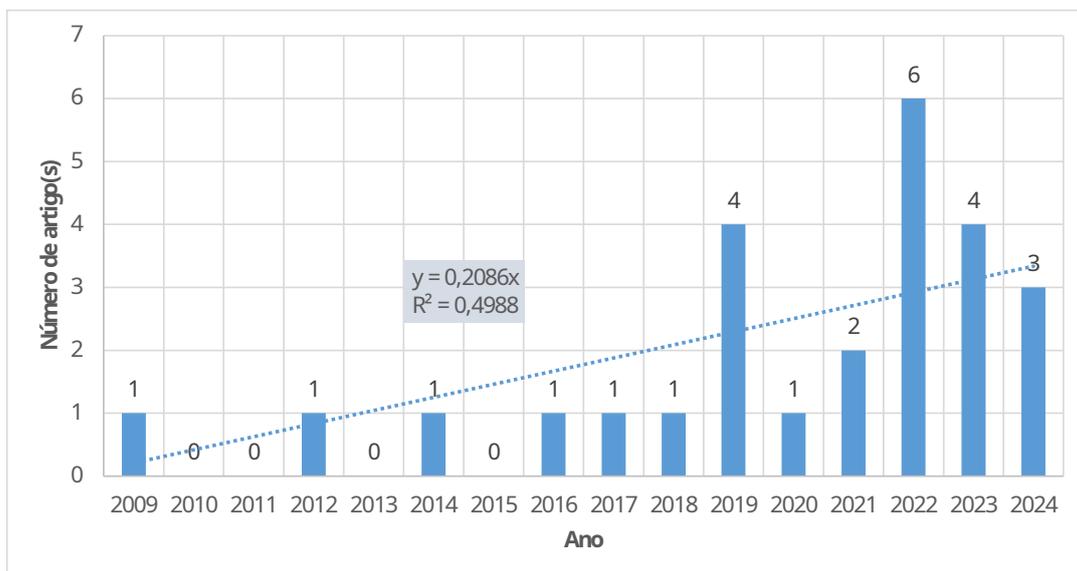


Figura 1. Número de artigos científicos sobre Agroecologia e serviços ecossistêmicos publicados ao longo dos anos de 2009 e 2024, indexados na base de dados Scopus.

Org.: Autores, 2024.

Fonte dos dados: Elsevier Scopus.

A crescente atenção da comunidade científica para esta temática é impulsionada pela busca por sistemas agrícolas mais sustentáveis e que contribuam para a manutenção dos serviços ecossistêmicos que estão ameaçados pelas mudanças climáticas; pela perda de biodiversidade; e pelo exponencial crescimento populacional que leva a uma demanda cada vez maior por alimentos, acarretando uma crescente conversão de áreas compostas por vegetação de espécies nativas em áreas cultiváveis e pastagens, além uso intensivo de agrotóxicos e maquinários (Dias *et al* 2016; Santos *et al.*, 2021). A Agroecologia, com seus princípios pautados na eficiência de produção, no uso dos recursos de maneira

consciente e na redução da dependência por insumos nocivos aos ecossistemas e à saúde humana, apresenta-se, desta forma, como uma alternativa promissora para enfrentar esses desafios (Eakin *et al.*, 2016). Além disso, a implementação de políticas públicas que incentivam a agricultura sustentável e a Agroecologia, com a pressão da sociedade civil por um modelo agrícola mais justo e equitativo, também contribuem para o crescente interesse pela Agroecologia (Flora *et al.*, 2012).

A análise de *clusters* permitiu identificar as palavras-chave com maior ocorrência e co-ocorrência, sendo que estas palavras-chave estão diretamente relacionadas as discussões encontradas nos artigos publicados (Figura 2). Há 2 *clusters* principais, “agroecology” (24 ocorrências) e “ecosystem services” (13 ocorrências). Outros *clusters* de palavras que estabelecem forte conectividade entre si, e que estão citadas com maior frequência nos artigos indexados, são: “Brazil” (8); “biodiversity” (4); “agroforestry” (4); “agricultural management” (4); “coffee” (4) e “coffee agroforestry” (2); “climate change” (3); “crop production” (3); “soil quality” (3); “agricultural ecosystem” (2); “evergreen tree” (2); “Amazonas [Brazil]” (2); “ecological economics” (2); “ecological intensification” (2); “Minas Gerais” (2); “farming system” (2); “biome” (2); “forestry” (2); “agroecologies” (2); “carbon sequestration” (2); “crop” (2), “agriculture” (2), “sustainable agriculture” (2).

Destaca-se a ocorrência da palavra-chave “Brazil” pois é o país onde concentra-se o maior número de artigos publicados e indexados na Scopus, totalizando 11 artigos, seguido pela Colômbia, com 4 artigos. Argentina, El Salvador, México e Peru têm 2 artigos cada. Chile, Nicarágua e Paraguai têm 1 artigo publicado cada. Outros países latino-americanos, como Bolívia, Costa Rica, Cuba, Equador, Guatemala, Haiti, Honduras, Panamá, República Dominicana, Uruguai e Venezuela, não tiveram artigos encontrados ou que se enquadrassem nos parâmetros definidos (Figura 3).

As pesquisas no contexto da Agroecologia destacam-se no Brasil, de acordo com Carvalho *et al.* (2022), principalmente pelo incentivo no desenvolvimento das Ciências Agrárias em muitos dos seus numerosos centros de pesquisa e universidades. Isso ocorre por conta da extensão da produção agrícola brasileira, que é realizada principalmente de forma intensiva, o que motiva a busca por meios alternativos de produção de alimentos de forma sustentável, para minimizar os danos ambientais associados a este modelo produtivo.

As pesquisas agroecológicas também são fortalecidas no Brasil por conta da agricultura familiar, que sustenta grande parte da produção de alimentos, e que se subsidia, na maioria dos casos, nos princípios de produção agroecológica e por meio de agroecossistemas sustentáveis, pois estes seguem a premissa de que são economicamente adequados, socialmente justos e não destrutivos ambientalmente (Sharghi *et al.*, 2010; Wall *et al.*, 2012; Pereira *et al.*, 2018; Carvalho *et al.*, 2022).

Além disso, o Brasil, por conta das suas características edafoclimáticas, concentra em seu território uma vasta biodiversidade, sendo um cenário propício para o desenvolvimento de pesquisas que tratem sobre os ecossistemas em diversas escalas espaciais e de abordagem, condensando maneiras de conciliar a produção agrícola com a manutenção dos serviços ecossistêmicos.

Os *clusters* de coautoria (Figura 4) revelam uma colaboração internacional significativa, para além da que ocorre entre os autores latino-americanos. Contudo, durante a revisão, foi identificado um caso em que a pesquisa foi conduzida exclusivamente por autores dos Estados Unidos, no estudo de agroecossistemas específicos presentes na região latino-americana. Essa tendência em relação às parcerias internacionais e transnacionais enfatiza a importância e a necessidade do intercâmbio de conhecimentos e recursos para promover práticas agrícolas mais sustentáveis em múltiplas escalas, globais e locais.

Em relação aos artigos indexados atribuídos ao Brasil, os autores concentram-se em pesquisas sobre os benefícios dos agroecossistemas sustentáveis, controle biológico de pragas, sistemas agroflorestais, produção orgânica, agrossilvicultura, hortas urbanas e na adoção dos princípios do manejo agroecológico pela agricultura familiar para a manutenção dos serviços ecossistêmicos (De Souza *et al.*, 2012; Harterreiten-Souza *et al.*

, 2014; Teixeira *et al.*, 2018; Prates Júnior *et al.*, 2019; Togni *et al.*, 2019; L. Resque *et al.*, 2019; Teixeira *et al.*, 2021; Corrêa *et al.*, 2022; Schuler *et al.*, 2022; Menezes Neto *et al.*, 2023; Monteiro *et al.*, 2024).

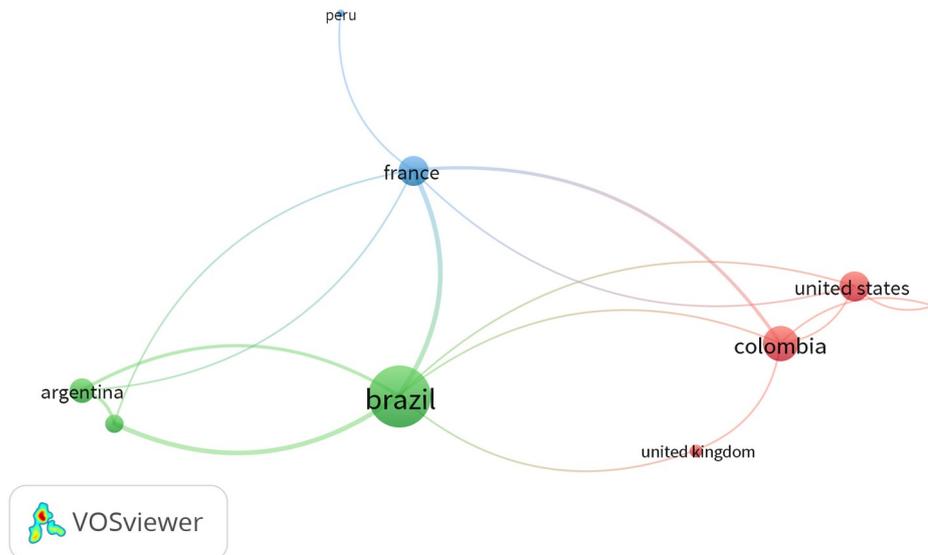


Figura 4. Mapa representando os *clusters* de co-autoria entre autores de diferentes países da América Latina e do mundo nos documentos indexados.

Org.: Autores, 2024.

Fonte dos dados: Elsevier Scopus.

Nestas pesquisas os agroecossistemas estão relacionados aos biomas da Amazônia brasileira, da Mata Atlântica e do Cerrado. Esses biomas representam grandes áreas cruciais para a manutenção da biodiversidade, de modo que são relevantes para o equilíbrio climático global e enfrentam desafios significativos para sua preservação e conservação.

Em sequência aos países com maior número de publicações indexadas, a Colômbia concentra artigos com o foco de pesquisa nas práticas silvipastoris na agricultura de pequenos agricultores, no mapeamento de serviços ecossistêmicos em bacias hidrográficas com manejo sustentável do uso da terra com viés agroecológico e na discussão acerca da importância da biodiversidade de insetos para o controle de pragas em

agroecossistemas (Escobar *et al.*, 2022; Ruíz Ordoñez *et al.*, 2023; Kinneen *et al.*, 2023). E também apresenta uma revisão sistemática da literatura tendo como escopo a valoração de serviços ecossistêmicos nos agroecossistemas (Melgarejo *et al.*, 2021). A maioria destes trabalhos representa os agroecossistemas associados ao bioma da Amazônia colombiana e ao bioma de Savana.

Todavia, os estudos realizados na Argentina, El Salvador, México, Peru, Chile, Nicarágua e Paraguai concentram seu escopo de pesquisa voltado para a identificação de serviços ecossistêmicos em sistemas agroflorestais, para uma discussão acerca da biodiversidade funcional nos sistemas agroecológicos; para a contribuição de práticas agrícolas tradicionais para os serviços ecossistêmicos e para o manejo agroecológico do solo; para a Agroecologia urbana; para a agrossilvicultura; para a Agroecologia na agricultura familiar para a segurança alimentar; para a resiliência e mitigação das mudanças climáticas; e para a biodiversidade funcional (Peredo Parada e Barrera Salas, 2023; Insfrán Ortiz *et al.*, 2023; Cornejo-Denman *et al.*, 2023; Pengue, 2022; Siles *et al.*, 2022; Quispe Conde *et al.*, 2022; Lorenzón *et al.*, 2020; Kearney *et al.*, 2019; Saylor *et al.*, 2017; Li *et al.*, 2016; Méndez *et al.*, 2009).

Dos artigos revisados identificou-se a abordagem de biomas específicos, dos quais destacam-se o bioma Mata Atlântica (Paraguai), bioma “cordillera” (Chile), bioma “bajo submeridionales” (Argentina), bioma neotropical composto pela tundra altoandina (Peru), bioma neotropical de floresta seca tropical e subtropical e clima desértico (México, El Salvador e Nicarágua).

Por se tratar de uma revisão de artigos que têm em comum a temática da Agroecologia e de agroecossistemas sustentáveis, com foco na garantia da segurança alimentar, é notável que o serviço ecossistêmico mais citado seja a provisão de alimentos. Entretanto, identificou-se outros serviços abordados nas pesquisas que estabelecem relações sinérgicas com a provisão de alimentos, estes estão representados no Quadro 1, organizado com base na metodologia CICES (Classificação Internacional de Serviços Ecossistêmicos) (MEA, 2005; Sousa *et al.*, 2016; EEA, 2021).

Esta diversidade de serviços ecossistêmicos prestados pelos ecossistemas retratados nas pesquisas demonstra os benefícios e as contribuições que agroecossistemas sustentáveis trazem para a manutenção das funções e serviços ecossistêmicos.

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) constituem uma parte fundamental da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, estabelecida pela Organização das Nações Unidas – ONU (2020). A criação desta Agenda visa promover o desenvolvimento sustentável na esfera econômica, social e ambiental, abordando desde a erradicação da pobreza até a promoção da igualdade de gênero e o combate às mudanças climáticas. Os ODS compreendem 17 metas interconectadas, cada uma com alvos específicos, totalizando 169 metas no geral.

Quadro1. Serviços ecossistêmicos identificados por meio da revisão sistemática dos artigos indexados na base de dados Scopus.

Serviços ecossistêmicos		Artigos indexados
Provisão	Água	Saylor <i>et al.</i> , 2017; Ruíz Ordoñez <i>et al.</i> , 2023.
	Recursos medicinais	Peredo e Barrera, 2023.
	Biomassa	Menezes Neto <i>et al.</i> , 2023.
Regulação	Regulação da qualidade do solo	Méndez <i>et al.</i> , 2009; De Souza <i>et al.</i> , 2012; Prates Júnior <i>et al.</i> , 2019; Teixeira <i>et al.</i> , 2021; Insfrán Ortiz <i>et al.</i> , 2023; Cornejo-Denman <i>et al.</i> , 2023; Monteiro <i>et al.</i> , 2024.
	Regulação da qualidade da água	Kearney <i>et al.</i> , 2019; Cornejo-Denman <i>et al.</i> , 2023.
	Polinização	Harterreiten-Souza <i>et al.</i> , 2014; Escobar <i>et al.</i> , 2022.
	Biorremediação	Peredo e Barrera, 2023.
	Sequestro e armazenamento de carbono	Méndez <i>et al.</i> , 2009; Cornejo-Denman <i>et al.</i> , 2023.
	Controle de pragas e doenças	Harterreiten-Souza <i>et al.</i> , 2014; Li <i>et al.</i> , 2016; Kearney <i>et al.</i> , 2019; Lorenzón <i>et al.</i> , 2020; Teixeira <i>et al.</i> , 2021; Kinneen <i>et al.</i> , 2023; Escobar <i>et al.</i> , 2022.
Manutenção de habitats	Cornejo-Denman <i>et al.</i> , 2023.	
Culturais	Interações físicas e intelectuais com biota, ecossistemas e terras	Peredo e Barrera, 2023.

Org.: Autores, 2024.

Fonte dos dados: Elsevier Scopus.

A Figura 5 sintetiza os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) mais frequentes nos artigos revisados da Elsevier Scopus. Com base nessa informação, foram inferidas áreas ou temas relacionados aos ODS considerados de maior relevância pela comunidade acadêmica e científica, que foram mais explorados e abordados nos artigos revisados.

Dentre eles, os ODS 2 (Fome Zero e Agricultura Sustentável), ODS 15 (Vida Terrestre) e ODS 17 (Parcerias e Meios de Implementação), apresentaram maiores percentuais.

Os artigos abordam uma variedade de temas relacionados aos princípios agroecológicos, de forma que essas temáticas estão inter-relacionadas a Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) (Figura 5), como o ODS 2 (Fome Zero), ODS 15 (Vida Terrestre) e ODS 17 (Parcerias e Meios de Implementação). Sendo assim, observa-se que, por exemplo, práticas agroecológicas sustentáveis contribuem para a segurança alimentar (ODS 2) ao mesmo tempo em que preservam a biodiversidade (ODS 15) e podem requerer colaborações e parcerias (ODS 17) para sua implementação eficaz. Outros temas abordados são:



Figura 5. Síntese dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) mais frequentes nos artigos analisados na base de dados Scopus.

Fonte dos dados: Elsevier Scopus.

Org.: Autores.

- Agroecologia urbana: relaciona-se ao ODS 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis), pois promove práticas agrícolas sustentáveis em ambientes urbanos, contribuindo para o desenvolvimento de comunidades mais sustentáveis e resilientes;
- Contribuição da Agrossilvicultura para a Segurança Alimentar, Resiliência e Mitigação das Mudanças Climáticas: relaciona-se aos ODS 2 (Fome Zero), 13 (Ação Contra a Mudança Global do Clima) e 15 (Vida Terrestre), pois promove sistemas de produção integrados que melhoram a produção de alimentos, reduzem as emissões de gases de efeito estufa e preservam os ecossistemas terrestres;

- Biodiversidade Funcional nos Sistemas Agroecológicos: relaciona-se principalmente ao ODS 15 (Vida Terrestre), pois destaca a importância da biodiversidade na promoção de sistemas agrícolas mais sustentáveis e resilientes;
- Contribuição de Práticas Agrícolas Tradicionais para os Serviços Ecossistêmicos e para o Manejo Agroecológico do Solo: relaciona-se aos ODS 2 (Fome Zero) e 15 (Vida Terrestre), pois valoriza e promove práticas agrícolas tradicionais que contribuem para a segurança alimentar e para a preservação da biodiversidade e dos ecossistemas terrestres.

As temáticas principais dos artigos estão intrinsecamente ligadas aos princípios da sustentabilidade, contribuindo para alcançar vários ODS, especialmente aqueles relacionados à erradicação da fome, preservação da biodiversidade, gestão sustentável dos recursos naturais e promoção de sistemas agrícolas mais resilientes e sustentáveis.

CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um aumento nas publicações no viés da ciência agroecológica, principalmente no Brasil, sugere um despertar, uma conscientização acerca da importância da agricultura sustentável, da conservação dos ecossistemas e da garantia da manutenção dos seus serviços. A Agroecologia, a partir da promoção da biodiversidade, potencializa os serviços ecossistêmicos. Uma vez que a adoção de técnicas de manejo agroecológico das produções agrícolas, principalmente geridas por agricultores tradicionais e familiares, possibilitam resgatar e preservar conhecimentos e práticas locais na busca por sistemas agrícolas mais sustentáveis e justos.

A identificação de parcerias internacionais e transnacionais em grande parte dos artigos produzidos reflete a importância do intercâmbio de conhecimentos e recursos para promover práticas agrícolas mais sustentáveis em múltiplas escalas, abordando desafios globais e locais em direção ao desenvolvimento sustentável.

A distribuição geográfica das pesquisas e a multiplicidade de temas reflete a biodiversidade que é encontrada no território latino-americano, reforçando a importância de se compreender como os diferentes sistemas agrícolas e ecossistemas interagem, demonstrando quais são as sinergias que promovem a manutenção dos serviços ecossistêmicos.

Os agroecossistemas sustentáveis têm o potencial de contribuir significativamente para a consecução dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), em especial, para erradicar a fome, promover a saúde e o bem-estar, proteger os recursos naturais, mitigar as mudanças climáticas, gerar empregos dignos, conservar a biodiversidade e promover um desenvolvimento econômico inclusivo e sustentável.

Por fim, esta revisão sistemática demonstrou a importância da abordagem agroecológica e da implementação de agroecossistemas que promovam o manejo sustentável da terra, pois estes podem contribuir para a manutenção dos serviços ecossistêmicos, principalmente os de provisão de alimentos, garantindo a segurança alimentar e uma melhor qualidade de vida.

AGRADECIMENTO

Os autores agradecem à Fundação Araucária pelo apoio financeiro e o CNPq pela concessão de bolsa à primeira autora.

Copyright (©) 2024 - Rebecka Aparecida Almeida dos Santos, Leandro Redin Vestena

REFERÊNCIAS

- ALTIERI, Miguel A. **Agroecologia: as bases científicas da agricultura alternativa**. 2. ed. Rio de Janeiro: PTA- FASE. 1989. 240p.
- CARVALHO, Ricardo S. *et al.* Plant extracts in agriculture and their applications in the treatment of seeds. **Ciência Rural**, v. 52, n. 5, p. e20210245, 2022. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20210245>.
- CORNEJO-DENMAN, Lara; ROMO-LEON, Jose Raul; LUTZ-LEY, America N. Traditional agricultural practices and their contribution to habitat quality and carbon storage in arid Northwest Mexico: a social-ecological approach in the Rio Sonora sub-watershed. **Ecology and Society**, v. 28, n. 1, 2023. <https://doi.org/10.5751/ES-13676-280118>.
- CORRÊA, Carina Júlia P. *et al.* Urban Gardens' Potential to Improve Stormwater Management: A Comparative Analysis among Urban Soils in Sorocaba, São Paulo, Brazil. **Sustainability**, v. 14, n. 5, p. 2965, 2022. <https://doi.org/10.3390/su14052965>.
- COSTANZA, Robert *et al.* The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature**, v. 387, n. 6630, p. 253-260, 1997. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/387253a0>. Acesso em: 19 ago. 2024.
- DAGUNGA, Gilbert *et al.* Agroecology and resilience of smallholder food security: A systematic review. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, v. 7, p. 1267630, 2023. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2023.1267630>.

- DALY, Herman E.; FARLEY, Joshua. **Ecological economics: principles and practice**. Washington, DC: Island Press, 454 p, 2004.
- DE GROOT, Rudolf S. *et al.* Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management and decision making. **Ecological complexity**, v. 7, n. 3, p. 260-272, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.ecocom.2009.10.006>.
- DE SOUZA, Helton N.; DE GRAAFF, Jan; PULLEMAN, Mirjam M. Strategies and economics of farming systems with coffee in the Atlantic Rainforest Biome. **Agroforestry systems**, v. 84, p. 227-242, 2012. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10457-011-9452-x>. Acesso em: 19 ago. 2024.
- DIAS, Lívia C. P. *et al.* Patterns of land use, extensification, and intensification of Brazilian agriculture. **Global change biology**, v. 22, n. 8, p. 2887-2903, 2016. <https://doi.org/10.1111/gcb.13314>.
- EAKIN, Hallie *et al.* Identifying attributes of food system sustainability: emerging themes and consensus. **Agriculture and human values**, v. 34, n. 3, p. 757-773, 2016. <https://doi.org/10.1007/s10460-016-9754-8>
- EEA (European Environment Agency). 2021. **Common International Classification of Ecosystem Services** (CICES, Version 5.1).
- ESCOBAR, Natalia *et al.* Identification of functional groups of insects associated with family agricultural production systems in the province of Sumapáz, Colombia. **Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. Univ. Caldas**, 26(1), 41-54. <https://doi.org/10.17151/bccm.2022.26.1>.
- FEIDEN, Alberto. Agroecologia: introdução e conceitos. In: DE AQUINO, A. M.; DE ASSIS, R. L. (Org.). **Agroecologia: princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, p.517, 2005.
- FLORA, Cornelia B., BAIN, Carmen, CALL, Caleb. Sustainability Standards and Their Implications for Agroecology. In: Campbell, W., López Ortíz, S. (Eds) **Integrating Agriculture, Conservation and Ecotourism: Societal Influences**. Issues in Agroecology – Present Status and Future Prospectus, vol 2. Springer, Dordrecht. 2012.
- FOLEY, Jonathan A. *et al.* Global consequences of land use. **Science**, v. 309, n. 5734. p. 570-574, 2005. <https://doi.org/10.1126/science.1111772>.
- FRANCIS, Charles *et al.* Agroecology: The ecology of food systems. **Journal of sustainable agriculture**, v. 22, n. 3, p. 99-118, 2003. http://dx.doi.org/10.1300/J064v22n03_10.
- GIRALDO, Omar Felipe; ROSSET, Peter M. Agroecology as a territory in dispute: Between institutionality and social movements. **The Journal of Peasant Studies**, v. 45, n. 3, p. 545-564, 2018. <https://doi.org/10.1080/03066150.2017.1353496>.
- GLIESSMAN, Stephen R. **Agroecología: procesos ecológicos en agricultura sostenible**. Turrialba: Catie, 2002
- HARTERREITEN-SOUZA, Erica S. *et al.* The role of integrating agroforestry and vegetable planting in structuring communities of herbivorous insects and their natural enemies in the Neotropical region. **Agroforestry Systems**, v. 88, p. 205-219, 2014. <https://doi.org/10.1007/s10457-013-9666-1>.
- INSFRÁN ORTIZ, Amado; REY BENAYAS, José María; CAYUELA DELGADO, Luís. Agroforestry improves soil fauna abundance and composition in the Atlantic Forest of Paraguay. **Agroforestry Systems**, v. 97, n. 8, p. 1447-1463, 2023. <https://doi.org/10.1007/s10457-023-00869-5>.
- KEARNEY, Sean P. *et al.* Evaluating ecosystem service trade-offs and synergies from slash-and-mulch agroforestry systems in El Salvador. **Ecological indicators**, v. 105, p. 264-278, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.08.032>.
- KINNEEN, Lois *et al.* Silvopastoral systems benefit invertebrate biodiversity on tropical livestock farms in Caquetá, Colombia. **Agricultural and Forest Entomology**, v. 26, n. 1, p. 126-134, 2023. <https://doi.org/10.1111/afe.12594>.
- L. RESQUE, Antonio Gabriel *et al.* Agrobiodiversity and Public Food Procurement Programs in Brazil: Influence of Local Stakeholders in Configuring Green Mediated Markets. **Sustainability**, v. 11, n. 5, pág. 1425, 2019. <https://doi.org/10.3390/su11051425>.

LEFF, Enrique. Agroecologia e saber ambiental. **Agroecologia e desenvolvimento rural sustentável**, v. 3, n. 1, p. 36-51, 2002. Disponível em: https://www.projetovidanocampo.com.br/agroecologia/agroecologia_e_saber_ambiental.pdf. Acesso em: 19 ago. 2024.

LI, Kevin; VANDERMEER, John H.; PERFECTO, Ivette. Disentangling endogenous versus exogenous pattern formation in spatial ecology: a case study of the ant *Azteca sericeasur* in southern Mexico. **Royal Society open science**, v. 3, n. 5, p. 160073, 2016. <https://doi.org/10.1098/rsos.160073>.

LORENZÓN, Rodrigo-E. *et al.* Can agroecological management increase functional diversity of birds in rice fields?. **Revista de Biología Tropical**, v. 68, n. 3, p. 873-883, 2020. <http://dx.doi.org/10.15517/rbt.v68i3.39261>.

MEA (MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT). **Ecosystems and human well-being: synthesis**. Island, Washington, DC, 2005.

MELGAREJO-CARRENO, Vadimir A.; RODRÍGUEZ, Sandra Cecilia Bautista; CAMARGO, Mauricio. Challenges and trends in the valuation of ecosystem services in agro-ecosystems: a systematic revision. **Tropical and Subtropical Agroecosystems**, v. 23, n. 1, 2020. <http://dx.doi.org/10.56369/tsaes.2665>.

MELGAREJO, Vladimir A.; BAUTISTA-RODRÍGUEZ, Sandra Cecilia; PARDO, Mauricio Camargo. Dimensiones y enfoques de valoración de los servicios ecossistémicos en agroecosistemas. **Cuadernos de Desarrollo Rural**, v. 18, p. 1-22, 2021. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.cdr18.devs>.

MÉNDEZ, V. Ernesto; SHAPIRO, Elizabeth N.; GILBERT, Gregory S. Cooperative management and its effects on shade tree diversity, soil properties and ecosystem services of coffee plantations in western El Salvador. **Agroforestry Systems**, v. 76, p. 111-126, 2009. <https://doi.org/10.1007/s10457-009-9220-3>.

MENEZES NETO, Jayme B.; CAPORAL, Francisco Roberto; DE MATTOS, Jorge Luiz S. Análise comparativa do fluxo de biomassa em sistemas de produção de cana-de-açúcar convencional e orgânico: quantificação energética da produção primária líquida em uma perspectiva agroecológica. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 62, p. 595-616, 2023. <https://doi.org/10.5380/dma.v62i0.83476-e-ISSN-2176-9109>.

MONTEIRO, Alyce *et al.* Crop-livestock-forestry systems as a strategy for mitigating greenhouse gas emissions and enhancing the sustainability of forage-based livestock systems in the Amazon biome. **Science of the Total Environment**, v. 906, p. 167396, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.167396>.

MUÑOZ, Angelica M. M.; DE FREITAS, Simone R. Importância dos Serviços Ecossistêmicos nas Cidades: Revisão das Publicações de 2003 a 2015. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 6, n. 2, p. 89-104, 2017. <https://doi.org/10.5585/geas.v6i2.853>.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS – ONU. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. Nações Unidas no Brasil, 2020. Disponível em: <https://nacoesunidas.org>. Acesso em: 23 de fev. de 2024.

PENGUE, Walter Alberto. Local food systems: Making visible the invisible through urban agroecology. **Frontiers in Sustainable Cities**, v. 4, p. 867691, 2022. <https://doi.org/10.3389/frsc.2022.867691>.

PEREDO PARADA, Santiago; BARRERA SALAS, Claudia. Multifunctional Plants: Ecosystem Services and Undervalued Knowledge of Biocultural Diversity in Rural Communities—Local Initiatives for Agroecological Transition in Chile. **Land**, v. 13, n. 1, p. 39, 2023. <https://doi.org/10.3390/land13010039>.

PEREIRA, Adalgisa J. *et al.* Control of *Brevicoryne brassicae* (Hemiptera: Aphididae) with extracts of *Agave americana* var. *Marginata* Trel. in Brassica oleracea crops. **Annals of Applied Biology**, [s.l.], v.174, no.1, p.14–19, 2018. <https://doi.org/10.1111/aab.12471>.

POWER, Alison G. Ecosystem services and agriculture: tradeoffs and synergies. **Philosophical transactions of the royal society B: biological sciences**, v. 365, n. 1554, p. 2959-2971, 2010. <https://doi.org/10.1098/rstb.2010.0143>.

PRADO Rachel B. **Serviços ecossistêmicos e ambientais na agricultura**. In: PALHARES, J. C. P.; GEBLER, L. (Ed.). *Gestão ambiental na agricultura*. Brasília, DF: Embrapa, 2014. v. 2, cap. 11, p. 413-456.

- PRATES JÚNIOR, Paulo *et al.* Agroecological coffee management increases arbuscular mycorrhizal fungi diversity. **PLoS One**, v. 14, n. 1, p. e0209093, 2019. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0209093>.
- QUISPE, Yésica *et al.* Agroecología para la seguridad alimentaria y frente al cambio climático en el Perú. **Economía Agraria y Recursos Naturales**, 22(1), 5-29. <https://doi.org/10.7201/earn.2022.01.01>
- RUÍZ ORDOÑEZ, Diana Marcela *et al.* Mapping Ecosystem Services in an Andean Water Supply Basin. **Sustainability**, v. 15, n. 3, p. 1793, 2023. <https://doi.org/10.3390/su15031793>.
- SHARGHI, Tahereh; SEDIGHI, Hassan; EFTEKHARI, Abdolreza R. Effective factors in achieving sustainable agriculture. **American journal of agricultural and biological sciences**, v. 5, n. 2, p. 235-241, 2010. <https://doi.org/10.3844/ajabssp.2010.235.241>.
- SANTOS, Rafael S. *et al.* Consequences of land-use change in Brazil's new agricultural frontier: A soil physical health assessment. **Geoderma**, v. 400, p. 115149, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2021.115149>.
- SAYLOR, Christina R.; ALSHARIF, Kamal A.; TORRES, Hannah. The importance of traditional ecological knowledge in agroecological systems in Peru. **International journal of biodiversity science, Ecosystem Services & Management**, v. 13, n. 1, p. 150-161, 2017. <https://doi.org/10.1080/21513732.2017.1285814>.
- SCHULER, Hanna R. *et al.* Ecosystem Services from Ecological Agroforestry in Brazil: A Systematic Map of Scientific Evidence. **Land**, v.11, n. 1, p. 83. <https://doi.org/10.3390/land11010083>.
- SILES, Pablo; CERDÁN, Carlos R.; STAVER, Charles. Smallholder Coffee in the Global Economy—A Framework to Explore Transformation Alternatives of Traditional Agroforestry for Greater Economic, Ecological, and Livelihood Viability. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, v. 6, p. 808207, 2022. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.808207>.
- SOUZA, Lisa P. *et al.* Ecosystem services provided by a complex coastal region: challenges of classification and mapping. **Scientific Reports**, v. 6, n. 22782, 2016. <https://doi.org/10.1038/srep22782>.
- TEIXEIRA, Heitor Mancini *et al.* Understanding farm diversity to promote agroecological transitions. **Sustainability**, v. 10, n. 12, p. 4337, 2018. <https://doi.org/10.3390/su10124337>.
- TEIXEIRA, Heitor Mancini *et al.* Impact of agroecological management on plant diversity and soil-based ecosystem services in pasture and coffee systems in the Atlantic Forest of Brazil. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 305, p. 107171, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2020.107171>.
- TILMAN, David *et al.* Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. **Proceedings of the national academy of sciences**, v. 108, n. 50, p. 20260-20264, 2011. <https://doi.org/10.1073/pnas.1116437108>.
- TOGNI, Pedro H. B. *et al.* Brazilian legislation leaning towards fast registration of biological control agents to benefit organic agriculture. **Neotropical entomology**, v. 48, p. 175-185, 2019. <https://doi.org/10.1007/s13744-019-00675-8>.
- TOMICH, Thomas P. *et al.* Agroecology: a review from a global-change perspective. **Annual Review of Environment and Resources**, v. 36, p. 193-222, 2011. <http://dx.doi.org/10.1146/annurev-environ-012110-121302>.
- WALL, Diana H. *et al.* **Soil ecology and ecosystem services**. Oxford University Press, 2012.
- WEZEL, Alexander *et al.* Agroecological principles and elements and their implications for transitioning to sustainable food systems. A review. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 40, p. 1-13, 2020. <https://doi.org/10.1007/s13593-020-00646-z>.