
TERMINOLOGIAS DE ZONEAMENTO APLICADO À AGRICULTURA: REVISÃO SISTEMÁTICA E ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA

Rafael Cipriano da **SILVA**

Pesquisador da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos - Funceme

E-mail: rafael.cipriano@funceme.br

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-4392-0275>

Marcos Gervasio **PEREIRA**

Professor Titular da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Instituto de Agronomia,

Departamento de Solos, Rio de Janeiro, Brasil

E-mail: mgervasiopereira01@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-1402-3612>

*Recebido
Novembro/2025*

*Aceito
Junho/2026*

*Publicado
Junho/2026*

Resumo: O emprego de diferentes modalidades de zoneamento aplicado à agricultura ampliou seu papel no planejamento territorial, mas também evidenciou inconsistências terminológicas que dificultam a comparação entre estudos e a padronização conceitual. Este estudo realizou uma revisão sistemática para analisar criticamente as terminologias associadas aos zoneamentos aplicados à agricultura. A revisão seguiu etapas do protocolo PRISMA, com busca sistemática na base Web of Science®, incluindo artigos científicos, artigos de revisão e capítulos de livro publicados entre janeiro de 2006 e dezembro de 2025. Foram excluídos anais de eventos, registros duplicados e estudos não relacionados ao zoneamento aplicado à agricultura. Numa primeira etapa foram selecionadas 269 publicações, cujas informações bibliográficas foram analisadas no *software* VOSviewer®. Predominaram artigos científicos (96,3%) publicados em inglês (85,1%), com destaque para Brasil, China e Estados Unidos. As principais áreas de pesquisa são Agricultura,

Ciências Ambientais e Ciências Atmosféricas e Meteorologia. Em uma segunda etapa, 322 publicações recuperadas nas diferentes estratégias de busca foram analisadas quanto às modalidades de zoneamento, evidenciando inconsistências terminológicas, com diferentes denominações para metodologias semelhantes e uma mesma terminologia para abordagens distintas. As modalidades de zoneamento se distinguem principalmente pela finalidade do estudo e pelo papel atribuído às variáveis utilizadas e não apenas pelo conjunto de informações empregado. Com base nessa análise, foi proposta uma sistematização dos contextos de aplicação das principais terminologias de zoneamento. Os resultados reforçam a necessidade de maior clareza conceitual e metodológica, ampliando a comparabilidade, a reprodutibilidade e a aplicação dos zoneamentos no planejamento agrícola e territorial.

Palavras-chave: Uso da terra; planejamento agrícola; sustentabilidade; Uso agrícola.

TERMINOLOGIES OF AGRICULTURAL ZONING: A SYSTEMATIC REVIEW AND BIBLIOMETRIC ANALYSIS

Abstract: The use of different agricultural zoning approaches has expanded their role as tools for territorial planning, but has also highlighted terminological inconsistencies that hinder comparisons among studies and conceptual standardization. This study conducted a systematic review to critically analyze the terminologies associated with agricultural zoning. The review followed the PRISMA protocol, with a systematic search in the Web of Science® database, including research articles, review papers, and book chapters published between January 2006 and December 2025. Conference proceedings, duplicate records, and studies unrelated to agricultural zoning were excluded. In the first stage, 269 publications were selected, and their bibliographic information was analyzed using VOSviewer®. Scientific articles (96.3%) published in English (85.1%) predominated, with Brazil, China, and the United States accounting for the largest number of publications. The main research areas were Agriculture, Environmental Sciences, and Atmospheric Sciences and Meteorology. In a second stage, 322 publications retrieved from the different search strategies were analyzed according to their zoning categories, revealing terminological inconsistencies, with different terms being used for similar methodologies and the same terminology being applied to conceptually distinct approaches. The zoning categories differed mainly in terms of their objectives and the role assigned to the variables used, rather than the set of information employed. Based on this analysis, a framework was proposed to systematize the application contexts of the main agricultural zoning terminologies. The results highlight the need for greater conceptual and methodological clarity, improving the comparability, reproducibility, and application of zoning approaches in agricultural and territorial planning.

Keywords: Land use; Agricultural planning; Sustainability; Agricultural land use.

TERMINOLOGÍAS DEL ZONIFICACIÓN APLICADA A LA AGRICULTURA: REVISIÓN SISTEMÁTICA Y ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO

Resumen: El empleo de diferentes modalidades de zonificación aplicada a la agricultura ha ampliado su papel como herramienta de planificación territorial, pero también ha evidenciado inconsistencias terminológicas que dificultan la comparación entre estudios y la estandarización

conceptual. Este estudio realizó una revisión sistemática para analizar críticamente las terminologías asociadas a la zonificación aplicada a la agricultura. La revisión siguió las etapas del protocolo PRISMA, mediante una búsqueda sistemática en la base de datos Web of Science®, incluyendo artículos científicos, artículos de revisión y capítulos de libro publicados entre enero de 2006 y diciembre de 2025. Se excluyeron trabajos publicados en actas de congresos, registros duplicados y estudios no relacionados con la zonificación aplicada a la agricultura. En una primera etapa se seleccionaron 269 publicaciones, cuya información bibliográfica fue analizada mediante el software VOSviewer®. Predominaron los artículos científicos (96,3%) publicados en inglés (85,1%), destacándose Brasil, China y Estados Unidos como los países con mayor número de publicaciones. Las principales áreas de investigación fueron Agricultura, Ciencias Ambientales y Ciencias Atmosféricas y Meteorología. En una segunda etapa, se analizaron 322 publicaciones recuperadas mediante las diferentes estrategias de búsqueda según las modalidades de zonificación, evidenciándose inconsistencias terminológicas, con diferentes denominaciones para metodologías similares y una misma terminología aplicada a enfoques conceptualmente distintos. Las modalidades de zonificación se distinguen principalmente por la finalidad del estudio y por el papel atribuido a las variables utilizadas, más que por el conjunto de información empleado. Con base en este análisis, se propuso una sistematización de los contextos de aplicación de las principales terminologías de zonificación. Los resultados destacan la necesidad de una mayor claridad conceptual y metodológica, favoreciendo la comparabilidad, la reproducibilidad y la aplicación de las distintas modalidades de zonificación en la planificación agrícola y territorial.

Palabras clave: Uso de la tierra; Planificación agrícola; Sostenibilidad; Uso agrícola.

INTRODUÇÃO

A intensificação do uso da terra, impulsionada pelo crescimento populacional e pela crescente demanda por alimentos e recursos naturais, tem gerado desafios globais, acentuando os riscos de degradação ambiental, perda de biodiversidade, mudanças climáticas e intensificação de conflitos territoriais (Barbosa Neto *et al.*, 2017; Marques Neto, 2018). Nesse contexto, o planejamento territorial assume papel estratégico ao buscar conciliar interesses econômicos, sociais e ambientais sob critérios de sustentabilidade. Para isso, é essencial adotar práticas que previnam a degradação dos solos, assegurem os recursos hídricos, preservem a biodiversidade e respeitem a capacidade produtiva dos territórios (Barbosa Neto *et al.*, 2017).

Entre os instrumentos disponíveis, o zoneamento se destaca como ferramenta central de planejamento, pois estabelece critérios e regras para regular o uso e a ocupação da terra, reduzindo conflitos e promovendo o manejo sustentável dos recursos naturais (Ji *et al.*, 2024; Lima *et al.*, 2023; Monteiro, 2020).

O zoneamento implica na definição, caracterização e segmentação do território por zonas, com base em critérios técnicos previamente estabelecidos. A depender da abordagem empregada, diferentes qualificadores podem ser associados à palavra zoneamento, como agrícola, ambiental,

climático, ecológico-econômico, dentre outros. Esse processo utiliza informações técnicas para orientar a elaboração de planos ambientais e políticas públicas voltadas ao uso racional dos recursos naturais, considerando demandas socioambientais e interesses socioeconômicos locais (Ji *et al.*, 2024; Lima *et al.*, 2023; Monteiro, 2020).

Contudo, verifica-se uma ausência de padronização das terminologias, o que dificulta a comparação entre estudos, favorece interpretações divergentes e reduz a reprodutibilidade das metodologias empregadas. Por vezes autores abordam o zoneamento agrícola com base em critérios climáticos, quando o mais adequado seria tratar como zoneamento agroclimático. Por outro lado, estudos fazem referência ao zoneamento agrícola apresentando apenas dados climáticos para inferir aspectos relacionados à aptidão agrícola de determinada cultura, desconsiderando fatores agronômicos fundamentais, como o tipo de solo. Outra questão é que, embora estudos de revisão tenham contribuído para compreender abordagens específicas de zoneamentos (ex.: Arantes *et al.*, 2023; Pandolfo *et al.*, 2021), elas não tratam o assunto de forma a abranger as diferentes modalidades de zoneamento associadas à agricultura.

Diante desse cenário, este estudo parte da hipótese de que o emprego inconsistente das terminologias associadas às diferentes modalidades de zoneamento dificulta a padronização conceitual e metodológica, limitando a aplicação do conhecimento científico. O presente estudo teve como objetivo realizar uma revisão sistemática da literatura, complementada por análise bibliométrica, para analisar o uso das terminologias empregadas em estudos de zoneamento aplicado à agricultura, identificando convergências, divergências e sobreposições entre conceitos empregados.

METODOLOGIA

Etapa 1 - A revisão sistemática da literatura foi conduzida de acordo com as recomendações do Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) (Page *et al.*, 2021). A seleção dos estudos compreendeu as etapas de identificação, inclusão e triagem. Na etapa de identificação, as buscas foram realizadas na base *Web of Science Core Collection*®, utilizando a seguinte estratégia de busca: ("agricultur* zoning" OR "agroclimat* zoning" OR "agro-climat* zoning" OR "climat* risk zoning" OR "edaph* zoning" OR "agro-environment* zoning" OR "agroenvironment* zoning" OR "agricultur* suitab* zoning" OR "agroecolog* zoning" OR "agro-

ecolog zoning*"). A pesquisa foi conduzida nos campos título, resumo e palavras-chave, resultando em 380 publicações.

Em seguida, foram aplicados os seguintes critérios de inclusão: artigos científicos, artigos de revisão e capítulos de livro publicados entre janeiro de 2006 e dezembro de 2025, excluindo trabalhos publicados em anais de eventos científicos. Após essa etapa, procedeu-se à identificação e remoção de registros duplicados por meio da verificação do DOI e do título, sendo constatado uma publicação duplicada. A aplicação desses critérios resultou em 310 publicações que foram submetidas à etapa de triagem por meio da leitura dos títulos e dos resumos, mantendo aqueles que indicavam tratar de zoneamentos aplicados à agricultura, independentemente da modalidade ou da abordagem metodológica empregada.

Ao final da triagem restaram 269 publicações, cujos dados bibliométricos foram compilados, analisados e interpretados em função das palavras-chave, tipos de publicação, ano final de publicação, idioma, áreas de pesquisa, países/regiões de origem, rede de produção científica e coautoria. Os dados bibliográficos foram analisados no *software VOSviewer®* para a construção do mapa bibliométrico de coocorrência de palavras-chave. Foram consideradas palavras-chave com frequência mínima de nove ocorrências, utilizando-se o método de contagem *full counting* e a normalização por *association strength*.

Etapa 2 - Realizou-se uma análise qualitativa exploratória com o objetivo de verificar o uso das terminologias associadas às modalidades de zoneamento na literatura científica. Adotando-se os mesmos critérios de inclusão da etapa 1, agora os termos associados a uma determinada modalidade de zoneamento foram empregados individualmente na estratégia de busca ("*agricultur* zoning*"; "*agroclimat* zoning*" OR "*agro-climat* zoning*"; "*climat* risk zoning*"; "*edaph* zoning*"; "*agro-environment* zoning*" OR "*agroenvironment* zoning*"; "*agricultur* suitab* zoning*"; "*agroecolog* zoning*" OR "*agro-ecolog* zoning*"). As buscas realizadas para cada modalidade de zoneamento resultaram em 332 publicações, que foram submetidas à triagem mediante a leitura dos títulos, resumos e, quando necessário, os objetivos e metodologias. Nessa etapa, foram mantidas apenas as publicações que apresentavam metodologias de zoneamento aplicadas à agricultura, excluindo-se aquelas que apenas mencionavam alguma modalidade de zoneamento, empregavam a terminologia de forma genérica ou não apresentavam procedimento metodológico para a delimitação de zonas.

Uma nova classificação das 332 publicações foi proposta a partir da interpretação das metodologias efetivamente empregadas considerando a finalidade do zoneamento, os procedimentos metodológicos e as variáveis utilizadas, como climáticas, edáficas, ambientais e de aptidão agrícola, entre outras. Com base nessa análise, foram estabelecidos critérios para distinguir as diferentes modalidades de zoneamento, independentemente da terminologia adotada pelos autores. Quando a denominação original não se mostrou compatível com esses critérios, o estudo foi reclassificado segundo a interpretação proposta nesta revisão. Essa análise permitiu identificar convergências, divergências e sobreposições terminológicas entre as diferentes modalidades, subsidiando a proposta de padronização terminológica apresentada neste estudo e fundamentando a síntese qualitativa da pesquisa.

Foi utilizado o ChatGPT® (OpenAI) como ferramenta de inteligência artificial para auxiliar na revisão linguística e no aprimoramento da redação científica do manuscrito. Contudo, todas as análises, interpretações dos resultados e conclusões foram elaborados, revisados e aprovados pelos autores.

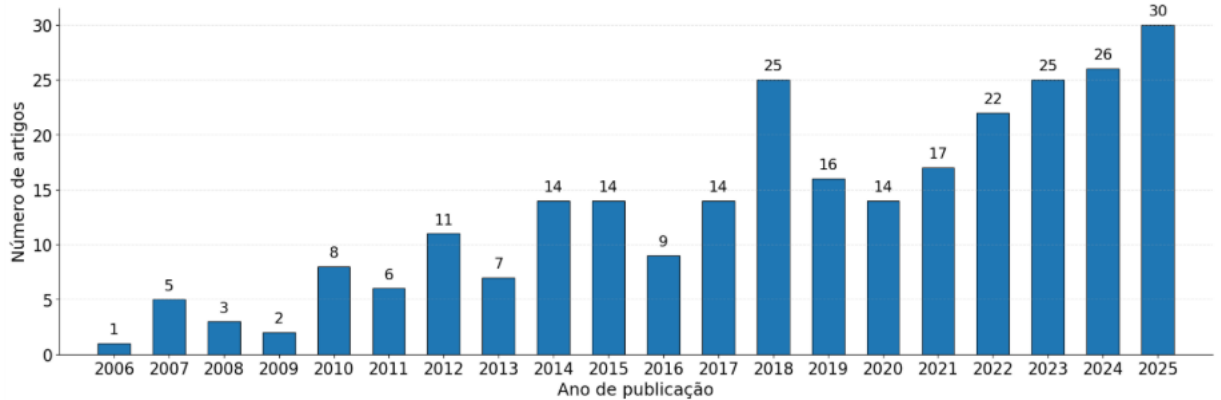
RESULTADOS E DISCUSSÃO

A. Panorama da Produção Científica sobre Zoneamentos Aplicados à Agricultura

Das 269 publicações obtidas, a maior parte (96,3%) correspondeu a artigos científicos, enquanto uma parcela reduzida foi composta por artigos de revisão (2,6%) e capítulos de livro (1,1%). O predomínio de artigos científicos, associado à baixa representatividade de estudos de revisão, indica que ainda são escassas as iniciativas voltadas à sistematização do conhecimento sobre o tema, corroborando a lacuna apontada por Arantes *et al.* (2023). Como consequência, essa escassez pode dificultar a consolidação de conceitos e o estabelecimento de relações entre as terminologias empregadas nas diferentes modalidades de zoneamento.

O número de publicações apresentou tendência de crescimento em função dos anos (Figura 1), sendo esse um indicador de produtividade usado para avaliar o impacto do tema no meio científico (Pandolfo *et al.*, 2021). Domingues e Stanganini (2022) associaram a evolução dos registros científicos ao longo dos anos com a implementação dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) definidos pela ONU em 2015. Contudo, observou-se uma redução no número de publicações entre 2019 e 2021, que pode ser atribuída à pandemia do Coronavírus (COVID-19).

Figura 1 – Número de publicações recuperadas na base de dados em função do ano de publicação



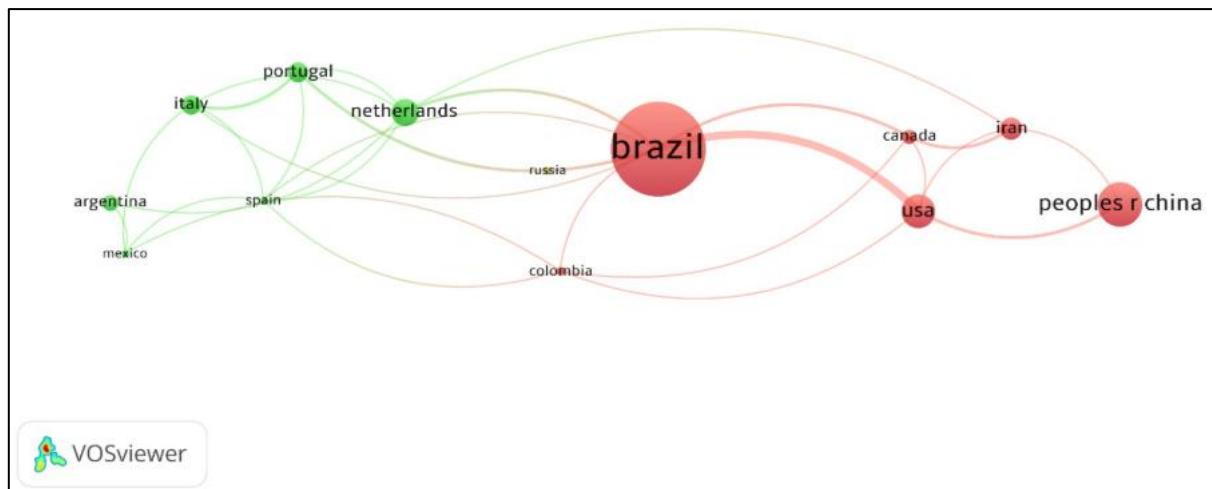
Fonte: Pesquisa direta. Organização: Os autores (2026).

As publicações ocorreram predominantemente em inglês (85,1%), seguidos por publicações em português (8,6%) e espanhol (4,5%), evidenciando o caráter internacional da produção científica sobre o tema. Esse resultado está associado à predominância de publicações em periódicos internacionais, que concentraram 211 trabalhos (78,4%), enquanto os periódicos nacionais responderam por 58 (21,6%). Os periódicos brasileiros da área de Ciências Agrárias, como a Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental e a Pesquisa Agropecuária Brasileira, também apresentaram contribuição expressiva para a divulgação de estudos relacionados à zoneamentos (Appendix).

Quanto à origem dos pesquisadores nas publicações, observou-se a participação de autores de diversos países, com destaque para Brasil (28,7%), China (6,5%), Estados Unidos (5,1%), Argentina (4,6%), México (3,5%), Irã e Espanha (ambos com 3,3%), Ucrânia (3,0%), Portugal e Colômbia (ambos com 2,4%) e Rússia e Itália (ambos com 2,2%). Outros países, que contribuíram individualmente com menos de sete publicações, foram agrupados e representaram, em conjunto, 32,9% dos registros (Appendix).

A presença de autores vinculados a diferentes países em uma mesma publicação evidencia a ampla distribuição geográfica das pesquisas e a ocorrência de coautorias internacionais (Figura 2). Nesse contexto, a maior participação do Brasil, seguido pela China e Estados Unidos, pode estar relacionada tanto aos investimentos em pesquisa quanto à necessidade de subsidiar o planejamento territorial em países caracterizados por elevada diversidade climática, ambiental e de uso da terra (Pandolfo *et al.*, 2021).

Figura 2 - Mapa de coautoria entre diferentes países por publicação científica



Fonte: Pesquisa direta. Organização: Os autores (2026).

A classificação temática em áreas de pesquisa, proposta pela Web of Science, indicou que as publicações estão concentradas principalmente nas áreas de Agricultura, de Ciências Ambientais e Ecologia e de Ciências Atmosféricas e Meteorologia. Na área da Agricultura, destacaram-se as categorias Agronomia (57 artigos), Agricultura Multidisciplinar (37 artigos), Engenharia Agrícola e Fitotecnia (19 artigos cada), além de Horticultura e Ciência do Solo (8 artigos cada categoria), indicando a orientação das pesquisas para temas relacionados à produção agrícola sustentável, ao uso e manejo do solo e aos desafios associados às mudanças climáticas (Tabela 1). Nas Ciências Ambientais e Ecologia, sobressaíram-se categorias como Ciências Ambientais (49 artigos), Estudos Ambientais (21 artigos), Ecologia (11 artigos), Ciência e Tecnologia Verde e Sustentável (9 artigos), Sensoriamento Remoto (8 artigos) e Geografia (2 artigos), refletindo preocupações crescentes com impactos ambientais, conservação de recursos naturais, sustentabilidade e o uso de tecnologias espaciais no monitoramento ambiental.

A presença de estudos nas áreas de Ciências Atmosféricas e Meteorologia, Geografia, e Sensoriamento remoto evidencia a relevância das geotecnologias e modelagens climáticas como ferramentas para apoiar tanto diagnósticos ambientais quanto zoneamentos para fins agrícolas. Entretanto, observou-se uma baixa representatividade de publicações nas áreas das Ciências Sociais (Appendix) em comparação com o volume de pesquisas em ciências naturais, que pode representar uma lacuna importante, uma vez que as práticas sustentáveis de manejo dos recursos naturais somente se consolidam quando articuladas a fatores sociais, políticas públicas e viabilidade econômica (Erdogan; Bastidas, 2020; Turetta *et al.*, 2017).

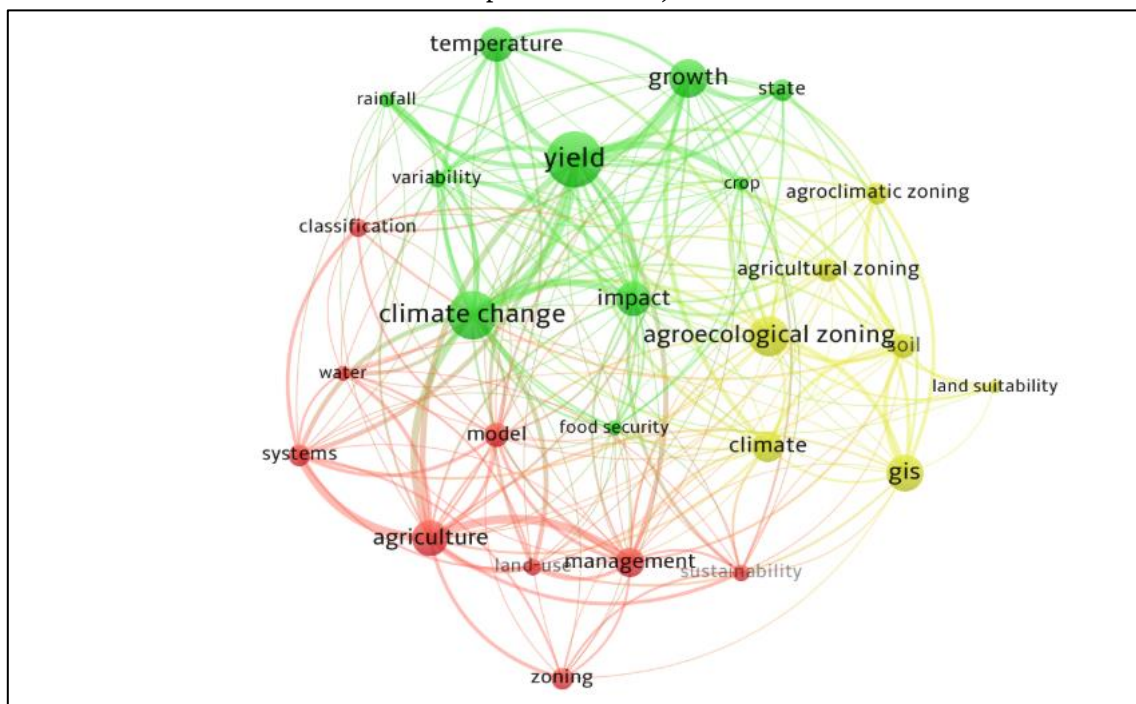
Tabela 1 - Principais categorias obtidas dos 269 registros bibliográficos relacionados à Zoneamento.

Categorias	Número	%
Agronomia	57	13,4
Ciências Ambientais	49	11,5
Agricultura multidisciplinar	37	8,7
Ciências Atmosféricas e Meteorologia	31	7,3
Estudos Ambientais	21	4,9
Ciências Vegetais (Fitotecnia)	19	4,5
Engenharia Agrícola	19	4,5
Geografia	15	3,5
Ciência e Tecnologia Verde e Sustentável	14	3,3
Ecologia	11	2,6
Sensoriamento Remoto	10	2,3
Geografia física	10	2,3
Ciências Florestais	9	2,1
Ciência do Solo	8	1,9
Horticultura	8	1,9
Energia e Combustíveis	8	1,9
Economia	7	1,6
Ciências Multidisciplinares	7	1,6
Geociências Multidisciplinares	7	1,6
Ciência e Tecnologia de Alimentos	6	1,4
Biotecnologia e Microbiologia Aplicada	6	1,4

Fonte: Pesquisa direta. Organização: Os autores (2026).

A partir de um conjunto de 1.298 palavras-chave, foi construído um mapa de rede considerando as 26 palavras-chave de maior ocorrência. Esse recorte possibilitou caracterizar a estrutura temática das produções analisadas ao evidenciar as palavras-chave mais recorrentes e suas relações de coocorrência, permitindo identificar os principais focos de pesquisa sobre zoneamento aplicado à agricultura (Pandolfo *et al.*, 2021). As palavras-chave foram organizadas em três *clusters* principais, diferenciados pelas cores verde, vermelho e amarelo. A intensidade da coocorrência é representada pela espessura das linhas que conectam as palavras-chave, enquanto o tamanho dos círculos é proporcional à frequência de ocorrência de cada termo. Assim, quanto maior o círculo, maior a frequência de ocorrência da respectiva palavra-chave (Figura 3).

Figura 3 - Mapa de rede de palavras-chave dos 269 artigos retornados na base de dados (total de 1.298 palavras-chave)



Fonte: Pesquisa direta. Organização: Os autores (2026).

O *cluster* verde concentrou o maior número de palavras-chave, reunindo termos como *growth*, *yield* e *crop*, *impact*, *climate change*, *rainfall* e *temperature*. A elevada densidade de palavras-chave e a forte conexão entre os termos presentes sugerem que esse cluster é um dos principais eixos temáticos da literatura, buscando compreender como a variabilidade climática e os impactos das mudanças climáticas no desenvolvimento das culturas, além das implicações das alterações climáticas para a segurança alimentar. O *cluster* vermelho reuniu palavras relacionadas ao planejamento agrícola, ao manejo e uso da terra, com destaque para palavras-chave como *agriculture*, *management*, *model*, *systems* e *zoning*. A partir das ligações entre esses termos sugerem uma abordagem voltada no desenvolvimento de modelos e sistemas de apoio ao planejamento territorial e ao manejo agrícola, mantendo relação com a disponibilidade de água e sustentabilidade. O *cluster* amarelo reuniu palavras-chave como *GIS* (Sistema de Informação Geográfica), *climate*, *soil*, *agricultural zoning*, *agroclimatic zoning*, *agroecological zoning* e *land suitability*, evidenciando integração de informações espaciais na elaboração dos diferentes tipos de zoneamento em função de informações climáticas e edáficas do solo. Comparativamente aos demais *clusters*, esse grupo é mais restrito e com menor integração temática com o restante da

literatura, possivelmente representando uma abordagem metodológica ou regional específica para zoneamentos.

Embora representem diferentes enfoques, o mapa apresenta uma estrutura coesa e com muita interconectividade entre os termos, caracterizando uma abordagem multidisciplinar, integrando conhecimentos das áreas de climatologia, ciência do solo, geoprocessamento, modelagem e manejo agrícola. Além disso, a organização dos *clusters* demonstra que a produção científica evoluiu de abordagens tradicionalmente focadas na caracterização de solos e clima para estudos mais integrados, nos quais geotecnologias, modelagem espacial e cenários de mudanças climáticas são usados para subsidiar o planejamento agrícola e a gestão sustentável dos recursos naturais. Por fim, os três *clusters* se articulam para atender aos desafios da agricultura frente às mudanças climáticas e à necessidade de uso sustentável dos recursos naturais (Pandolfo *et al.*, 2021).

B. Análise Comparativa das Modalidades de Zoneamento Aplicados à Agricultura

A comparação entre as estratégias de busca para as diferentes modalidades de zoneamento e a classificação das publicações após a triagem evidenciou importantes divergências terminológicas (Tabela 2).

Tabela 2 - Correspondência entre a estratégia de busca utilizada na *Web of Science* e a classificação metodológica final das publicações

Estratégias de busca pelo Web of Science	Publicações recuperadas	Publicações após a triagem							
		ZAB	ZAE	ZAC	ZEC	ZARC	ZAG	ZAP	NP*
Zoneamento agroambiental - ZAB	3	2	0	0	0	0	0	0	1
Zoneamento agroecológico - ZAE	113	4	41	12	12	1	0	0	43
Zoneamento agroclimático - ZAC	101	0	7	61	6	2	0	0	25
Zoneamento edafoclimático - ZEC	9	0	0	0	8	0	0	0	1
Zoneamento agrícola de risco climático - ZARC	21	0	0	8	0	8	0	0	5
Zoneamento agrícola - ZAG	85	1	4	10	3	9	5	0	53
Zoneamento de aptidão agrícola - ZAP	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	332	7	52	91	29	20	5	0	128

*NP: publicações que, após a análise metodológica, não puderam ser classificadas em nenhuma das modalidades de zoneamento consideradas neste estudo.

Fonte: Pesquisa direta. Organização: Os autores (2026).

Entre as estratégias utilizadas, a busca por zoneamento agroecológico recuperou o maior número de publicações (113 artigos), enquanto a maior discrepância entre o número de publicações recuperadas na busca inicial e aquelas efetivamente enquadradas após a triagem foi observada para o zoneamento agrícola. Nessa categoria, das 85 publicações inicialmente identificadas, cinco (5,9%) desenvolveram metodologias compatíveis com essa modalidade. Em contrapartida, o zoneamento edafoclimático apresentou a maior correspondência entre a terminologia empregada e a metodologia adotada, com oito dos nove estudos (88,9%) permanecendo classificados nessa categoria após a triagem.

A estratégia de busca empregada para o zoneamento de aptidão agrícola não recuperou publicações e não foram identificados estudos que efetivamente desenvolvem metodologias dessa natureza. Esse resultado pode estar relacionado ao fato de que a literatura diferencia a avaliação da aptidão agrícola do zoneamento propriamente dito, tratando a aptidão como um procedimento técnico ou critério metodológico que pode subsidiar diferentes modalidades de zoneamento, e não necessariamente como uma modalidade específica de zoneamento, conforme observado no estudo de Morton *et al.* (2016). Essa distinção conceitual ajuda a explicar a ausência de estudos classificados nessa categoria e evidencia que diferentes modalidades de zoneamento podem incorporar análises de aptidão agrícola sem que isso se reflita na terminologia empregada para denominá-las.

A análise metodológica realizada na etapa 2 revelou que, após a triagem, 204 publicações, equivalente a 61,4%, efetivamente desenvolveram metodologias de zoneamento voltadas à agricultura. As 128 publicações restantes foram classificadas como não pertencentes (NP), por não apresentarem procedimentos metodológicos específicos voltados à zoneamentos. Embora empregassem terminologias relacionadas ao zoneamento, essas publicações utilizavam tais conceitos para contextualizar a pesquisa, referenciar estudos anteriores, caracterizar a área de estudo ou empregar produtos derivados de zoneamentos previamente elaborados.

Contudo, observou-se que, das 332 publicações, 22 foram identificadas como duplicadas, ou seja, o mesmo artigo recuperado de estratégias de busca distintas. Essa sobreposição era esperada, uma vez que um mesmo estudo pode utilizar diferentes denominações de zoneamento ao longo do texto, seja na revisão de literatura, na contextualização da pesquisa ou na discussão dos resultados, sendo recuperado por mais de uma estratégia de busca. Após a remoção das duplicatas, obtiveram-

se 310 publicações, correspondendo ao mesmo número de estudos selecionados após a aplicação dos critérios de inclusão na etapa 1.

Zoneamento agroecológico

A busca inicial resultou em 113 publicações que, após a triagem, foi reduzida a 41 publicações (36,3% do total inicial). Isso porque diversas publicações utilizam o termo "agroecológico", mas, metodologicamente, desenvolvem um zoneamento edafoclimático ou agroclimático (ex.: Singh, Sood, Baldi, 2021). Observou-se também uma sobreposição terminológica, exemplificada pelo emprego de termos como “zoneamento pedo-agroecológico”, que, em alusão ao zoneamento agroecológico, refere-se predominantemente ao mapeamento de solos associado a componentes geomorfológicos (Belozertseva *et al.*, 2024) ou à caracterização de ecossistemas frágeis. Essas publicações evidenciam que o adjetivo agroecológico é frequentemente empregado para caracterizar estudos baseados na integração de atributos do meio físico, sem ter correspondência ao conceito clássico de *Agro-Ecological Zoning* proposto pela FAO, que pressupõe a integração das exigências ecológicas das culturas às características biofísicas do território em uma perspectiva de planejamento do uso da terra.

O zoneamento agroecológico frequentemente integra duas ou mais variáveis ambientais, relacionando, em geral, informações de solo e clima com características do território, como a topografia e critérios de planejamento territorial, que podem incluir a exclusão de áreas urbanas, unidades de conservação ou terras destinadas a outros usos, visando à implantação de atividades agrícolas em locais adequados. Isso fica evidente no estudo de Falasca, Ulberich e Pitta-Alvarez (2014) que adota um padrão observado em outras publicações, cujo zoneamento agroecológico é construído a partir de um zoneamento agroclimático, posteriormente refinado pela incorporação de informações edáficas e, por último, de restrições de uso da terra. Essa publicação, inclusive, segue uma metodologia proposta pela FAO para zoneamentos agroecológicos (FAO, 1996; Fischer *et al.*, 2021; Nabati *et al.*, 2023). Assim, embora a metodologia seja fortemente baseada em variáveis edafoclimáticas, o produto é um zoneamento agroecológico, pois integra as exigências ecológicas para culturas agrícolas ao planejamento espacial, subsidiando sua implantação em áreas agronomicamente adequadas.

A análise das publicações evidenciou duas abordagens predominantes para o zoneamento agroecológico. A primeira, associada à concepção clássica de *Agro-Ecological Zoning*,

fundamenta-se na avaliação integrada das exigências ecológicas de culturas baseado em condições climáticas, edáficas e topográficas, podendo incorporar restrições de uso da terra para delimitar áreas adequadas à produção (FAO, 1996). A segunda apresenta caráter mais abrangente de planejamento territorial de zonas ecológicas aptas ao uso agrícola, sem especificar culturas, incorporando, além dos fatores biofísicos, aspectos relacionados ao uso e ocupação da terra, aos sistemas produtivos e, em alguns casos, às dimensões socioeconômicas (Reyes-Yunga *et al.*, 2024).

Zoneamento agroambiental

Das três publicações recuperadas na busca inicial, duas relacionam-se ao conceito de ambiente, avaliando a interação entre os componentes bióticos e abióticos dos ecossistemas com aspectos agrícolas, além de considerar fatores sociais, econômicos e culturais que condicionam o uso da terra. Dessa forma, nos estudos observados, o zoneamento agroambiental caracteriza-se por integrar informações sobre os recursos naturais e o uso da terra, subsidiando a delimitação de zonas destinadas à produção agrícola de forma compatível com suas potencialidades e limitações, incluindo possíveis impactos na biodiversidade e nos serviços ecossistêmicos (Aguilar-Sánchez; Aguilar-Sánchez, 2024).

Sob essa perspectiva, o zoneamento agroambiental pode ser compreendido como um instrumento de planejamento e gestão territorial que busca compatibilizar a produção agropecuária com a conservação dos recursos naturais e prevenção de desequilíbrios ambientais. Diferentemente de abordagens voltadas predominantemente à aptidão agrícola, essa modalidade incorpora a avaliação dos impactos potenciais das atividades agropecuárias sobre o meio ambiente, a conservação dos recursos hídricos, a vulnerabilidade ambiental e os conflitos de uso da terra. Dessa forma, subsidia a definição de diretrizes para o ordenamento territorial e para a formulação de políticas voltadas ao uso sustentável dos recursos naturais, sendo aplicado em diferentes contextos, como o licenciamento ambiental, a gestão de bacias hidrográficas e o ordenamento costeiro (Santos; Ranieri, 2013; Marques Neto, 2018; Aguilar-Sánchez; Aguilar-Sánchez, 2024; Xu *et al.*, 2025).

Embora a busca bibliográfica tenha retornado com poucas publicações empregando o termo zoneamento agroambiental, os estudos analisados apresentam um elemento comum: a integração entre variáveis agrícolas e ambientais em uma perspectiva de planejamento territorial. Considerando os fundamentos do *Agro-Ecological Zoning* da FAO (FAO, 1996), os resultados

desta revisão sugerem que o zoneamento agroambiental seja compreendido como uma modalidade de zoneamento agroecológico, porém, integrando critérios de áreas com potencial agrícola à conservação ambiental e ecossistêmica para subsidiar decisões sobre o uso sustentável da terra.

Distingue-se, portanto, do zoneamento agroecológico não necessariamente pelo conjunto de variáveis utilizadas, que pode ser parcialmente semelhante, mas pelos objetivos que orientam sua aplicação. Enquanto o zoneamento agroecológico se orienta principalmente pela adequação das atividades agrícolas às condições ecológicas e territoriais, o zoneamento agroambiental enfatiza a compatibilização entre sistemas produtivos e conservação dos recursos naturais, considerando a vulnerabilidade ambiental como elemento central do planejamento.

Zoneamento agroclimático

Do total de 101 publicações, 60,4% correspondem efetivamente a estudos que desenvolvem zoneamentos agroclimáticos, evidenciando que, de forma recorrente na literatura, a terminologia empregada nos títulos ou nos resumos não reflete adequadamente a metodologia adotada. As publicações analisadas demonstram que, no zoneamento agroclimático o principal objetivo é a delimitação de zonas agrícolas a partir das condições climáticas, destacando a importância de variáveis como temperatura, precipitação, regime hídrico e riscos de geadas ou secas. Além dos modelos tradicionais, voltados à definição de culturas, épocas de plantio, estratégias de manejo e controle de pragas e doenças, observa-se uma tendência crescente de modelos capazes de realizar projeções e cenários climáticos futuros, evidenciando a preocupação em antecipar os efeitos das mudanças climáticas sobre a produção agrícola, contribuindo diretamente para a resiliência da agricultura frente às incertezas ambientais.

Cabe destacar que os estudos de zoneamento agroclimático podem incorporar atributos do solo, como textura, porosidade, profundidade efetiva ou capacidade de água disponível (CAD), principalmente para representar a capacidade de armazenamento de água e subsidiar o cálculo do balanço hídrico das culturas (Torsoni *et al.*, 2025; Wollmann; Galvani, 2013). Nesses casos, entretanto, o solo exerce um papel auxiliar, complementando a interpretação das condições climáticas, sem atuar como critério independente na delimitação das zonas de aptidão. Assim, a simples inclusão de informações de solos não caracteriza um zoneamento edafoclimático, que pressupõe a integração explícita entre fatores climáticos e atributos do solo, ambos desempenhando papel de igual importância na definição da aptidão agrícola. Essa distinção mostrou-se recorrente

entre as publicações analisadas e constitui um dos principais fatores de confusão na utilização dessas terminologias.

Outro aspecto observado durante as análises foi que uma fração das publicações inicialmente relacionadas ao zoneamento agrícola de risco climático (ZARC), em razão do emprego de termos como *Climate Risk Zoning* ou *Agroclimatic Risk Zoning*, não se enquadraram metodologicamente nessa modalidade de zoneamento, pois se limitavam à avaliação da aptidão climática das culturas, sem incorporar o conjunto de critérios que caracteriza o ZARC, como a definição de janelas de semeadura em função do risco climático.

Zoneamento edafoclimático

Do total de nove publicações recuperadas para essa modalidade de zoneamento, 88,9% foram efetivamente classificadas nessa categoria após a triagem. O zoneamento edafoclimático amplia a avaliação da aptidão agrícola ao integrar, de forma explícita e equivalente, fatores climáticos e atributos edáficos na delimitação de áreas aptas ao cultivo (Arellano *et al.*, 2022; Kurina *et al.*, 2018). Além de variáveis climáticas, como temperatura, precipitação e disponibilidade hídrica, são considerados atributos do solo, como fertilidade, textura, profundidade efetiva, capacidade de retenção de água, salinidade ou mesmo limitações físicas, podendo ainda incorporar características topográficas quando estas influenciam diretamente o potencial produtivo.

Observou-se que algumas publicações empregaram o termo zoneamento edafoclimático como sinônimo de zoneamento agroclimático, identificando a aptidão de áreas para cultivos agrícolas a partir da análise de variáveis ambientais. No entanto, ao examinar essas publicações, percebeu-se que cada abordagem enfatiza dimensões distintas do território e, conseqüentemente, gera diagnósticos e recomendações com focos diferentes.

Expressões como zoneamento agropedoclimático e pedoclimático apresentam forte proximidade conceitual com o zoneamento edafoclimático, uma vez que os prefixos “edafo” e “pedo” remetem à incorporação de características do solo associadas às condições climáticas na delimitação das zonas. Dessa forma, com base nas publicações analisadas, propõe-se, como estratégia de padronização terminológica, o emprego do termo 'zoneamento edafoclimático.

A integração entre diferentes fatores climáticos e edáficos torna o zoneamento edafoclimático uma abordagem bastante flexível para estudos de aptidão agrícola, permitindo diferentes combinações de variáveis climáticas e atributos do solo, bem como distintos critérios para sua

integração. Essa flexibilidade favorece sua adaptação a diferentes culturas, escalas de análise e disponibilidades de dados, mas também dificulta sua replicação, a implementação em larga escala, especialmente em regiões onde inexistem levantamentos detalhados de solos (Arellano *et al.*, 2022; Kurina *et al.*, 2018), e a comparação entre os resultados obtidos em diferentes publicações. Por essa razão, alguns autores propõem adaptações de metodologias consolidadas, tradicionalmente empregadas em zoneamentos agroecológicos, em estudos de zoneamento edafoclimático, preservando a integração entre fatores climáticos e atributos do solo (Arellano *et al.*, 2022).

Zoneamentos agrícola de risco climático

Das 21 publicações inicialmente relacionadas a essa modalidade de zoneamento, 38,1% trata efetivamente do Zoneamento Agrícola de Risco Climático (ZARC). Durante a análise, observou-se que nem toda publicação relacionada ao termo *Climate Risk Zoning* corresponde ao ZARC, uma vez que essa expressão é utilizada internacionalmente de forma genérica para designar zoneamentos baseados no risco climático. Em contrapartida, o ZARC constitui uma metodologia institucionalizada no Brasil, definida pelo Decreto nº 9.841/2019 e operacionalizada por meio de portarias do MAPA, baseada em critérios específicos relacionados ao solo, ao clima, ao balanço hídrico e à avaliação probabilística do risco para definição das janelas de plantio (Brasil, 2019).

Assim, embora ambas as abordagens compartilhem o objetivo de reduzir os riscos associados às condições climáticas, o ZARC pode ser compreendido como uma modalidade específica de zoneamento de risco climático, caracterizado por uma metodologia padronizada e regulamentada para a avaliação do risco climático na agricultura.

Ao todo, 14 publicações foram veiculadas em periódicos nacionais, evidenciando a natureza do ZARC como um instrumento de política pública desenvolvido no Brasil. Apesar disso, observa-se interesse internacional por metodologias de avaliação do risco climático na agricultura, refletido pela publicação de parte dos estudos em periódicos estrangeiros. Entretanto, esse número pode ser ainda mais significativo, uma vez que uma parcela significativa dos trabalhos relacionados ao ZARC não é publicada em revistas científicas, sendo divulgada por outros meios, como canais de comunicação de instituições de pesquisa e extensão, universidades e fundações (Pandolfo *et al.*, 2021).

O risco climático para determinada cultura é decorrente da instabilidade das condições climáticas e da impossibilidade de controle sobre os fenômenos naturais. Tendo em vista essa

vulnerabilidade, foi criado no Brasil o Programa Nacional de Zoneamento Agrícola de Risco Climático, que visa mitigar os riscos por meio da definição de áreas e períodos mais apropriados para o cultivo de espécies ou cultivares, considerando a duração do ciclo das culturas, seus períodos críticos de desenvolvimento e fatores associados ao manejo (Brasil, 2019; Monteiro, 2020).

Zoneamento agrícola

Das 85 publicações recuperadas, cinco foram classificadas como estudos de zoneamento agrícola após a triagem, revelando que a presença de termos como "*agricultural zoning*" no título, no resumo ou em palavras-chave não é suficiente para caracterizar essa modalidade de zoneamento. Os estudos selecionados após a triagem indicam que o zoneamento agrícola se caracteriza como um instrumento de planejamento territorial voltado à organização da atividade agrícola, podendo integrar diferentes condicionantes da produção de acordo com os objetivos do planejamento, como uso da terra, disponibilidade hídrica, infraestrutura e potencial produtivo.

Diferentemente das demais modalidades analisadas, não se observou um conjunto específico de critérios que defina sua elaboração, sendo a seleção das variáveis condicionada aos objetivos de cada estudo. Essa flexibilidade confere ao zoneamento agrícola menor especificidade metodológica, aproximando-o, em alguns casos, de modalidades como o zoneamento agroecológico e o agroambiental, porém sem necessariamente incorporar a amplitude de critérios ecológicos, territoriais ou de conservação ambiental que caracteriza essas modalidades.

O número de publicações recuperadas foi relativamente grande porque, nos Estados Unidos, o termo *agricultural zoning* se refere a um instrumento legal de ordenamento territorial, isto é, leis que restringem a conversão de terras agrícolas para usos urbanos. Por outro lado, observou-se também que, em muitas publicações, o termo zoneamento agrícola foi empregado para designar diferentes abordagens de zoneamentos agroclimáticos, edafoclimáticos e agroecológicos, sendo empregado como um termo genérico para designar diferentes modalidades de zoneamento. Essa diversidade de denominações nem sempre corresponde a diferenças metodológicas bem definidas, evidenciando a ausência de padronização conceitual e dificultando a comparação entre estudos.

Com base na análise das publicações, observa-se que as diferentes modalidades de zoneamento se distinguem principalmente pela finalidade do estudo, e não apenas pelo conjunto de variáveis utilizadas. Assim, propõe-se uma síntese dos contextos de aplicação das principais terminologias empregadas em zoneamentos aplicados à agricultura (Tabela 3), visando contribuir

para a padronização conceitual e reduzir as inconsistências terminológicas identificadas na literatura.

Tabela 3 - Proposta de contextos de aplicação das principais terminologias de zoneamento aplicado à agricultura

Tipo de zoneamento	Contexto de aplicação
Agroambiental	Quando o objetivo é orientar o planejamento territorial da atividade agrícola, conciliando a produção com a conservação dos recursos naturais, a proteção dos ecossistemas e a prevenção de impactos ambientais.
Agroecológico	Quando o objetivo é definir a aptidão de culturas ou sistemas de produção, integrando as exigências ecológicas das culturas às condições biofísicas do território para subsidiar o planejamento agrícola sustentável.
Agroclimático	Quando o objetivo é identificar áreas aptas ou épocas de cultivo com base predominantemente nas condições climáticas.
Edafoclimático	Quando o objetivo é avaliar a aptidão agrícola por meio da integração explícita entre fatores edáficos e climáticos, ambos considerados determinantes na delimitação das áreas aptas ao cultivo.
Agrícola de risco climático	Quando o objetivo é definir épocas de semeadura de menor risco climático para culturas ou cultivares, considerando conjuntamente clima, solo, balanço hídrico, ciclo das culturas e probabilidades de perdas.
Agrícola	Quando o objetivo é organizar espacialmente a atividade agrícola ou orientar o uso agrícola do território, integrando diferentes fatores conforme a finalidade do estudo, sem estar vinculado a uma metodologia específica.

Fonte: Organização: Os autores (2026).

Ressalta-se que a proposta apresentada não pretende substituir definições institucionais ou metodologias consolidadas, mas oferecer um referencial conceitual fundamentado na literatura analisada. Em situações nas quais uma mesma metodologia possa atender a diferentes finalidades, recomenda-se que a terminologia adotada reflita o objetivo predominante do zoneamento, favorecendo maior clareza e consistência na comunicação científica.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A produção científica sobre zoneamentos aplicados à agricultura apresentou crescimento ao longo das últimas duas décadas, principalmente na Agricultura e Ciências Ambientais. Grande parte dessas publicações tem forte participação de abordagens relacionadas ao clima, agronomia, geotecnologias e modelagem. Em contraste, menos publicações tratam de questões sociais e econômicas, indicando a necessidade de ampliar a integração desses componentes, especialmente nas modalidades destinadas ao planejamento e ao ordenamento territorial.

A revisão evidenciou que a literatura sobre zoneamentos aplicados à agricultura apresenta expressiva diversidade terminológica e metodológica, com denominações semelhantes sendo empregadas para abordagens distintas e, inversamente, diferentes termos sendo utilizados para metodologias conceitualmente próximas. Essa inconsistência demonstra que a denominação atribuída aos zoneamentos nem sempre é suficiente para caracterizá-los, sendo necessário considerar a finalidade da análise, os critérios empregados e a função que estes desempenham na delimitação das zonas.

Os resultados corroboram a hipótese de que a ausência de padronização na terminologia dificulta a comparabilidade metodológica entre estudos e reforçam que a finalidade do zoneamento constitui o principal critério para distinguir suas diferentes modalidades. Nesse contexto, a proposta de sistematização apresentada na Tabela 3 sintetiza os contextos de aplicação das principais terminologias utilizadas em zoneamentos aplicados à agricultura, oferecendo um referencial conceitual para reduzir ambiguidades e favorecer maior consistência na comunicação científica.

Como limitações, destaca-se que a revisão foi baseada em publicações indexadas na *Web of Science* e recuperadas a partir dos termos previamente definidos na estratégia de busca, de modo que estudos disponíveis em outras bases ou que empreguem terminologias distintas podem não ter sido contemplados. Além disso, a análise das publicações recuperadas das estratégias de busca foi realizada por um número restrito de pesquisadores, limitando-se muitas vezes, na interpretação do título, do resumo, dos objetivos e procedimentos metodológicos descritos. Assim, as categorias sistematizadas nesta revisão devem ser compreendidas como uma síntese das abordagens identificadas na literatura analisada, e não como uma classificação normativa ou definitiva das modalidades de zoneamento.

Dessa forma, mais do que uma uniformização estritamente terminológica, os resultados apontam para a necessidade de maior clareza conceitual e metodológica na elaboração e denominação dos zoneamentos aplicados à agricultura. A explicitação da finalidade, dos critérios utilizados e da função desempenhada por cada variável na delimitação das zonas pode favorecer a comparabilidade e a reprodutibilidade dos estudos. Avanços futuros devem também ampliar a integração entre componentes biofísicos e socioeconômicos, contribuindo para abordagens de zoneamento mais adequadas às diferentes demandas do planejamento agrícola e territorial.

REFERÊNCIAS

- AGUILAR-SÁNCHEZ, G.; AGUILAR-SÁNCHEZ, D. Agro-environment zoning and growth periods of the municipality of Maravatio (Michoacán, México). **Revista de Estudios Andaluces**, v. 47, p, 78-97, 2024.
- ARANTES, L.T.; CUNHA, D.C.; LOURENÇO, R.W. Uma revisão sistemática sobre as abordagens e métodos utilizados no zoneamento ecológico-econômico no Brasil. **Revista Principia**, v. 60, n. 3, p. 938-957, 2023.
- ARELLANO, J.L.D.R; AGUILAR-RIVERA, N.; LEYVA-OVALLE, O.R.; ANDRES-MEZA, P.; MENESES-MARQUEZ, I.; BOLIO-LÓPEZ, G.I. Zonificación edafoclimática de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) para la producción sostenible de bioproductos. **Revista de Geografía Norte Grande**, v.81, p.361-383, 2022.
- BARBOSA NETO, M.V.; ARAÚJO, M.S.B.; ARAUJO FILHO, J.C. Zoneamento do potencial agrícola dos solos de uma área de cultivo na Zona da Mata de Pernambuco. **Sociedade & Natureza**, v. 29, n. 2, p. 295-308, 2017.
- BELOZERTSEVA, I.A.; SOROKOVOY, A.A.; LOPATINA, D.N. Mapping of soils and lands to assess their condition. **Geography and Natural Resources**, v.45, p.S78-S91, 2024.
- BRASIL. **Decreto n. 9.841, de 18 de junho de 2019**. Dispõe sobre o Programa Nacional de Zoneamento Agrícola de Risco Climático, e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 18 jun. 2019.
- DOMINGUES, J.M.M.; STANGANINI, F.N. Estudo bibliométrico sobre o zoneamento ambiental associado ao contexto urbano (2010-2021). **Geociências**, n.41, v.3, p.583-592, 2022.
- ERDOGAN, H.E; BASTIDAS, S. **Framework for Integrated Land Use Planning: an innovative approach**. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Rome: FAO, 2020.
- FALASCA, S.L.; ULBERICH, A.C.; PITTA-ALVAREZ, S. Possibilities for growing kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) in Argentina as biomass feedstock under dry-subhumid and semiarid climate conditions. **Biomass and bioenergy**, v. 64, p. 70-80, 2014.
- FISCHER, G.; NACHTERGAELE, F.O.; VAN VELTHUIZEN, H.T.; CHIOZZA, F.; FRANCESCHINI, G.; HENRY, M.; MUCHONEY, D.; TRAMBEREND, S. **Global Agro-Ecological zones (GAEZ v 4) - model documentation**,. 2021.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. **Agroecological Zoning: Guidelines**. Rome: FAO, 1996. (FAO Soil Bulletin, 73).

JI, X.; ZHUO, L.; YUE, Z.; GAO, R.; LI, M.; WU, P. Spatial and temporal dynamic zoning of crop water consumption under past and future climate and socioeconomic changes in China. **Sustainable Production and Consumption**, v.50, p.98-114, 2024.

KURINA, F.G.; HANG, S.; CORDOBA, M.A.; NEGRO, G.J.; BALZARINI, M.G. Enhancing edaphoclimatic zoning by adding multivariate spatial statistics to regional data. **Geoderma**, v.310, p.170-177, 2018.

LIMA, J.A.G.; SOUZA, F.E.C.; SILVA, F.G.; TERRA, F.D.S.; FREITAS, D.F., COSTA, M. C.G.; TOMA, R.S. Adapting the land agricultural suitability assessment scheme for drylands edaphoclimatic conditions. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 47, p. e0230024, 2023.

MARQUES NETO, R. The mountainous regions and the planning of its landscapes: a proposal of environmental zoning for the southern Mantiqueira in Minas Gerais. **Confins: Revista Franco-Brasileira de Geografia**, v. 35, 2018.

MONTEIRO, J.E.B.A. Zoneamentos de Uso Agrícola. In: LANDAU, E.C.; SILVA, G.A.; MOURA, L.; HIRSCH, A.; GUIMARÃES, D.P. (ed.). **Dinâmica da produção agropecuária e da paisagem natural no Brasil nas últimas décadas**. Brasília, DF: Embrapa, 2020. p. 179-190.

MORTON, D.C.; NOOJIPADY, P.; MACEDO, M.M.; GIBBS, H.; VICTORIA, D.C.; BOLFE, E.L. Reevaluating suitability estimates based on dynamics of cropland expansion in the Brazilian Amazon. **Global Environmental Change**, v. 37, p. 92–101, 2016.

NABATI, J.; NEZAMI, A.; NEAMATOLLAHI, E.; AKBARI, M. An integrated approach land suitability for agroecological zoning based on fuzzy inference system and GIS. **Environment, Development and Sustainability**, v.25, n.3, p.2316-2338, 2023.

PAGE, M.J.; MCKENZIE, J.E.; BOSSUYT, P.M.; BOUTRON, I.; HOFFMANN, T.C.; MULROW, C.D.; ...; MOHER, D. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. **The BMJ**, v.372, n.71, p.1-9. 2021.

PANDOLFO, C.; SILVA, E.B.; WERNER, S.S. Publicações sobre o zoneamento agrícola em revistas científicas no Brasil de 1995 a 2018. **Agrometeoros**, v. 29, p. e026864, 2021.

REYES-YUNGA, D. F.; VIERA-TORRES, M.; PÉREZ, G.; GALEAS, M. *Theobroma cacao* L., land use conflict on the Ecuadorian coast. **Investigaciones Geográficas**, n. 82, p. 145–165, 2024.

SANTOS, M.R.R.D.; RANIERI, V.E.L. Critérios para análise do zoneamento ambiental como instrumento de planejamento e ordenamento territorial. **Ambiente & Sociedade**, v.16, p.43-60, 2013.

SINGH, P.A.; SOOD, A.; BALDI, A. An agro-ecological zoning model highlighting potential growing areas for medicinal plants in Punjab. **Indian Journal of Pharmaceutical Education and Research**, v.55, n.2, p.S492-S500, 2021.

TORSONI, G.B.; APARECIDO, L.E.D.O.; BARATTI, A.C.C.; ROSSI, M.F.D.M.; LORENÇONE, P.A.; LORENÇONE, J.A. Climatic zoning and future projections of citrus black spot in Brazil: adaptive strategies for sustainable citrus farming in the face of climate change. **Journal of Plant Pathology**, p. 1-14, 2025.

TURETTA, A.P.D.; KUYPER, T., MALHEIROS, T.F.; COSTA COUTINHO, H.L. A framework proposal for sustainability assessment of sugarcane in Brazil. **Land Use Policy**, v.68, p.597-603, 2017.

WOLLMANN, C.A.; GALVANI, E. Zoneamento agroclimático: linhas de pesquisa e caracterização teórica-conceitual. **Sociedade & natureza**, v. 25, p. 179-190, 2013.

XU, Y.; QIN, P.; WANG, Z. Eco-environmental zoning management: An innovative reform of China's environmental impact assessment system. **Environmental Impact Assessment Review**, v.112, p.107786, 2025.