

SUBMETIDO 25/10/2021

APROVADO 13/04/2022

PUBLICADO ON-LINE 20/04/2022

PUBLICADO 10/07/2023

EDITORA ASSOCIADA
Ane Cristine Fortes da Silva

DOI: <http://dx.doi.org/10.18265/1517-0306a2021id6439>

ARTIGO ORIGINAL

Uma revisão sistemática sobre as abordagens e métodos utilizados no zoneamento ecológico-econômico no Brasil

 Leticia Tondato Arantes ^{[1]*}

 Darllan Collins da Cunha e Silva ^[2]

 Roberto Wagner Lourenço ^[3]

[1] leticia.tondato@unesp.br

[2] darllan.collins@unesp.br

[3] roberto.lourenco@unesp.br

Departamento de Engenharia Ambiental,
Universidade Estadual Paulista (UNESP),
Campus Sorocaba, Brasil

RESUMO: O zoneamento ecológico-econômico é caracterizado como um instrumento estratégico para o desenvolvimento de sistemas de planejamento e gestão de espaços territoriais, possibilitando o desenvolvimento em bases sustentáveis. O objetivo deste estudo foi identificar os métodos utilizados para a elaboração de um zoneamento ecológico-econômico e o atual estado de investigação científica no Brasil, por meio de uma revisão bibliométrica sistemática. Durante a pesquisa foi estabelecida a palavra-chave denominada "zoneamento ecológico-econômico" para realizar o processo de busca, obtendo-se um conjunto de 13 artigos. Com base nos resultados, foi possível constatar que são vários os parâmetros e zonas de manejo utilizadas para a elaboração do ZEE, variando em função de aspectos como as características da área, normas e diretrizes regionais e o objetivo do gestor. Por fim, nota-se que pesquisas acerca desse tema ainda são incipientes, indicando um campo de conhecimento com muitas oportunidades e desafios.

Palavras-chave: gestão ambiental; ordenamento territorial; planejamento territorial.

A systematic review on the approaches and methods used in ecological-economic zoning in Brazil

ABSTRACT: Ecological-economic zoning is characterized as a strategic instrument for the development of territorial planning and management systems, enabling sustainable development. The aim of this study was to identify the methods used for the elaboration of ecological-economic zoning and the current state of scientific research in Brazil, through a systematic bibliometric review. During the research, the keyword "ecological-economic zoning" was established to conduct the search process, resulting in a set of 13 articles. Based on the results, it was possible to verify that there are several parameters and management zones used for the elaboration of the EEZ, varying depending on aspects such as the area's characteristics, regional norms and guidelines, and

*Autor para correspondência.

the manager's objective. Finally, it is evident that research on this topic is still in its early stages, indicating a field of knowledge with many opportunities and challenges.

Keywords: *environmental management; regional planning; spatial planning.*

1 Introdução

As alterações no uso do solo são caracterizadas como uma das principais responsáveis pelos processos de mudanças ambientais (MAGLIOCCA *et al.*, 2015; VERBURG *et al.*, 2015). Entre essas mudanças, destaca-se o processo de expansão e estruturação urbana de forma desordenada (SALVATI *et al.*, 2018), somado às atividades agrícolas (LAURANCE; SAYER; CASSMAN, 2014). Tais atividades vêm se expandido constantemente, comumente em áreas naturais, o que pode acarretar múltiplos impactos na sociedade e exercer uma enorme pressão sobre o ambiente e os recursos naturais (GARCÍA; PÉREZ; GUERRA, 2014; SANKHALA; SINGH, 2014; ZHANG *et al.*, 2017).

Nesse sentido, o uso desordenado do solo, motivado pela expansão urbana, e o mau gerenciamento dos recursos naturais nas últimas décadas têm corroborado estudos voltados para questões ambientais (BRASILEIRO, 2009; DU; HUANG, 2017) e para o estabelecimento de instrumentos norteadores (LV *et al.*, 2021). De tal modo, melhorar a eficiência da utilização da terra e de sua cobertura e, conseqüentemente, dos recursos terrestres é de suma importância para o desenvolvimento social, econômico e a proteção ambiental de um determinado local (LIU *et al.*, 2019). Assim, o estabelecimento de mecanismos para o planejamento e a gestão de políticas de desenvolvimento, como o zoneamento ecológico-econômico, possibilita orientação dos espaços geográficos conforme suas formas de uso (BROWN; GLANZ, 2018; GONG *et al.*, 2018; SANTOS, 2004).

Portanto, o zoneamento pode servir como um importante instrumento de gestão e ordenamento territorial, considerando interesses econômicos, sociais e ambientais, corroborando o estabelecimento de políticas públicas setoriais com maior consistência, otimizando o uso dos recursos naturais e a expansão urbana, com a redução da perda de áreas naturais (PEREIRA *et al.*, 2011; RUFFATO-FERREIRA *et al.*, 2018).

Face à problemática exposta, delineou-se uma abordagem metodológica para mensurar o nível de desenvolvimento e perspectivas futuras acerca do zoneamento ecológico-econômico. Assim, com o intuito de obter um panorama geral das pesquisas e métodos que vêm sendo utilizados para a elaboração do zoneamento ecológico-econômico no Brasil, realizou-se uma revisão bibliográfica sistemática das pesquisas realizadas nos últimos 19 anos (do ano de 2002 até o ano de 2020), por meio do levantamento de periódicos de relevância em diferentes bases de dados.

Nesse sentido, este artigo fornece uma visão geral dos aspectos relacionados à elaboração do zoneamento ecológico-econômico no Brasil; nele são apresentados dados das publicações, métodos e parâmetros utilizados para a sua elaboração, zonas de manejo, diretrizes metodológicas e uma discussão sobre o tema e adaptações futuras, por meio da análise bibliométrica.

O artigo está estruturado em várias seções distintas. Na seção 2, são descritos os critérios da pesquisa e a metodologia da amostragem para realizar o estudo. Em seguida, na seção 3, são apresentados os resultados obtidos a partir da análise bibliométrica que foi

realizada para obter uma visão geral de aspectos relacionados ao ZEE, e esses resultados são discutidos com base em artigos previamente publicados. Por fim, na seção 4, são apresentadas as conclusões da pesquisa.

2 Metodologia

O método proposto para o presente estudo partiu de uma breve revisão sistemática e bibliométrica da literatura, ponderando uma análise quantitativa, com o intuito de identificar e analisar os estudos existentes sobre o zoneamento ecológico-econômico no Brasil e as metodologias empregadas para a sua elaboração. O uso desse tipo de pesquisa tem como intuito fornecer um panorama das principais publicações e metodologias utilizadas sobre um determinado tema (CAIADO *et al.*, 2017). Nesse sentido, tal abordagem possibilita uma visão ampla do assunto e fornece informações relevantes sobre o cenário das pesquisas atuais e futuras.

2.1 Critérios da pesquisa e metodologia da amostragem

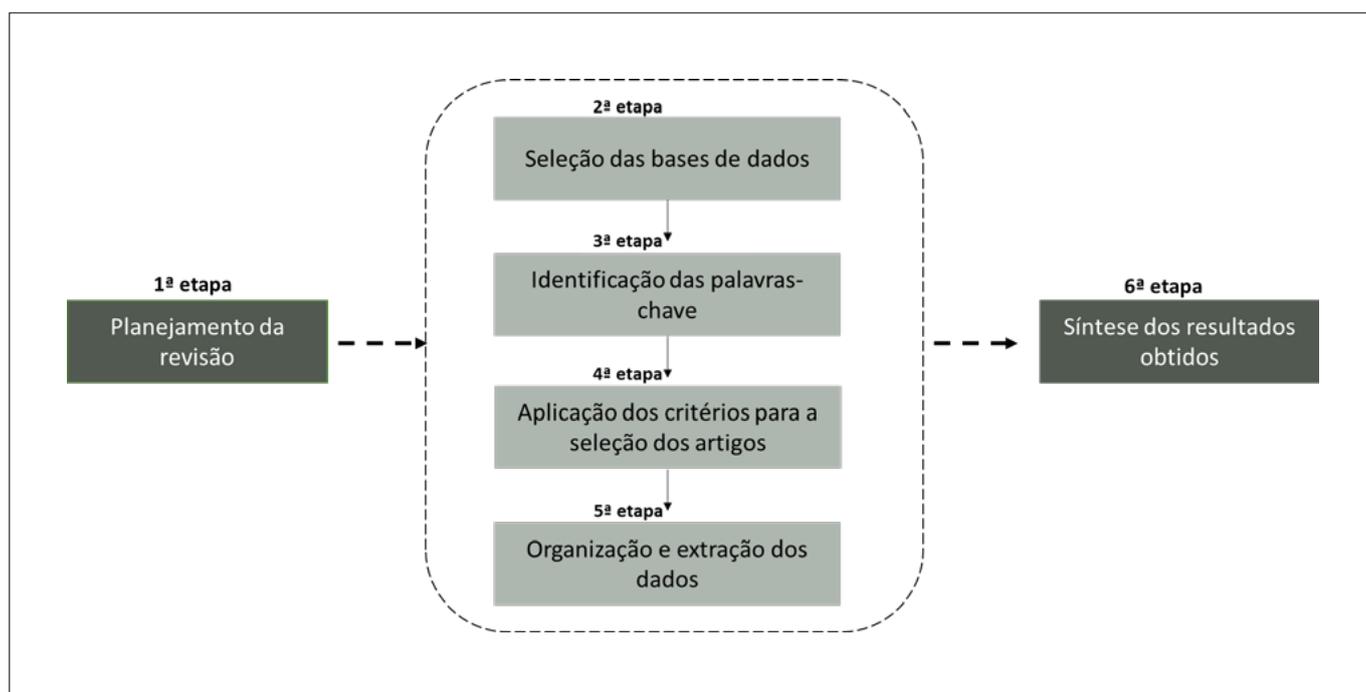
Esta subseção fornece uma breve descrição da metodologia que foi adotada para o desenvolvimento da revisão sistemática da literatura neste estudo. Portanto, com o intuito de obter informações acerca do tema central da pesquisa, esta foi dividida em seis etapas principais, tendo como base orientadora o fluxograma apresentado na Figura 1, que expõe uma síntese do esquema metodológico e dados do levantamento:

- a) Planejamento da revisão: a pesquisa foi delineada de forma a analisar somente artigos científicos presentes em diferentes bases de dados consideradas relevantes. Nesse sentido, o levantamento limitou-se ao período de 2002 até o ano de 2020, com o intuito de englobar os primeiros trabalhos após a regulamentação do ZEE e implantação do Decreto Federal nº 4.297, de 10 de julho de 2002 (BRASIL, 2002) – o qual estabelece critérios para o ZEE como instrumento de organização de território no Brasil –, até as pesquisas atuais;
- b) Seleção das bases de dados: a pesquisa concentrou-se em seis bases de dados científicas e consideradas apropriadas para o desenvolvimento desta revisão: Portal da Capes; Scielo; ScienceDirect; Scopus; Springer Link; e Web of Science.
- c) Identificação dos termos que serão utilizados na pesquisa: inicialmente, foi efetivada uma ampla pesquisa para determinar qual o termo a ser utilizado. Nesse sentido, foi adotado um termo para a pesquisa que fosse mais eficaz, baseando-se em uma combinação obrigatória das seguintes palavras-chave: “*ecological-economic zoning*”, que foram selecionadas do inglês por possuírem um amplo uso em publicações científicas; e “zoneamento ecológico-econômico”, de modo que fosse ampliado o número de estudos, em virtude de ser um termo utilizado no território brasileiro;
- d) Aplicação dos critérios para a seleção dos artigos: primeiramente, foi realizado um levantamento preliminar dos artigos considerando as etapas mencionadas acima. Por conseguinte, com o intuito de enfatizar os artigos mais relevantes acerca do tema central da pesquisa, foi efetivado um processo de remoção de artigos duplicados, considerando todas as bases de dados e a triagem

dos artigos. A triagem foi dividida em três seções: a primeira consistiu na exclusão dos artigos cujo título estivesse fora do contexto; a segunda refere-se à exclusão dos artigos que não apresentassem elementos importantes para a pesquisa; e, por fim, na última seção foi efetivada a leitura integral dos artigos, sendo excluídos artigos que não abordassem aspectos relacionados ao ZEE;

- e) Organização e extração dos dados: após a seleção dos artigos, dados referentes aos artigos e metodologias utilizadas foram organizados e tabulados no Microsoft Office Excel;
- f) Síntese dos resultados obtidos: por fim, a exposição dos dados obtidos foi organizada de forma que possibilitasse a avaliação e sintetização de toda a literatura revisada, bem como a apresentação dos dados qualitativos. As etapas seguintes referem-se aos resultados e discussões relevantes acerca do tema central desta pesquisa.

Figura 1 ▼
Fluxograma do processo de seleção.
Fonte: elaborada pelos autores



3 Resultados e discussão

A análise bibliométrica é uma área de estudo de grande relevância para mapear o conhecimento científico e as nuances evolutivas de campos estabelecidos (DONTU *et al.*, 2021).

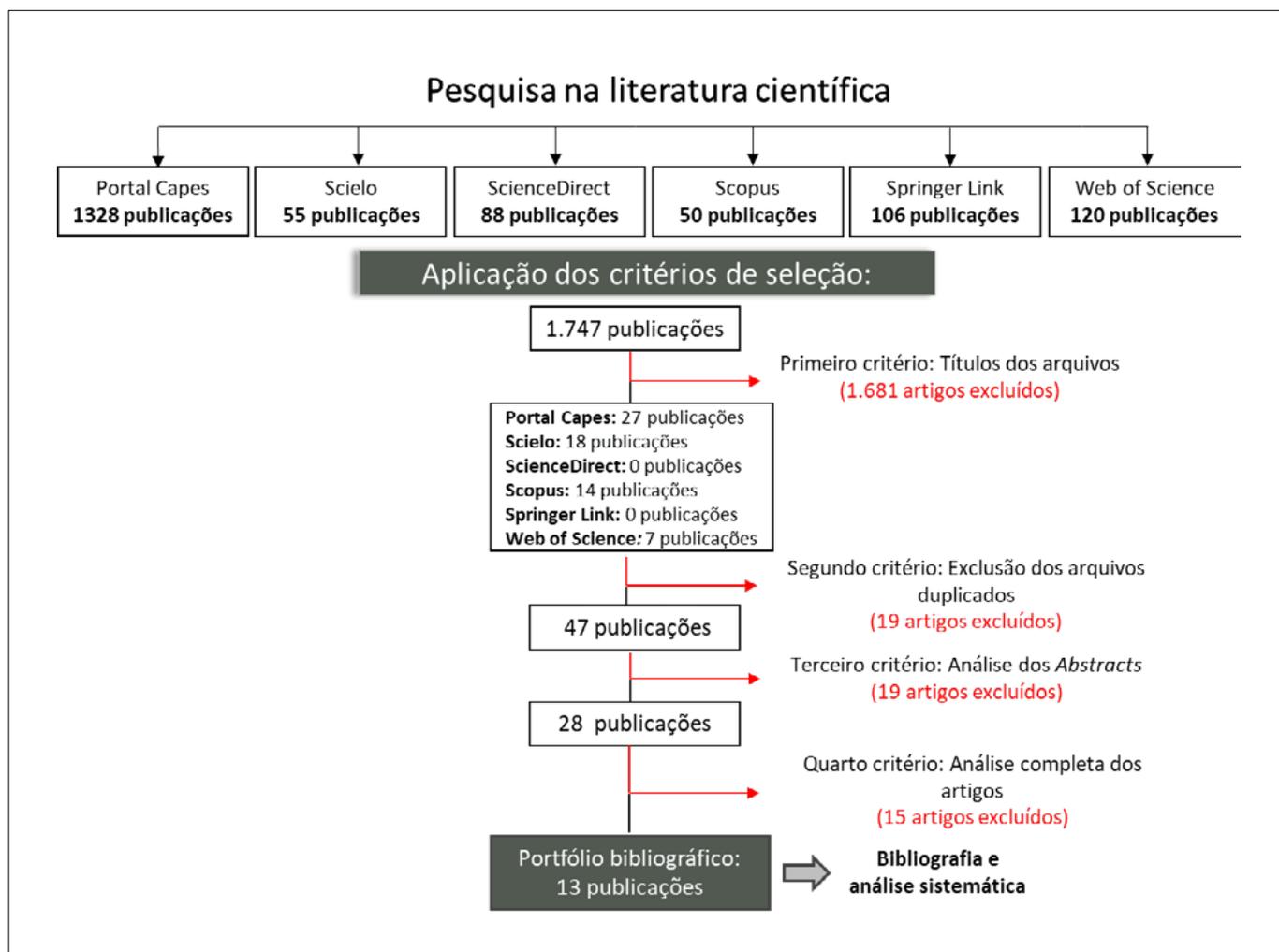
Nesta seção, é apresentada uma análise das metodologias e abordagens utilizadas para a elaboração do zoneamento ecológico-econômico com base nos indicadores bibliométricos descritos anteriormente, como o número de documentos publicados, palavras-chave mais utilizadas, tendências de publicações, principais universidades e estados em que foram produzidas as publicações, métodos e parâmetros utilizados para a elaboração do ZEE, zonas de manejo, diretrizes metodológicas e, por fim, uma discussão sobre adaptações futuras nesse campo de atuação.

3.1 Análise bibliométrica

Os protocolos de revisão pesquisados retornaram 1.747 publicações. Após a remoção das publicações com base no título (1.681 artigos), os trabalhos que se enquadraram nos seguintes critérios foram excluídos: arquivos com duplicatas (19 artigos), *abstracts* ou resumos que não estivessem relacionados ao tema central e artigos que não tivessem aspectos sobre o ZEE pertinentes para a revisão (19 artigos). Por fim, após a leitura integral dos 28 artigos restantes, apenas 13 trabalhos foram caracterizados como relevantes para realizar a revisão sistemática, pois possibilitaram verificar as metodologias adotadas na elaboração dos ZEEs e o estado da arte, bem como as principais universidades que estão trabalhando com esse tema.

Figura 2 ▼
 Processo de seleção e inclusão dos estudos na revisão sistemática.
 Fonte: dados da pesquisa

Foram considerados trabalhos com metodologias de estudo de caso para explorar o que vem sendo utilizado para a elaboração do ZEE. Para tanto, foram selecionados 13 artigos que apresentam um estudo de caso e a elaboração de um zoneamento ecológico-econômico. A seleção dos artigos está resumida na Figura 2.



Assim, a análise foi efetuada com base em 13 artigos, classificados segundo a sua referência, conforme indicado no Quadro 1.

Quadro 1 ►

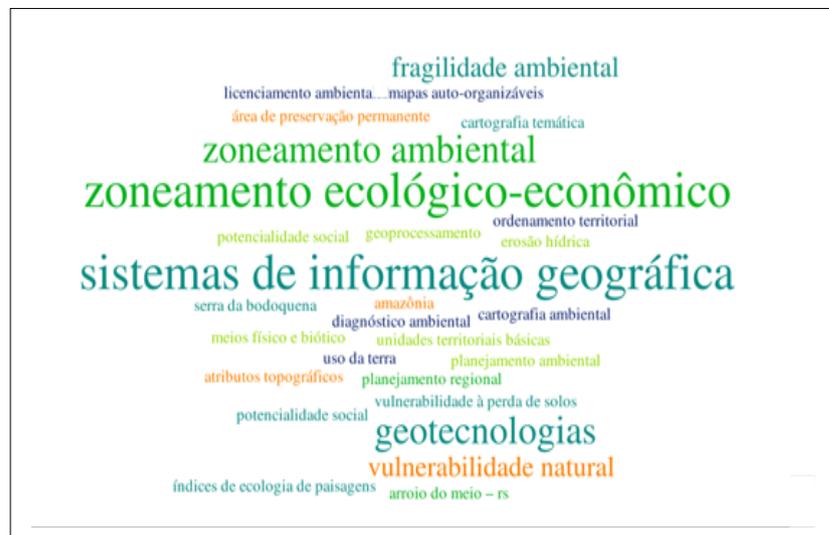
Lista dos artigos selecionados que enfocam o zoneamento ecológico-econômico no Brasil (2002-2020).
 Fonte: dados da pesquisa

Artigos	Referência
Zoneamento Ecológico-Econômico no Tocantins: comparação de resultados usando um mesmo método em diferentes datas	Dias e Mattos (2009)
Erosion risk mapping applied to environmental zoning	Oliveira <i>et al.</i> (2011)
Proposta metodológica para a elaboração de um zoneamento ambiental	Cemin <i>et al.</i> (2012)
Proposta de zoneamento ambiental para o município de Arroio do Meio-RS	Thomas (2012)
Zoneamento ambiental como subsídio para o ordenamento do território da bacia hidrográfica do Rio Salobra, Serra da Bodoquena-MS	Silva Neto (2014)
Geoprocessamento aplicado ao zoneamento ambiental da bacia do alto rio Coxim-MS	Bacani e Luchiari (2014)
Zoneamento Ecológico-Econômico de Barão de Cotegipe, RS: potencialidade para o ordenamento do território	Rovani, Sartori e Cassol (2014)
Ecological-economic zoning of the city of Altinópolis-SP, Brazil	Crivelenti <i>et al.</i> (2016)
Zoneamento Ecológico-Econômico da zona sul do estado do Rio Grande do Sul	Tagliani (2016)
Artificial neural network for ecological-economic zoning as a tool for spatial planning	Sadeck, Lima e Adami (2017)
Zoneamento Ecológico-Econômico de Silveira Martins-RS	Rovani e Viera (2017)
Zoneamento ambiental de bacia hidrográfica ocupada por assentamento rural: estudo de caso do Córrego Indaiá-MS	Silva, Cunha e Bacani (2018)
Proposta de Zoneamento Ambiental para a Reserva Biológica das Araucárias com Base em Atributos Topográficos	Maganhotto <i>et al.</i> (2020)

Ainda, com o intuito de produzir uma nuvem das palavras-chave mais recorrentes, com base nos artigos analisados, foi utilizado o software Word It Out, sendo o tamanho da palavra proporcional à frequência de ocorrência desta ao longo dos 13 artigos (Figura 3).

Figura 3 ►

Nuvem de palavras-chave dos artigos.
 Fonte: dados da pesquisa

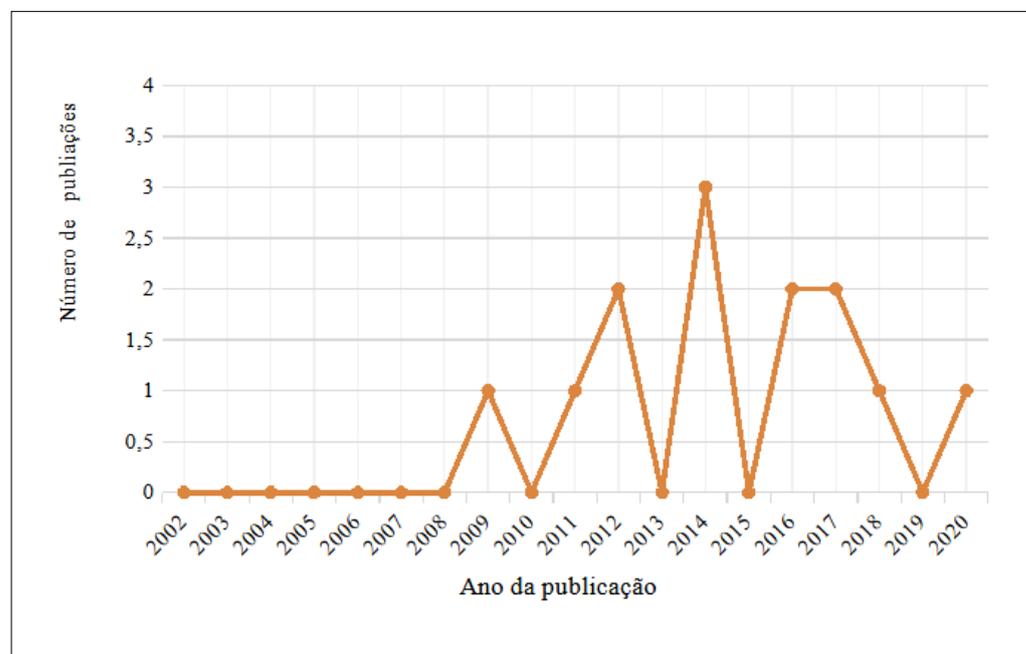


Analisando o resultado, verifica-se que as palavras zoneamento ecológico-econômico (ZEE), sistemas de informação geográfica (SIGs) e zoneamento ambiental são as mais frequentes nos trabalhos publicados, o que demonstra que, apesar de haver uma variedade de palavras-chave nos trabalhos analisados, alguns temas são mais expressivos.

3.2 Tendência das publicações no tempo e universidades responsáveis

A tendência de publicações dos artigos sobre zoneamento ecológico-econômico é mostrada na Figura 4. Embora a implantação e definição do termo de zoneamento ecológico-econômico tenha ocorrido no ano de 2002, não foram apresentadas publicações consideradas relevantes nos primeiros anos acerca desse termo. O primeiro artigo relevante foi publicado no ano de 2009, o que torna as pesquisas centradas nesse tema relativamente novas.

Figura 4 ►
Número de publicações por ano sobre ZEE.
Fonte: dados da pesquisa



Pode-se observar que o número de artigos sobre ZEE ainda é relativamente baixo, segundo os critérios de seleção e inclusão considerados no estudo, o que pode indicar que as pesquisas nesse campo de conhecimento estão repletas de oportunidades e desafios, sendo necessários mais estudos acerca do tema central desta pesquisa. Um desses desafios diz respeito ao desenvolvimento de diferentes metodologias que possibilitem uma maior rapidez e facilidade de integração das variáveis disponíveis para a geração do ZEE.

3.3 Principais estados e instituições

As publicações utilizadas nesta pesquisa, que abrangem o ZEE, foram desenvolvidas apenas em território nacional, justamente por este consistir em um instrumento para ordenamento territorial nacional. As universidades que produzem publicações referentes

Tabela 1 ▼

Publicações sobre o tema zoneamento ecológico-econômico por universidades.

Fonte: dados da pesquisa

ao tema de ZEE estão dispersas e apresentam, em sua quase totalidade, apenas uma publicação relevante, conforme a Tabela 1. Isso demonstra que o ZEE é pouco expresso em publicações de alto impacto nas universidades ou pouco divulgado nos periódicos das bases de dados consideradas no estudo.

Instituição	Total	Média	Frequência absoluta	Frequência média
Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS)	2	0,15	2	0,02
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP)	1	0,08	9	0,11
Universidade de Caxias do Sul (UCS)	1	0,08	9	0,11
Universidade do Estado do Pará (UEPA)	1	0,08	9	0,11
Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)	2	0,15	2	0,02
Universidade Federal do Tocantins (UFT)	1	0,08	9	0,11
Universidade Federal do Rio Grande (FURG)	1	0,08	9	0,11
Universidade de São Paulo (USP)	1	0,08	9	0,11
Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)	1	0,08	9	0,11
Universidade do Estado do Amazonas (UEA)	1	0,08	9	0,11
Universidade Estadual do Centro Oeste (UNICENTRO)	1	0,08	9	0,11

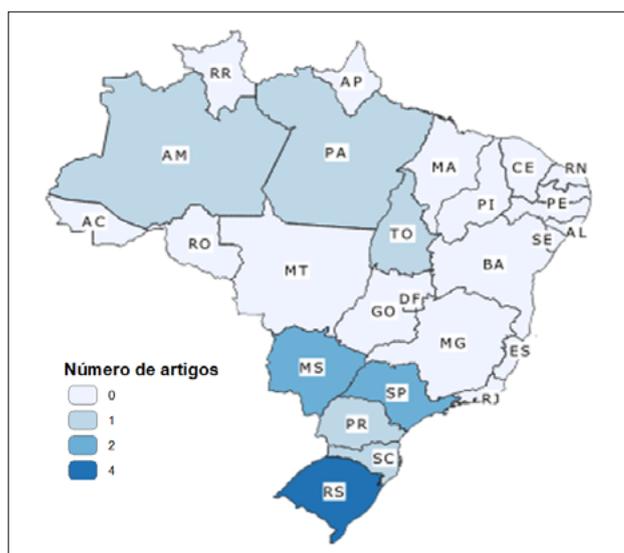
Por fim, para se ter uma visão mais clara da distribuição geográfica dos estados que publicaram sobre o tema de estudo, um mapa representativo foi elaborado por estado, sendo mostrado na Figura 5. Nessa análise, foram coletados os centros de pesquisa dos diferentes autores no Brasil. Conforme mostrado na Figura 5, a tonalidade das cores fica mais escura conforme ocorre um aumento na quantidade de artigos publicados.

Por meio da Figura 5 é possível identificar os estados segundo a quantidade de trabalhos, sendo o Rio Grande do Sul (30%), São Paulo (15%) e Minas Gerais (15%) os estados com mais publicações referentes ao ZEE, seguidos dos estados do Amazonas, Pará, Paraná, Santa Catarina e Tocantins, que representam 40% das publicações selecionadas.

Figura 5 ►

Número de artigos publicados sobre ZEE no Brasil.

Fonte: dados da pesquisa



3.4 Análise sistemática

Com base nos documentos analisados, possibilitou-se a análise das metodologias, parâmetros e diretrizes metodológicas utilizadas para a elaboração do zoneamento ecológico-econômico.

3.4.1 Métodos e parâmetros para a elaboração das propostas de ZEE

Quanto à condução do zoneamento ecológico-econômico, Acselrad (2000) menciona as dificuldades metodológicas para a definição de indicadores, em virtude da complexidade referente às dinâmicas socioterritoriais existentes. A metodologia deve ser construída considerando as interações existentes entre os sistemas ambientais e as concepções socioeconômicas da realidade local, de forma que considere as características locais como parte do processo para o estabelecimento dos parâmetros e métodos a serem seguidos na elaboração do ZEE.

Nesse sentido, a eficácia de uma proposta de zoneamento deve considerar variáveis que possibilitem o desenvolvimento da análise ambiental integrada, podendo auxiliar na caracterização e diagnóstico. Assim, as propostas de ZEE existentes apresentaram abordagens metodológicas distintas e o uso de parâmetros variados, sendo estabelecidos conforme a área de estudo e concepção de cada autor. A metodologia adotada por Sadeck, Lima e Adami (2017) utilizou um SIG designado TerraView em conjunto com um método matemático, denominado redes neurais artificiais, para a elaboração do ZEE para a região nordeste do estado do Pará, considerando um conjunto de variáveis do âmbito físico, como a pluviometria, geomorfologia, geologia, cobertura vegetal e o uso e cobertura do solo, e variáveis socioeconômicas.

Dias e Mattos (2009) utilizaram, em seu estudo, os softwares ArcGIS e Geomática em conjunto com o software Spring para realizar as operações necessárias, visando à elaboração do ZEE para o norte do Tocantins, considerando os atributos de geologia, forma de relevo, solos, intensidade pluviométrica, aptidão agrícola, cobertura da terra, ambientes de vegetação, potencial de uso da vegetação, zoneamento agrícola, prioridades para preservação da biodiversidade e uso potencial agrícola.

Thomas (2012) delineou a importância da elaboração de um instrumento para realizar um ordenamento territorial no município de Arroio do Meio, estado do Rio Grande do Sul, por tratar-se de uma região com atividades socioeconômicas com risco potencial de degradação. Portanto, foi utilizada uma abordagem sistêmica para a elaboração do ZEE, considerando algumas variáveis básicas para dar início à discussão do zoneamento, entre elas a declividade, uso e cobertura vegetal, recursos hídricos, aglomerações urbanas, intervenções antrópicas e as áreas com incompatibilidade legal de APPS, com o uso do software Spring.

Com o intuito de elaborar um estudo que fornecesse subsídios para propor uma organização da Bacia Hidrográfica do Rio Salobra, visando ao uso adequado dos recursos ambientais, Silva Neto (2014) utilizou um ambiente SIG, denominado Spring, para a elaboração de uma proposta de zoneamento utilizando a álgebra de mapas. Para tanto, foram utilizados alguns atributos: intensidade pluviométrica, forma do terreno, hipsometria, declividade, litologia e, por fim, o uso e cobertura do solo.

O objetivo do estudo descrito por Crivelenti *et al.* (2016) foi elaborar um ZEE para o município de Altinópolis-SP, visando estabelecer algumas zonas conforme a sua finalidade. Para tal, foi utilizado o software ArcGis na elaboração de alguns

mapas temáticos para a aplicação da metodologia. No que diz respeito às variáveis, os autores utilizaram dados geológicos, de solo, uso do solo, áreas de proteção prioritárias para recarga de águas subterrâneas, declividade, zonas de interesse de potencial agroflorestal e áreas de APP.

Os trabalhos desenvolvidos por Rovani, Sartori e Cassol (2014), assim como por Rovani e Viera (2017), utilizaram o Spring e o método de álgebra de mapas para a elaboração do ZEE. No primeiro trabalho, foram utilizadas variáveis como tipo de solo, geologia, vegetação e uso e ocupação da terra e mapa de potencial social (natural, humano, produtivo e institucional). Já o segundo trabalho considerou a integração de informações dos âmbitos social e ambiental; para tal, foram consideradas as variáveis referentes aos temas físicos (solos, geomorfologia, geologia e vegetação, uso e ocupação da terra) em conjunto com as variáveis socioeconômicas (dados do Censo Demográfico de 2010 e do Censo Agropecuário de 2006 do IBGE) e as áreas de preservação permanente (aspectos físicos, sociais e legais).

Visando contribuir para o estabelecimento de políticas e estratégias de desenvolvimento em uma bacia hidrográfica, Bacani e Luchiari (2014) elaboraram um zoneamento como instrumento. Para tal, foi utilizado um método de álgebra de mapas para ponderar os parâmetros solos, geomorfologia, cobertura e uso do solo, áreas de preservação permanente e declividade, por meio do software ArcGis.

Tagliani (2016) elaborou uma proposta de ZEE para a zona sul do Rio Grande do Sul, considerando um conjunto de variáveis: geologia, geomorfologia, solos, modelo digital de elevação, declividade, hidrografia, sistema viário, manchas urbanas, vegetação e uso do solo e dados socioeconômicos. Por meio dessas variáveis foram gerados outros produtos cartográficos para a elaboração do ZEE, através da lógica *fuzzy* e da análise multicritério, disponíveis no SIG Idrisi.

Oliveira *et al.* (2011) desenvolveram um estudo na bacia hidrográfica do ribeirão Salobra, localizada na transição entre os biomas Cerrado e Pantanal, no qual foi elaborado um zoneamento por meio do cruzamento dos planos de informação (uso permissível do solo, risco de erosão, uso do solo e Área de Preservação Permanente – APP), a partir do uso do ArcGIS e do Spring.

Já no trabalho desenvolvido por Cemin *et al.* (2012), foram utilizados os softwares Idrisi e Spring para realizar os cruzamentos dos parâmetros de malha viária, recursos hídricos, hipsometria, clinografia, uso e cobertura do solo, risco potencial de erosão dos solos e áreas de preservação permanente, objetivando elaborar um zoneamento.

Maganhotto *et al.* (2020) utilizaram atributos topográficos para realizar uma integração das variáveis por meio da álgebra de mapas; para tanto, foram utilizados os softwares SAGA e Idrisi para a obtenção dos parâmetros e para a elaboração do zoneamento. Por fim, Silva, Cunha e Bacani (2018) elaboraram o zoneamento para a bacia hidrográfica do Córrego Indaiá-MS, a partir do uso de parâmetros de declividade, solos, intensidade pluviométrica, uso e cobertura vegetal e das áreas de preservação permanente (APPs) com base no Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 2012).

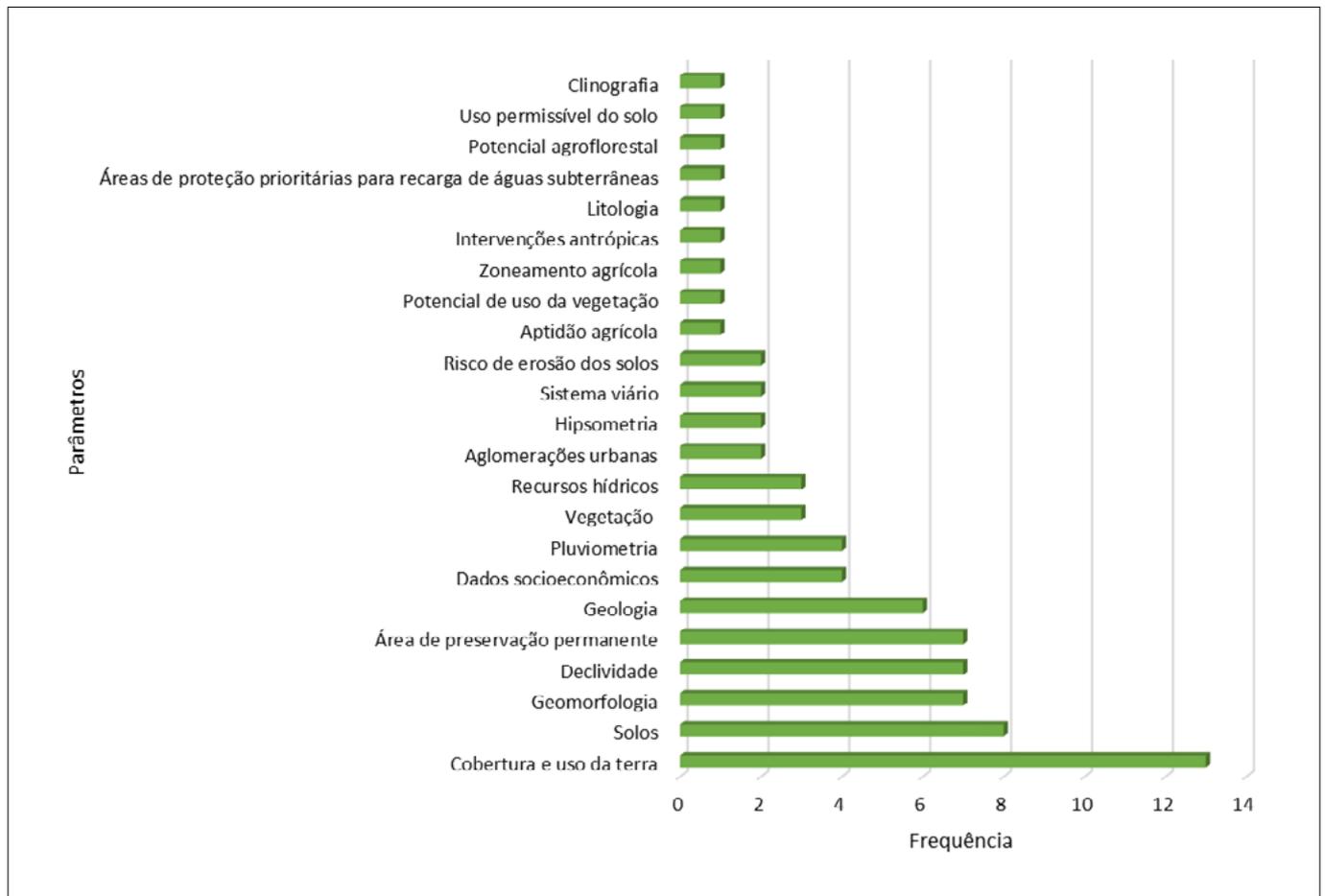
Por meio da análise dos artigos levantados, conclui-se que não há uma regra acerca dos softwares, quantidade de variáveis e dos parâmetros utilizados para a elaboração do ZEE; cada caso considerou um grupo de parâmetros, de modo que atendessem seus objetivos específicos, isto é, variando conforme as particularidades de cada área de estudo e concepções do executor no local a ser avaliado para tal elaboração, bem como o tipo de diretriz seguida para a elaboração do ZEE.

Figura 6 ▼

Gráfico dos parâmetros espaciais utilizados pelos estudos revisados.

Fonte: dados da pesquisa

Diante do exposto, nota-se que o parâmetro de cobertura e uso do solo foi utilizado em todos os trabalhos, demonstrando sua importância para a elaboração do ZEE. Ainda, observa-se o uso de outros parâmetros em grande parte dos artigos analisados, como é o caso de solos, seguido de outras variáveis que apareceram com uma menor frequência, conforme apresentado na Figura 6.



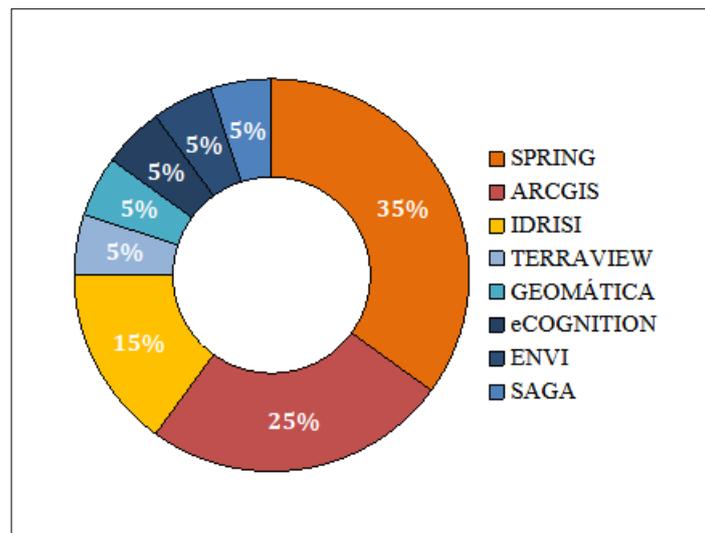
Como pode ser observado na Figura 6, o mapeamento do uso da terra foi predominante em todos os estudos, sendo esse parâmetro de suma importância para o ordenamento territorial. Conforme é apresentado por Lawler *et al.* (2014), as mudanças no uso e cobertura da terra são a manifestação mais direta do impacto das diferentes atividades humanas sobre a superfície da Terra. Segundo Coombes, Jones e Sutherland (2008), a recreação baseada na natureza é um dos principais impulsionadores das mudanças que afetam a biodiversidade, sendo possível, por meio do mapeamento da cobertura e uso da terra, avaliar e compreender as relações com as atividades antropogênicas e o meio ambiente, resultando em informações qualitativas e quantificáveis das condições ambientais e dos recursos naturais de um determinado local. O conhecimento dos solos e de sua distribuição espacial na paisagem assume um papel de grande relevância para o planejamento dos usos da terra e para a tomada de decisões, fornecendo subsídios para o estabelecimento de políticas públicas para o ZEE (MENDONÇA-SANTOS *et al.*, 2020).

No que diz respeito às técnicas e ferramentas utilizadas, as análises por meio da álgebra de mapas realizadas em Sistemas de Informação Geográfica (SIGs) foram essenciais para o desenvolvimento dos trabalhos e para a elaboração dos

ZEEs. Conforme os resultados da revisão sistemática da literatura, é possível observar que todos os trabalhos que trataram a questão metodológica fizeram uso de algum tipo de SIG, desde a coleta e manipulação de dados espaciais até a elaboração de mapas temáticos necessários para o posterior desenvolvimento do ZEE. Nesse sentido, o uso dos SIGs oferece uma nova perspectiva para a coleta e manipulação de dados para a geração do ZEE, servindo como um importante instrumento para a tomada de decisões por parte dos órgãos gestores, auxiliando no fornecimento de subsídios básicos para a gestão do território.

Dos 13 artigos analisados, verificou-se que o software mais utilizado foi o Spring, que foi utilizado em 35% dos estudos, seguido pelo ArcGIS (25%) e pelo Idrisi (15%), conforme ilustrado na Figura 7.

Figura 7 ►
Softwares utilizados
no desenvolvimento
das pesquisas.
Fonte: dados da pesquisa



Assim, nota-se que o software Spring é usado na maior parte dos trabalhos levantados; tal número pode ser justificado por se tratar de um software livre e com código-fonte aberto, viabilizando o seu uso para diferentes finalidades e sem nenhum custo agregado.

3.4.2 Zonas de manejo

Na elaboração do zoneamento ecológico-econômico são estabelecidas unidades de intervenção (zonas de manejo) que são delimitadas levando em consideração as características e as peculiaridades de cada região de estudo, sendo fundamentais para as discussões técnicas, institucionais e para os órgãos envolvidos no processo de zoneamento.

No trabalho de Sadeck, Lima e Adami (2017), a área de estudo foi agrupada em quatro zonas de referência, considerando alguns aspectos como as características socioeconômicas, legais e ambientais, visando organizar as devidas atividades no território. Para tal, foram estabelecidos os níveis de restrição quanto à consolidação, às áreas de recuperação, à conservação e à zona de expansão.

Já Dias e Matos (2009) caracterizaram as zonas como: áreas para ocupação humana; áreas para conservação dos ambientes naturais; áreas para o corredor ecológico Tocantins-Araguaia; áreas de ocorrência de cavidades naturais subterrâneas; e áreas prioritárias para unidade de conservação de proteção integral.

Com o intuito de orientar os tipos de usos considerando características físicas, naturais e antrópicas, Thomas (2012) adotou quatro zonas: zona de proteção ambiental; controle ambiental; zona de interesse de reabilitação ambiental; e zona de interesse de adequação ambiental.

Silva Neto (2014) dividiu a área de estudo em duas zonas e estas, por sua vez, foram divididas em seis áreas. A primeira zona refere-se à zona de produção, na qual estão inseridas as subzonas: zona de expansão; zona de consolidação; e zona de consolidação/conservação. Já a segunda zona foi denominada como zona crítica, dividida em áreas de conservação, de preservação prioritária e de recuperação/preservação.

No que diz respeito ao modelo de zoneamento estabelecido por Crivelenti *et al.* (2016), foi definido um total de seis áreas de interesse para a proteção ambiental: zona de proteção ambiental; recuperação ambiental; zona urbana; zona agrícola; uso especial; e recarga de águas subterrâneas.

Já o ZEE elaborado por Rovani e Viera (2017) resultou em unidades (zonas), sendo essas unidades divididas em zona urbana, zona de restrição de uso, zona de preservação de área permanente, zona de conservação, zona de recuperação e zona de consolidação, possibilitando a definição de zonas com maior ou menor potencial produtivo e/ou de conservação. Rovani, Sartori e Cassol (2014) estabeleceram, no mapa de zoneamento ecológico-econômico de Barão de Cotegipe-RS, as respectivas zonas: zona de conservação, zona de recuperação de unidades produtivas, zona de consolidação e zona de expansão, permitindo identificar as áreas do território segundo as suas potencialidades. Por fim, no trabalho desenvolvido por Bacani e Luchiarri (2014) foram mapeadas quatro zonas, respectivamente: zona de restrições legais; zona produtiva rural; zona urbana; e zona de incongruências.

As diretrizes gerais do zoneamento propostas por Tagliani (2016) foram divididas em quatro classes: zonas de preservação ambiental; conservação ambiental; zona de desenvolvimento; e zona de recuperação. Do mesmo modo, Cemin *et al.* (2012) elencaram cinco classes temáticas para o zoneamento da sua área de estudo, sendo definidas: zona de proteção aos remanescentes florestais; zona de proteção aos recursos hídricos, encostas e topos de morro; zona de uso agrícola; zona urbana consolidada; e, por fim, a zona de expansão urbana.

Já Silva, Cunha e Bacani (2018) estabeleceram cinco tipos de zonas diferentes, das quais duas referem-se ao uso destinado a atividades de produção (zona de desenvolvimento agropastoril de alta resolução e zona de desenvolvimento agropastoril de média resolução), além de zona de proteção especial, zona de proteção máxima e zona estratégica de recuperação. Oliveira *et al.* (2011) realizaram o agrupamento e a quantificação em cinco zonas: manutenção e preservação da vegetação e áreas úmidas; recuperação de APPs; recuperação de áreas degradadas por erosão do solo; uso agrícola destinado às culturas anuais; e, por fim, uso agrícola para pastagens como manejo regular.

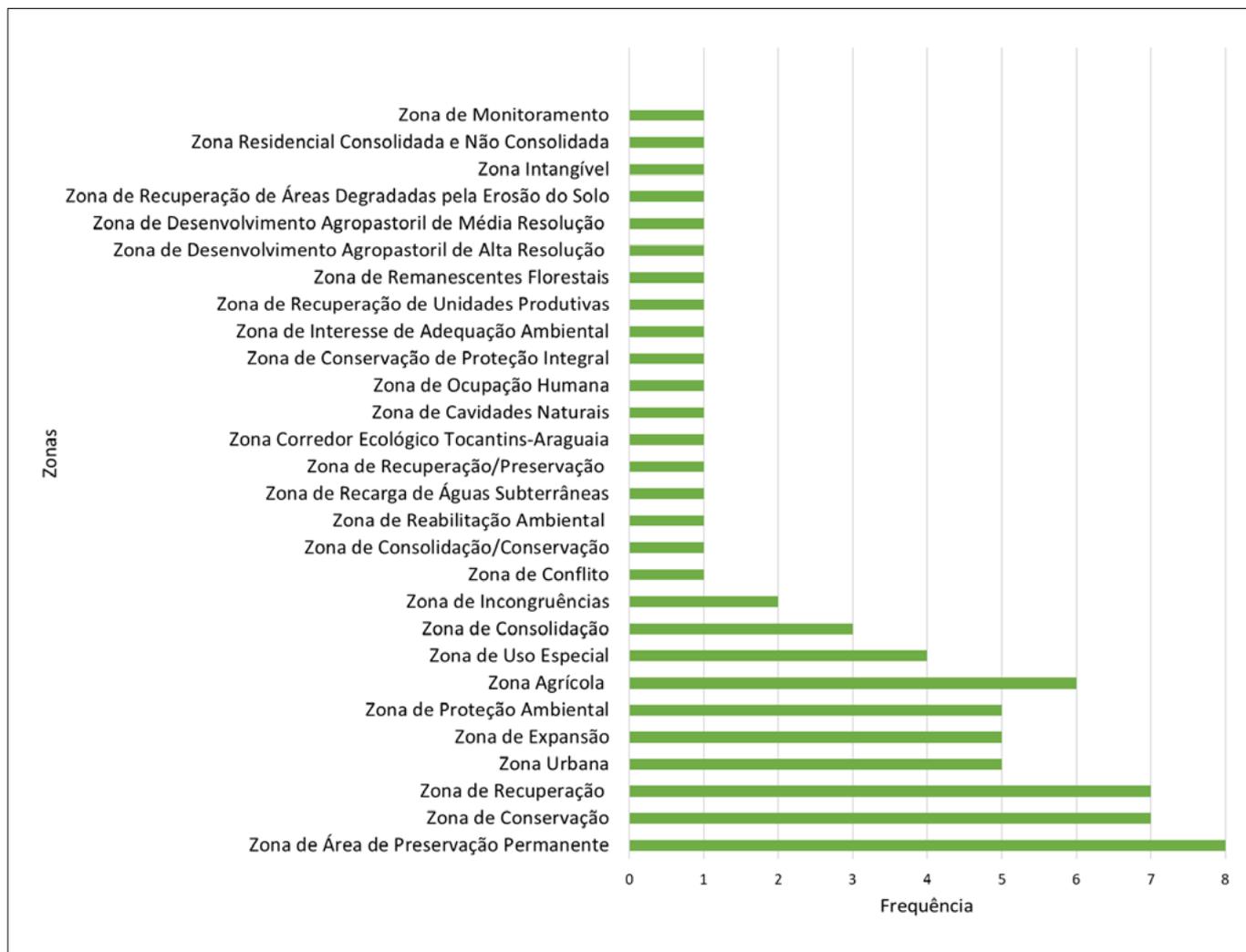
O estabelecimento do zoneamento definido por Maganhotto *et al.* (2020) considerou a zona de uso especial, zona de recuperação, zona de uso conflitante, zona de uso extensivo, zona intangível, zona primitiva e zona de amortecimento, definidas conforme o seu grau de intervenção/permisividade e classes limitantes.

Por meio da Figura 8, nota-se que algumas zonas de manejo são utilizadas com uma maior frequência, como é o caso das zonas referentes às áreas de preservação permanente (APPs), presentes em sete trabalhos, seguidas das zonas de recuperação e preservação, presentes em seis trabalhos. Entretanto, outras zonas de manejo são

Figura 8 ▼

Zonas de manejo estabelecidas nos ZEE.
 Fonte: dados da pesquisa

utilizadas apenas uma vez, isto é, apenas em um único trabalho. A definição de diferentes zonas de manejo deve-se ao fato de os autores as delimitarem conforme seus conhecimentos técnicos, em função das características da área de estudo, dos aspectos jurídicos existentes naquela região, entre outros fatores considerados importantes na definição das zonas de manejo, o que resulta em trabalhos com zonas específicas para aquela região de estudo.



3.4.3 Diretrizes metodológicas

Conforme as diretrizes metodológicas para elaborar o ZEE, publicadas no ano de 2006 na terceira edição pelo Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (MMA), a preparação de um ZEE visa orientar os envolvidos no processo de execução de propostas, por meio de aspectos relacionados ao planejamento, diagnóstico, prognóstico e subsídios à implementação (BRASIL, 2006).

Alguns autores tomaram como base o documento do detalhamento da metodologia utilizada para a elaboração do zoneamento ecológico-econômico para estados da Amazônia Legal, como foi o caso dos trabalhos elaborados por Sadeck, Lima e Adami (2017), Tagliani *et al.* (2016) e Silva Neto (2014). Já Dias e Matos (2009) aplicaram os procedimentos metodológicos que constam no Método SEPLAN-TO

(BELLIA *et al.*, 2004), que tem como base as diretrizes do MMA, incluindo processos de montagem da base de dados em um SIG, uso de imagens de satélite, trabalhos de campo para as variáveis do meio físico, biótico e antrópico; entretanto, o estabelecimento das variáveis modificou-se em função da área de estudo. Em contrapartida, outros autores como Bacani e Luchiari (2014), Thomas (2012), Cemin *et al.* (2012), Crivelenti *et al.* (2016), Rovani, Sartori e Cassol (2014), Rovani e Viera (2017) e Silva, Cunha e Bacani (2018) não mencionam o uso das diretrizes estabelecidas pelo MMA, orientando-se e realizando uma adaptação das metodologias propostas por outros autores, de modo a abranger características do meio físico, naturais e antrópicas e atender às necessidades da área de interesse. No entanto, todos os trabalhos que empregaram o parâmetro definido como áreas de preservação permanente tiveram como base as diretrizes da lei federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012, conhecida como novo Código Florestal (BRASIL, 2012), para o estabelecimento dessas áreas, de forma que atendessem à legislação.

Analisando os estudos, verificou-se que muitos tiveram como base a metodologia utilizada por outros autores como referência para a elaboração de um ZEE ou até mesmo estabeleceram uma metodologia própria, embora o Ministério do Meio Ambiente disponibilize um documento com as diretrizes metodológicas para a elaboração de um ZEE. No entanto, esse documento apresenta uma abordagem mais direcionada para as questões qualitativas e históricas do que para as questões metodológicas, não apresentando de forma clara os procedimentos metodológicos a serem adotados. Isso contribui para o estabelecimento de novas metodologias ou, até mesmo, para o uso de outras já existentes na literatura.

No mesmo sentido, Lopes *et al.* (2019) também enfatizaram que as diretrizes do MMA para a elaboração do ZEE apresentam uma abordagem mais filosófica, não apresentando uma orientação mais concisa para o desenvolvimento do ZEE, no que diz respeito a escala, parâmetros, métodos e técnicas de análise, dificultando, desse modo, a sua elaboração.

Diante do contexto apresentado, constatou-se que, apesar da importância das diretrizes metodológicas de elaboração do ZEE para orientar a formulação de propostas que contribuam para o planejamento e gestão do uso da terra, fica evidente a necessidade do estabelecimento mais detalhado dos procedimentos metodológicos a serem adotados.

3.5 Discussões para adaptações futuras

O ZEE é um instrumento de suma importância para o planejamento e gestão territorial; em sua elaboração devem ser consideradas variáveis ambientais e a dinâmica socioeconômica de diferentes regiões, visando dar suporte aos órgãos gestores, contribuindo no estabelecimento de políticas públicas que visem a um desenvolvimento sustentável. Nesse sentido, a proposta para a elaboração de um ZEE deve considerar uma metodologia que abranja variáveis do caráter ambiental, social e econômico, visando circunscrever e condicionar melhor a ocupação do território, tendo em vista esses atributos.

Já que muitos dos estudos avaliados neste trabalho não consideraram variáveis do âmbito socioeconômico, fica evidenciada a importância do nivelamento de informações entre os órgãos gestores, de modo que o ZEE seja compreendido como um instrumento de planejamento estratégico para o ordenamento e a gestão do território, não somente para o planejamento ambiental.

Outro aspecto a ser considerado é em relação à quantidade e aos tipos de parâmetros utilizados para a elaboração do zoneamento econômico-ecológico nos artigos analisados, verificando-se que não existe uma regra acerca dessa questão, apresentando-se, portanto, uma variedade muito grande. O MMA possui um documento com as respectivas diretrizes para a elaboração do zoneamento ecológico-econômico, mas nada específico, o que caracteriza a adoção de diferentes procedimentos metodológicos para a elaboração do ZEE, conforme os trabalhos apresentados nesta pesquisa, não havendo, assim, um padrão metodológico entre eles. Contudo, essa adaptação e a adoção de diferentes metodologias podem ser justificadas, já que cada trabalho visa atender às características e necessidades de uma determinada região. Logo, não existe um padrão único que possa atender a todas as condições socioambientais existentes no território brasileiro.

Assim, a partir do estudo desenvolvido, verificou-se que existem poucos trabalhos com essa abordagem metodológica para a elaboração do ZEE, uma vez que foram encontrados apenas 13 artigos científicos considerados relevantes para esta revisão, conforme as bases consideradas para o estudo. Nesse sentido, trabalhos futuros poderão ser elaborados visando à ampliação do conhecimento acerca dessa temática, por meio do levantamento de outras publicações e considerando uma abordagem mais abrangente, isto é, trabalhos oferecidos em outras bases de dados, bem como dissertações e teses, sugerindo novas possibilidades de aprofundamento e análise dos aspectos discutidos neste artigo.

4 Conclusão

Os resultados obtidos a partir do levantamento permitiram aprofundar e identificar quais procedimentos metodológicos – isto é, parâmetros, softwares e diretrizes metodológicas – são adotados para a elaboração do ZEE no Brasil, avaliando o processo de forma mais ampla.

Entre os artigos analisados, constatou-se que o sistema de informação geográfica (SIG) foi empregado em todos os trabalhos para a elaboração do ZEE, sendo o software livre denominado Spring o mais utilizado e correspondendo a 35% dos estudos.

No que diz respeito às variáveis, notou-se uma grande diversidade, todavia, algumas foram utilizadas com uma maior frequência, como é o caso do parâmetro de cobertura e uso do solo, que esteve presente em todos os trabalhos, seguido de outros parâmetros que foram selecionados de acordo com o objetivo do autor.

Em relação às zonas de manejo, também se verificaram diversas, variando em função das características da área e das diretrizes regionais existentes, sendo a zona referente às áreas de preservação permanente a que aparece com uma maior frequência nos estudos.

Por fim, por meio dos resultados, observou-se certa carência nessa temática, o que resultou em poucos artigos relevantes para o estudo; além disso, alguns estudos não apresentam as variáveis básicas a serem consideradas para a elaboração do ZEE. Verificou-se, ainda, a ausência de diretrizes metodológicas para colaborar com o desenvolvimento do ZEE.

Financiamento

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

Referências

ACSELRAD, H. O zoneamento ecológico-econômico e a multiplicidade de ordens socioambientais na Amazônia. **Novos Cadernos NAEA**, v. 3, n. 2, p. 5-15, 2000. DOI: <http://dx.doi.org/10.5801/ncn.v3i2.32>.

BACANI, V. M.; LUCHIARI, A. Geoprocessamento aplicado ao zoneamento ambiental da bacia do alto rio Coxim-MS. **GEOUSP Espaço e Tempo**, v. 18, n. 1, p. 184-197, 2014. DOI: <https://doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geousp.2014.81098>.

BELLIA, V.; ROSS, J. L. S.; PEREZ, R. G.; CREPANI, E.; CASSETI, V.; MORAES, J. F. L.; ARBOCZ, G.; OLMOS, F.; MENK, J. R. F.; MENEZES, L. A.; DELORENCI, C. C. F.; VIEIRA, C.; DIAS, R. R. **Plano de Zoneamento Ecológico-Econômico do Norte do Estado do Tocantins**. Palmas: Seplan/DZE, 2004. 202 p. Disponível em: http://zoneamento.sefaz.to.gov.br/Publicacoes_Tecnicas/Norte_Tocantins/Relatorios_Tecnicos_Norte/Relatorio_Plano_ZEE_Norte_TO.pdf. Acesso em: 23 ago. 2023.

BRASIL. **Decreto nº 4.297 de 10 de julho de 2002**. Regulamenta o art. 9º, inciso II, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, estabelecendo critérios para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil - ZEE, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2002. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/d4297.htm. Acesso em: 18 abr. 2022.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Institui o novo Código Florestal Brasileiro. Brasília, DF: Presidência da República, 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm. Acesso em: 18 abr. 2022.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Diretrizes metodológicas para o Zoneamento Ecológico-Econômico**. Brasília, DF: MMA, 2006. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/gestao-territorial/zoneamento-territorial/item/7529-diretrizes-metodologicas.html>. Acesso em: 17 abr. 2022.

BRASILEIRO, R. S. Alternativas de desenvolvimento sustentável no semiárido nordestino: da degradação à conservação. **Scientia Plena**, v. 5, n. 5, p. 1- 12, 2009. Disponível em: <https://www.scientiaplena.org.br/sp/article/view/629>. Acesso em: 17 abr. 2022.

BROWN, G.; GLANZ, H. Identifying potential NIMBY and YIMBY effects in general land use planning and zoning. **Applied Geography**, v. 99, p. 1-11, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2018.07.026>.

CAIADO, R. G. G.; DIAS, R. F.; MATTOS, L. V.; QUELHAS, O. L. G.; LEAL FILHO, W. Towards sustainable development through the perspective of eco-efficiency - A systematic literature review. **Journal of Cleaner Production**, v. 165, p. 890-904, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.07.166>.

CEMIN, G.; SCHNEIDER, V. E.; FINOTTI, A. R.; PÉRICO, E. Proposta metodológica para a elaboração de um zoneamento ambiental. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 64, n. 3, p. 301-316, 2012. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/43794>. Acesso em: 17 abr. 2022.

CRIVELANTI, R. C.; BUENO, C. R. P.; PIRES, J. S. R.; FRANCISCO, J.; LESSI, B. F. Ecological-economic zoning of the city of Altinópolis - SP, Brazil. **Engenharia Agrícola**, v. 36, n. 6, p. 1218-1228, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v36n6p1218-1228/2016>.

COOMBES, E. G.; JONES, A. P.; SUTHERLAND, W. J. The biodiversity implications of changes in coastal tourism due to climate change. **Environmental Conservation**, v. 35, n. 4, p. 319-330, 2008. DOI: <https://dx.doi.org/10.1017/S0376892908005134>.

DIAS, R. R.; MATTOS, J. T. Zoneamento ecológico-econômico no Tocantins: comparação de resultados usando um mesmo método em diferentes datas. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 61, n. 4, p. 351-365, 2009. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/43656>. Acesso em: 17 abr. 2022.

DONTHU, N.; KUMAR, S.; MUKHERJEE, D.; PANDEY, N.; LIM, W. M. How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. **Journal of Business Research**, v. 133, p. 285-296, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.04.070>.

DU, X.; HUANG, Z. Ecological and environmental effects of land use change in rapid urbanization: The case of Hangzhou, China. **Ecological Indicators**, v. 81, p. 243-251, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.05.040>.

GARCÍA, P.; PÉREZ, M. E.; GUERRA, A. Using TM images to detect soil sealing change in Madrid (Spain). **Geoderma**, v. 214-215, p. 135-140, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2013.09.017>.

GONG, J.; JIANG, C.; CHEN, W.; CHEN, X.; LIU, Y. Spatiotemporal dynamics in the cultivated and built-up land of Guangzhou: Insights from zoning. **Habitat International**, v. 82, p. 104-112, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2018.10.004>.

LAURANCE, W. F.; SAYER, J.; CASSMAN, K. G. Agricultural expansion and its impacts on tropical nature. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 29, n. 2, p. 107-116, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tree.2013.12.001>.

LAWLER, J. J.; LEWIS, D. J.; NELSON, E.; PLANTINGA, A. J.; POLASKY, S.; WITHEY, J. C.; HELMERS, D. P.; MARTINUZZI, S.; PENNINGTON, D.; RADELOFF, V. C. Projected land-use change impacts on ecosystem services in the United States. **Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)**, v. 111, n. 20, p. 7492-7497, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.1405557111>.

LIU, J.; JIN, X.; XU, W.; FAN, Y.; REN, J.; ZHANG, X.; ZHOU, Y. Spatial coupling differentiation and development zoning trade-off of land space utilization efficiency in eastern China. **Land Use Policy**, v. 85, p. 310-327, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.03.034>.

LOPES, E. R. N.; SOUZA, J. C.; ALBUQUERQUE FILHO, J. L.; LOURENÇO, R. W. Caminhos e entraves do zoneamento ecológico-econômico no Brasil. **Revista Caminhos**

de Geografia, v. 20, n. 69, p. 342-359, 2019. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/41305>. Acesso em: 23 ago. 2023.

LV, T.; WANG, L.; XIE, H.; ZHANG, X.; ZHANG, Y. Exploring the Global Research Trends of Land Use Planning Based on a Bibliometric Analysis: Current Status and Future Prospects. **Land**, v. 10, n. 3, 304, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/land10030304>.

MAGANHOTTO, R. F.; SOUZA, L. C. P.; OLIVEIRA JUNIOR, J. C.; LOHMANN, M. Proposta de zoneamento ambiental para a Reserva Biológica das Araucárias com base em atributos topográficos. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 13, n. 6, p. 3025-3041, 2020. DOI: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v13.6.p3025-3041>.

MAGLIOCCA, N. R.; RUDEL, T. K.; VERBURG, P. H.; MCCONNELL, W. J.; MERTZ, O.; GERSTNER, K.; HEINIMANN, A.; ELLIS, E. C. Synthesis in land change science: methodological patterns, challenges, and guidelines. **Regional Environmental Change**, v. 15, p. 211-226, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10113-014-0626-8>.

MENDONÇA-SANTOS, M. L.; MOURA-BUENO, J. M.; FRANÇA, V. L.; FREIRE, G. C.; ZONTA, J. B. Aplicação de técnicas de mapeamento digital de solos no âmbito do zoneamento ecológico-econômico do bioma Amazônia no Maranhão. São Luís: Embrapa Cocais, 2020. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 3.) Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/220326/1/Boletim-03-ZEE-MA-1-final.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2022.

OLIVEIRA, P. T. S.; ALVES SOBRINHO, T.; RODRIGUES, D. B. B.; PANACHUKI, E. Zoneamento ambiental aplicado à conservação do solo e da água. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v. 35, n. 5, p. 1723-1734, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832011000500027>.

PEREIRA, J. R.; FERREIRA, P. A.; VILAS BOAS, A. A.; OLIVEIRA, E. R.; CARDOSO, R. F. Gestão social dos territórios da cidadania: o zoneamento ecológico-econômico como instrumento de gestão do território noroeste de Minas Gerais. **Cadernos EBAPE.BR**, v. 9, n. 3, p. 724-747, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1679-39512011000300004>.

ROVANI, F. F. M.; SARTORI, M. G. B.; CASSOL, R. Zoneamento ecológico-econômico de Barão de Cotegipe, RS: potencialidade para o ordenamento do território. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 66, n. 1, p. 137-151, 2014. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/43902>. Acesso em: 17 abr. 2022.

ROVANI, F. F. M.; VIERA, M. Zoneamento ecológico-econômico de Silveira Martins - RS. **Boletim Goiano de Geografia**, v. 37, n. 1, p. 140- 157, 2017. DOI: <https://doi.org/10.5216/bgg.v37i1.46249>.

RUFFATO-FERREIRA, V. J.; BESER, L.; BERRÊDO-VIANA, D.; FRANÇA, C.; NASCIMENTO, J.; FREITAS, M. Zoneamento ecológico-econômico como ferramenta para a gestão territorial integrada e sustentável no Município do Rio de Janeiro. **EURE (Santiago)**, v. 44, n. 131, p. 239-260, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0250-71612018000100239>.

SADECK, L. W. R.; LIMA, A. M. M.; ADAMI, M. Artificial neural network for ecological-economic zoning as a tool for spatial planning. **Pesquisa Agropecuária**

Brasileira, v. 52, n. 11, p. 1050-1062, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2017001100011>.

SALVATI, L.; ZAMBON, I.; CHELLI, F. M.; SERRA, P. Do spatial patterns of urbanization and land consumption reflect different socioeconomic contexts in Europe. **Science of The Total Environment**, v. 625, p. 722-730, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.12.341>.

SANKHALA, S.; SINGH, B. Evaluation of urban sprawl and land use land cover change using remote sensing and GIS techniques: A case study of Jaipur City, India. **International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering**, v. 4, n. 1, p. 66-72, 2014. Disponível em: <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=1cb146a3ba408124971074e23302a5d97ee67c40>. Acesso em: 20 abr. 2022.

SANTOS, R. F. **Planejamento ambiental: teoria e prática**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

SILVA, L. F.; CUNHA, E. R.; BACANI, V. M. Zoneamento ambiental de bacia hidrográfica ocupada por assentamento rural: estudo de caso do Córrego Indaiá - MS. **Geografia Ensino & Pesquisa**, v. 22, p. 1-12, 2018. DOI: <https://doi.org/10.5902/2236499427352>.

SILVA NETO, J. C. A. Zoneamento ambiental como subsídio para o ordenamento do território da bacia hidrográfica do Rio Salobra, Serra da Bodoquena - MS. **Ra'Ega: O Espaço Geográfico em Análise**, v. 32, p. 119-142, 2014. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/raega/article/view/33263>. Acesso em: 17 abr. 2022.

TAGLIANI, C. R. Zoneamento ecológico-econômico da zona sul do estado do Rio Grande do Sul. **DeMA: Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 38, p. 303-324, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/dma.v38i0.46044>.

THOMAS, B. L. Proposta de zoneamento ambiental para o município de Arroio do Meio - RS. **Ra'Ega: O Espaço Geográfico em Análise**, v. 24, p. 199-226, 2012. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/raega/article/view/26215>. Acesso em: 17 abr. 2022.

VERBURG, P. H.; CROSSMAN, N.; ELLIS, E. C.; HEINIMANN, A.; HOSTERT, P.; MERTZ, O.; NAGENDRA, H.; SIKOR, T.; ERB, K.-H.; GOLUBIEWSKI, N.; GRAU, R.; GROVE, M.; KONATÉ, S.; MEYFROIDT, P.; PARKER, D. C.; CHOWDHURY, R. R.; SHIBATA, H.; THOMSON, A.; ZHEN, L. Land system science and sustainable development of the earth system: A global land project perspective. **Anthropocene**, v.12, p. 29-41, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ancene.2015.09.004>.

ZHANG, W.; LI, W.; ZHANG, C.; OUIOMET, W. B. Detecting horizontal and vertical urban growth from medium resolution imagery and its relationships with major socioeconomic factors. **International Journal of Remote Sensing**, v. 38, n. 12, p. 3704-3734, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1080/01431161.2017.1302113>.