

Similaridade ambiental das propostas de zoneamentos ecológico-econômicos em Bacias Hidrográficas no Brasil

Environmental similarity of ecologic-economic Zoning proposals in river Basins in Brazil

Similaridad ambiental de propuestas para ordenamientos territoriales en Cuecas Hidrográficas en Brasil



Elfany Reis do Nascimento Lopes

Universidade Federal do Sul da Bahia - Porto Seguro - Bahia - Brasil

elfany@csc.ufsb.edu.br



José Luiz Albuquerque Filho

Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo

Butantã - São Paulo - Brasil

albuzelu@ipt.br



Roberto Wagner Lourenço

Universidade Estadual Paulista - Sorocaba - São Paulo - Brasil

roberto.lourenco@unesp.br

Resumo: O Zoneamento Ecológico-Econômico é reconhecido no Brasil como um instrumento da Política Nacional de Meio Ambiente pelo Decreto nº 4.297/2002, o qual dispõe de critérios para o ordenamento territorial baseando-se em parâmetros físicos, bióticos e socioeconômicos. Embora as bacias hidrográficas sejam consideradas as unidades básicas de planejamento dos recursos hídricos, a aplicação do zoneamento nessas áreas ainda pode ser considerada escassa. Estudos científicos que desenvolveram propostas de zoneamento em bacias hidrográficas foram levantados e caracterizados quanto ao tipo de produção, aos parâmetros utilizados, aos programas de processamento de dados utilizados, às metodologias de integração de dados e às zonas de manejo estabelecidas. O grau de dissimilaridade foi avaliado por análise multivariada de agrupamento hierárquico por meio do método de análise de clusters. Identificou-se 22 estudos realizados em bacias hidrográficas entre 1996 e 2017, elevada inclusão de aspectos físicos e baixa importância para aspectos bióticos e socioeconômicos. Desse modo, as propostas de Zoneamento Ecológico-Econômico revelaram que o zoneamento é um instrumento estratégico do planejamento e da gestão ambiental que auxilia na conservação dos recursos hídricos e deve ser realizado na perspectiva ecológica-econômica do território.

Palavras-chave: Ordenamento territorial. Recursos hídricos. Zonas de manejo. Conservação.

Abstract: The Ecological-Economic Zoning is recognized in Brazil an instrument by the National Environment Policy and Decree nº 4297/2002, which has criteria for territorial planning considering the physical, biotic and socioeconomic influences. Although river basins are considered the basic units for planning water resources, the application of zoning in these areas can still be considered scarce. Scientific studies were developed zoning proposals in river basins were surveyed and characterized as to the type of production, parameters used, data processing programs used, data integration methodologies and established management zones. The degree of dissimilarity was evaluated by multivariate analysis of hierarchical grouping, using the clusters analysis method. Were identified in the 22 studies in river basin between 1996 and 2017, high physical aspects and low importance for biotic and socioeconomic aspects. The Ecological-Economic Zoning revealed that zoning is a strategic planning and environmental management tool that assists the conservation of water resources and must be carried out from the ecological-economic perspective of the territory.

Keywords: Territorial Planning. Water reosurces. Management areas. Conservation.

Resumen: Lo Ordenamiento Ecológico-Económico es reconocido en Brasil como un instrumento de la Política Nacional del Medio Ambiente por el Decreto nº 4.297/2002, que tiene criterios para la planificación del uso de la tierra basados en parámetros físicos, bióticos y socioeconómicos. Si bien las cuencas hidrográficas se consideran las unidades básicas para la planificación de los recursos hídricos, la aplicación de lo ordenamiento en estas áreas aún puede considerarse escarsa. Se relevaron estudios científicos que desarrollaron propuestas de zonificación en cuencas hidrográficas y se caracterizaron el tipo de producción, los parámetros utilizados, los programas de procesamiento de datos utilizados, las metodologías de integración de datos y las zonas de manejo establecidas. El grado de disimilitud se evaluó mediante análisis multivariado de agrupación jerárquica utilizando el método de análisis de conglomerados. Se realizaron 22 estudios en cuencas hidrográficas entre 1996 y 2017, alta inclusión de aspectos físicos y baja importancia para los aspectos bióticos y socioeconómicos. De esta forma, las propuestas de Ordenamiento Ecológico-Económico revelaron que la zonificación es un instrumento estratégico de planificación y gestión ambiental que ayuda en la conservación de los recursos hídricos y debe llevarse a cabo en la perspectiva ecológico-económica del territorio.

Palabras clave: Ordenamiento territorial. Recurso hídrico. Zonas de manejo. Conservación.

Introdução

As bacias hidrográficas foram definidas como unidades de gerenciamento dos recursos hídricos pela França na Lei nº 64.1245 de 16 de dezembro de 1964, que idealizou um modelo de gerenciamento hídrico com estrutura descentralizada e participativa e definiu os limites espaciais das bacias hidrográficas e uma referência para os demais países (FRANÇA, 1964).

No Brasil, as bacias hidrográficas como unidades de gerenciamento foram definidas pela Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) em 1997, que buscou estabelecer parâmetros para a gestão das águas no país, ordenamento dos usos múltiplos e reconhecimento como bem de domínio público (BRASIL, 1997).

Os caminhos que orientaram as bacias hidrográficas como unidades básicas de planejamento no Brasil tiveram influência direta do exemplo francês, do Decreto nº 24.643 de 11 de julho de 1934, da Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA) e de uma série de estudos de implantação de barragens e seus impactos ambientais sobre estas áreas, que reforçaram a importância na conservação de áreas de relevância hídrica (BRASIL, 1934, 1981, 1997). Nesse âmbito, torna-se relevante constatar como as bacias hidrográficas brasileiras têm sido analisadas para o planejamento ambiental de seus atributos naturais e atividades socioeconômicas, de modo a compatibilizar as sucessivas utilizações de seus recursos em diferentes perspectivas e escalas.

As legislações brasileiras (BRASIL, 1981; 1997) têm consagrado a bacia hidrográfica como a unidade mais adequada para planejar e conduzir o uso dos recursos naturais e dos recursos hídricos, partindo da concepção que seus limites são estáveis e facilitam o acompanhamento das alterações no padrão do uso e ocupação dessas áreas. Vale ressaltar que, considerando uma dinâmica humana histórica, as formas de exploração da superfície terrestre se dão em direção aos locais com presença de rios, reforçando a forte relação entre o homem e a água.

Para Dictoro e Hanai (2016), a água tem recebido uma

conotação utilitarista de uso econômico e sobrevivência, sem se preocupar com ela como um recurso para a existência humana e da biodiversidade. Para os autores, as relações ambientais, simbólicas, religiosas, culturais e de saúde com a água estão mais presentes na conduta da população quando comparada com a urbana.

Sabe-se que a elevada demanda de água converge para alterações e mudanças na vazão dos cursos de água, redução das áreas de infiltração das águas pluviais, aumento do escoamento superficial, contaminação, escassez e redução da biodiversidade, que também reduzem a qualidade dos recursos hídricos e as condições de vida da população (GUO *et al.*, 2019; PRADHAN; SRIVASTAVA 2018; RANDOLPH; TROY, 2008; VÖRÖSMARTY *et al.*, 2010).

Considerando as alterações antrópicas que alteram a paisagem, a qualidade dos recursos naturais e de padrões sociais da população, além da redução da biodiversidade, os instrumentos da legislação ambiental brasileira visam contribuir com a regulação do padrão de uso e ocupação do território, buscando mitigar e ordenar como as atividades ocorrem na superfície terrestre.

Na política ambiental, o Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE) é definido como o principal instrumento do planejamento ambiental brasileiro, inserido na PNMA e regulamentado pelo Decreto nº 4297/2002, que descreve os critérios para a elaboração das propostas (BRASIL, 1981; 2002).

No contexto científico, o zoneamento é o resultado das propostas de tomada de decisão em âmbito técnico, político e administrativo a partir da análise de parâmetros diversos das condições do território, visando assegurar uma adequada utilização dos recursos com base na realidade ambiental de um território (CESTARO; KELTING, 2012; GENELETTI; DUREN, 2008; LOPES; XU *et al.*, 2020). Por necessitar de uma gama de parâmetros, considera-se o zoneamento um avanço na forma de negociação entre os múltiplos usuários dos recursos naturais, sendo estratégico para indicar alternativas de planejamento ambiental (VEIGA, 2001; LOPES; CESTARO; KELTING, 2012; XU *et al.*, 2020).

As propostas de ZEE em bacias hidrográficas têm sido justificadas por ponderar e determinar cenários para o uso do solo, as diretrizes e características que englobam a vulnerabilidade natural da paisagem, a aptidão agrícola dos solos e áreas de preservação permanente (APPs), além de avaliar as atividades econômicas e sociais (LIMA; REMPEL, 2007; OLIVEIRA; RODRIGUES, 2009; SILVA NETO, 2014). Neste sentido, esses estudos são estratégicos para analisar a potencialidade dos recursos hídricos e auxiliar a determinação de cenários futuros que podem ser eficientes na gestão das bacias hidrográficas (TUNDISI, 2006; PADOVESI-FONSECA, 2010).

Embora as bacias hidrográficas sejam as mais adequadas para investigações no planejamento ambiental e a sua delimitação incorporar os biomas, estados, municípios e unidades de conservação, a elaboração de estudos de ZEE ainda pode ser considerada baixa tanto no âmbito governamental quanto no científico. Face a isso, os estudos científicos que contribuem com métodos e técnicas para tais propostas ainda são reduzidos e sua divulgação é de baixa ocorrência.

Um desafio adicional é a compreensão do instrumento ambiental como caminho para buscar o consenso ambiental e incorporar as dimensões sociais, econômicas e ecológicas em seu processo. Esse fator é primordial para a tomada de decisão que envolve compatibilizar o desenvolvimento e a conservação ambiental.

Diante deste cenário, este artigo teve como objetivo investigar as propostas de ZEE elaboradas no âmbito científico no Brasil, tomando a bacia hidrográfica como unidade de análise, visando elucidar como o histórico de elaboração destes estudos tem incorporado as dimensões socioeconômicas e ambientais. Este estudo contribui também para indicar a similaridade de técnicas, métodos e parâmetros inseridos no zoneamento durante a investigação científica.

Materiais e métodos

Delineou-se uma abordagem metodológica qualitativa através da pesquisa bibliográfica, com a caracterização dos ZEE em bacias hidrográficas, com base na listagem dos estudos identificados a partir de dois descritores: “Zoneamento Ecológico-Econômico” e “Bacias Hidrográficas”.

As pesquisas foram levantadas e triados na base nacional de periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), que dispõe dos estudos indexados em periódicos nacionais e internacionais, dissertações e teses dos programas de pós-graduação brasileiros.

Identificou-se um total de 100 estudos, que foram analisados para a seleção das produções que possuíam a elaboração de uma proposta de zoneamento no contexto da bacia hidrográfica e evitar a duplicidade de estudos em diferentes produções. A listagem final apresentou a totalidade de 22 pesquisas que foram caracterizadas e tabuladas no *Microsoft Office Excel*, identificando as seguintes variáveis: tipo de produção (artigo, dissertação, tese), ano de publicação, nome do programa de pós-graduação ou periódico, conceito do programa de pós-graduação ou qualis do periódico (período triênio 2013-2016), local de estudo e Estado federativo, parâmetros utilizados, programas de processamento de dados utilizados, metodologias de integração de dados e zonas de manejo estabelecidas. Para efeito comparativo, os parâmetros dos estudos foram agrupados em cinco eixos de estudo: paisagem, morfométrico, físico, biótico e socioambiental.

Para avaliar o grau de dissimilaridade, utilizou-se a análise multivariada de agrupamento hierárquico, por meio do método de análise de clusters (*analysis cluters*), conforme Bassab, Miazaki e Andrade (1990). As variáveis foram padronizadas e avaliadas utilizando o método *Ward* no *software R* (R FOUNDATION, 2011), para a formação de subgrupos hierarquizados, de modo que os subgrupos formados obtivessem características de grande similaridade interna e grande dissimilaridade externa.

A análise de clusters calcula a distância euclidiana entre as características dos ZEE estudados. Neste formato, sistematiza-se

uma sequência de agrupamento por proximidade geométrica, com o objetivo de padronizar e estabelecer o nível de significância dos indicadores, utilizando o método *k-means clustering*, conforme equação abaixo:

$$d(A,B) = \left[\sum_{i=1}^P ((X_i(A) - X_i(B))^2) \right]^{1/2}$$

Em que:

d = Distância Euclidiana

X_i = Vetores

Com a geração de um dendrograma foi possível analisar o comportamento das características dos ZEEs a partir da formação de grupos e subgrupos.

Resultados e discussão

A elaboração do ZEE em áreas hídricas compreende uma etapa importante para promover a recuperação, a preservação da qualidade e a quantidade dos recursos hídricos, bem como constitui um conjunto de ações para regular o uso, o controle e a proteção dos recursos naturais para a gestão de bacias hidrográficas. Essa gestão envolve dois aspectos fundamentais que norteiam a avaliação destas áreas, sendo eles: o tamanho da bacia e o limite territorial.

Para Porto e Porto (2008), o tamanho da bacia hidrográfica apresenta um destaque no momento do planejamento e nos resultados de parâmetros analisados, sendo as menores bacias hidrográficas as áreas com maior facilidade para o gerenciamento técnico e estratégico, especialmente pela garantia da participação popular e individualização dos problemas, que se tornam centralizados e limitados. Os autores também discutem que o tamanho é uma questão da escala, sendo ideal aquele que incorpora a problemática de interesse.

Já o limite territorial se dá na razão de que, nem sempre coincidem com as divisões político-administrativas e podem ser compartilhadas em nível de países, estados e municípios, tornando-se uma unidade ambiental, política e de tomada de

decisão sobre os recursos hídricos. Para o zoneamento, importa que a proposição de medidas normativas tenha como finalidade a conservação dos recursos e o desenvolvimento econômico sustentável.

A delimitação das propostas de ZEE em bacias hidrográficas exige a compreensão de que a definição de bacias hidrográficas se desenvolveu assemelhando-se ao processo de evolução do zoneamento no Brasil. Ambos construídos abordando especificidades técnicas e supervalorizando as características físicas do relevo, e, aos poucos, incorporadas técnicas em dimensões de paisagem, sociais, econômicas, jurídicas e relacionadas à gestão e ao planejamento ambiental integrado. No caso das bacias hidrográficas, o Quadro 1 apresenta a evolução de sua definição.

Todos os conceitos apresentados abarcam os aspectos físicos e climáticos como parâmetros de delimitação. A partir do ano de 2003, observa-se a inserção do planejamento e da gestão ambiental como caminhos para a definição de bacias hidrográficas, reforçando a importância de estudos da dinâmica de uso e a integração de parâmetros físicos, bióticos e socioeconômicos.

Do ponto de vista da aplicação e da gestão, as bacias hidrográficas incorporam a relação entre homem e água, além da necessidade da organização do território face aos seus múltiplos usos. Dessa forma, o objetivo do ordenamento territorial é possibilitar o uso sustentável dos recursos naturais, a redução de conflitos, a análise da fragilidade ambiental e a definição de cenários compatíveis com os aspectos ambientais, políticos, econômicos, socioculturais e a participação dos diferentes agentes de decisão (OLIVEIRA; RODRIGUES, 2009).

Nas bacias hidrográficas, o ZEE deve ser visto como relevante para o ordenamento territorial das atividades. Isso porque a utilização não controlada dos recursos desencadeia a potencialização de impactos ambientais com a mudança da paisagem e a intensidade do uso e ocupação do solo (ESTEVEZ *et al.*, 2011).

Quadro 1 - Conceitos de bacias hidrográficas

AUTOR	ANO	CONCEITO
Villela e Mattos	1975	Área onde a precipitação é coletada e conduzida para seu sistema de drenagem natural, isto é, uma área composta de um sistema de drenagem natural em que o movimento de água superficial inclui todos os usos da água e do solo existentes na localidade.
Lima	1976	Área de captação natural, que drena para um curso principal, incluindo a área de divisor topográfico e de saída da bacia.
Antón	1996	Ecosistemas terrestres por meio do qual as águas superficiais e subterrâneas se movem para um caminho único contínuo.
Rocha	1997	Área que drena as águas de chuvas por ravinas, canais e tributários, para um curso principal, com vazão efluente convergindo para uma única saída e desaguando diretamente no mar ou em um grande lago.
Tucci	1997	Área de captação natural da água de precipitação que faz convergir o escoamento para um único ponto de saída, compondo um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos de água que confluem até resultar em um leito único no seu exutório.
Barella	2001	Conjunto de terras drenadas por um rio e seus afluentes, formada nas regiões mais altas do relevo por divisores de água onde as águas das chuvas escoam superficialmente formando riachos e rios ou infiltram no solo para formação de nascentes e do lençol freático.
Tundisi	2003	Unidade geofísica bem delimitada, está presente em todo território, em várias dimensões, apresenta ciclos hidrológicos e de energia bem caracterizados e integra sistemas a montante, a jusante e as águas subterrâneas e superficiais pelo ciclo hidrológico.
Valeri <i>et al.</i>	2003	É a unidade de planejamento e gestão que proporciona o entendimento do solo, da água e da cobertura vegetal.
Postel e Thompson	2005	Área de terra que drena para uma fonte de água comum, abrangendo ecossistemas terrestres, aquáticos e costeiros, que executam uma variedade de serviços valiosos, incluindo o abastecimento e purificação de água doce, a prestação de habitat, a diversidade biológica, o sequestro de carbono, a recreação e o turismo. Na linguagem da economia ecológica, bacias hidrográficas são ativos naturais que proporcionam um fluxo de bens e serviços para a sociedade.
Porto e Porto	2008	Um ente sistêmico onde se realiza os balanços de entrada da chuva e saída de água através do exutório, permitindo delinear bacias e sub-bacias, com interconexão pelos sistemas hídricos.

Fonte: Elaborado pelo autores (2020)

A produção científica de ZEE no Brasil começou em 1996 e teve um avanço a partir de 2005. Dentre os 22 estudos realizados sobre o ZEE de bacias hidrográficas, o maior quantitativo de propostas está no formato de artigos científicos (10) e dissertações

de mestrado (9). Apenas 3 teses de doutorado foram identificadas, conforme mostra o Quadro 2.

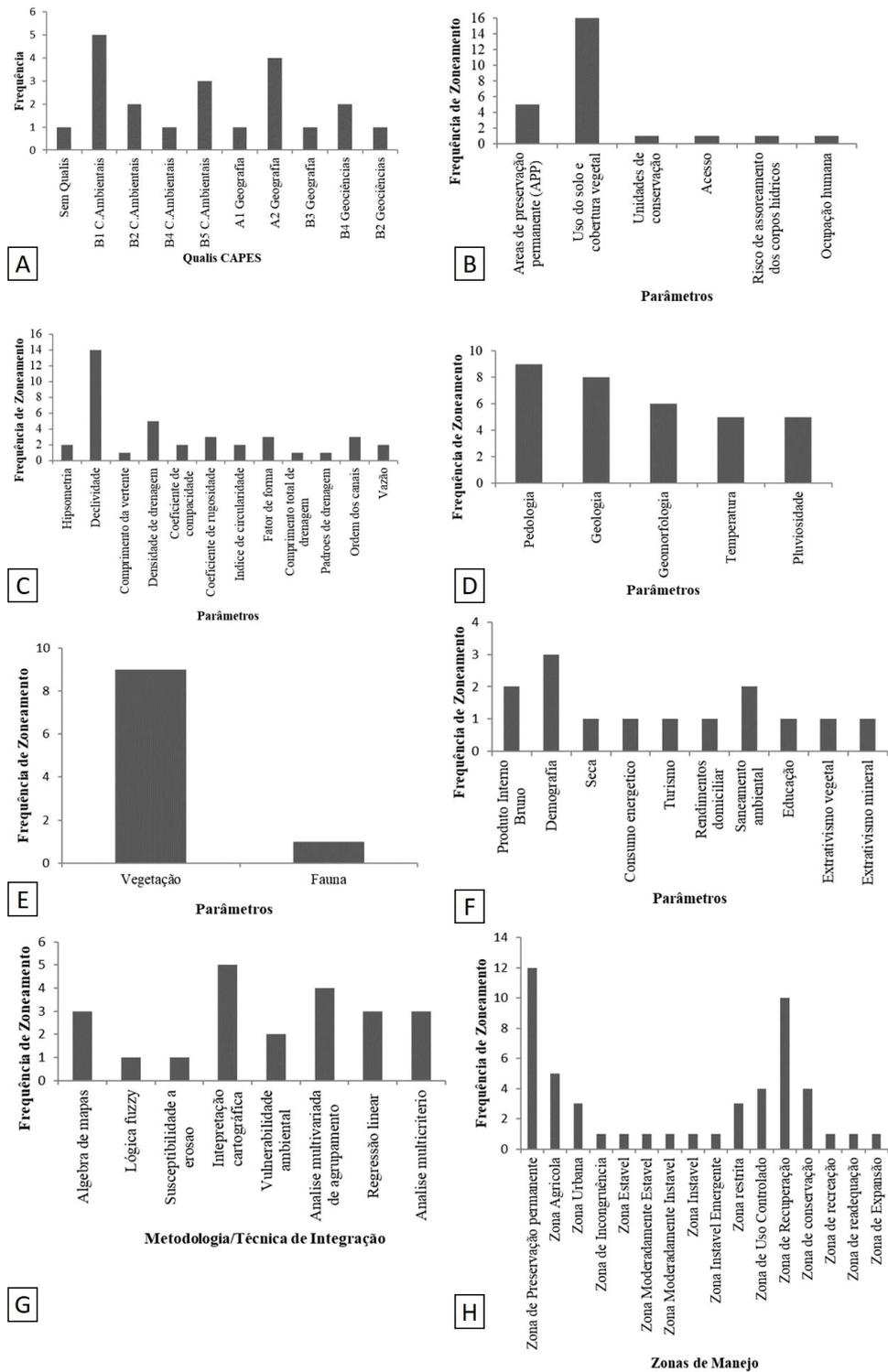
Quadro 2 - Estudos científicos com propostas de zoneamentos em bacias hidrográficas

Ano	Área	Cidade/Região	Estado
1996	BH do rio Miringuava	São José dos Pinhais	PR
1998	BH do rio Concinha	Lauro Muller	SC
2005	BH do alto curso do rio Uberaba	Uberaba	MG
2005	BH do Arroio Cadena	Santa Maria	RS
2005	Microbacia do reservatório de Santa Maria	Santa Maria	RS
2005	BH do rio do Peixe	Águas de Lindoia	SP
2007	BH do rio Taquari	Porto Alegre	RS
2008	BH do rio Corumbataí	Analândia e região	SP
2009	BH córrego dos Guaribas	Uberlândia	MG
2009	BH contiguas dos rios Arroio Miracatu, Arroio Caraguataí, Restinga do Salso, Arroio Piraju e Lageado.	São Francisco de Assis e Manoel Viana	RS
2010	BH do Tarumã	Manaus	AM
2010	BH do Ribeirão Mestre d'armas	Distrito Federal	DF
2010	BH do rio Ibicuí-Mirim	Distrito Federal	DF
2011	BH do ribeirão do Feijão	São Carlos	SP
2011	BH do rio Jacuí	Porto Alegre	RS
2011	BH do rio Salobra e Alto Paraguai	Terenos	MTS
2012	BH do rio Ipiranga	Viçosa	MG
2012	BH do riacho do Tronco	Boa Vista	PB
2012	BH do rio Piranji	Quixadá e região	CE
2014	BH do rio Salobra, MS	Bonito	MS
2014	BH do rio Guaribas, CE	São Gonçalo do Amarante	CE
2014	BH do alto rio Coxim	São Gabriel do Oeste e Camapuã	MS

Fonte: Elaborado pelo autores (2020)

A Figura 1 apresenta as características científicas e seus respectivos quantitativos para a produção dos estudos de ZEE.

Figura 1- Características avaliadas nos estudos de ZEE em bacias hidrográficas. A - Qualificação dos periódicos. B - Parâmetros avaliados no eixo da paisagem. C - Parâmetros avaliados no eixo morfométrico. D - Parâmetros avaliados no eixo físico. E - Parâmetros avaliados no eixo da biótico. F - Parâmetros avaliados no eixo socioambiental. G – Metodologias e Técnicas. H – Zonas de Manejo.



Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Os ZEEs publicados em periódicos científicos com suas respectivas qualificações podem ser observadas na Figura 1A. Os periódicos estão qualificados na Plataforma Sucupira entre B1 a B5 para Ciências Ambientais, A1 e A2 para Geografia, B2 a B4 para Geociências. Apenas um periódico não tinha qualificação.

As dissertações e teses foram produzidas em programas de pós-graduação em Geografia, Engenharia Civil, Engenharia Florestal e Ambiental, Geociências e Meio Ambiente, Zoologia, Tecnologias Ambientais, Geotecnia e Ciências. Estão concentrados nas seguintes áreas: Geografia e Geociências, Engenharias I, Ciências Agrárias I e Biodiversidade. A região Sul lidera o desenvolvimento destes estudos (7), seguida da região Sudeste (6), Centro-Oeste (5), Nordeste (3) e Norte (1).

No que se refere aos parâmetros avaliados, para o Eixo da Paisagem, o mapeamento do uso da terra foi predominante em 16 estudos. Esse parâmetro deve ser destacado em estudos de ordenamento territorial, pois, segundo Chuerubin e Pavanin (2013), permite compreender a dinâmica de uso e as atividades que acontecem no território das bacias hidrográficas e avaliar qualitativamente e quantitativamente as áreas destinadas à preservação ambiental, bem como o seu estágio de degradação e as possibilidades de zonas de expansão.

As Áreas de Preservação Permanente (APP) obtiveram baixo destaque, mesmo sendo consideradas cruciais para avaliação e conservação do território (Figura 1B). Vale ressaltar que esse parâmetro é determinado pelo Código Florestal Brasileiro com base nas áreas ambientais que estão amplamente distribuídas em bacias hidrográficas. Vale ressaltar que, em uma bacia hidrográfica, a APP permite a avaliação da qualidade das faixas limítrofes de cursos d'água, nascentes, lagos, lagoas e reservatórios, estabelecendo valores econômicos, econômicos, ecológicos, paisagísticos, físicos e psicológicos tanto no meio urbano quanto no rural (NOWATZKI; SANTOS; PAULA, 2010; BRASIL, 2012).

Ainda em relação à importância da APP como parâmetro do zoneamento, estudos indicam que a sua existência em bacias hidrográficas equivale a uma valoração na casa dos milhões de

reais, além de apresentar fragilidade entre média a alta, o que denota a necessidade de sua delimitação e enquadramento em zonas de manejo (MATTOS *et al.*, 2007; SILVA; BACANI, 2017).

Os parâmetros relacionados ao Eixo Morfométrico podem ser observados na Figura 1C, que evidencia o amplo uso da declividade como o parâmetro mais usual, justificado pela possibilidade de orientar tanto a produção agrícola quanto a expansão urbana e ainda estabelece as restrições de uso das áreas com declividade elevada e que estejam protegidas pelo Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 2012).

Considerando o aspecto hídrico, parâmetros morfométricos da forma, densidade de drenagem e ordem dos canais se destacaram, mostrando-se importantes para o planejamento de enchentes e alagamentos. Vale ressaltar que, em áreas urbanas, as enchentes causam maior transtorno, pois o adensamento populacional induz uma maior disposição de lixo, doenças e até a perda de vida. Assim, bacias hidrográficas com taxas populacionais consideráveis em seu interior requer o estudo sistemático da morfometria de seus limites. Neste sentido, Oliveira, Acorsi e Smaniotto (2018) indicaram que essas características são medidas essenciais para compreender o ciclo hidrológico, a infiltração, o deflúvio, a evapotranspiração e os escoamentos superficial e subsuperficial de bacias hidrográficas.

Os parâmetros do Eixo do Meio Físico podem ser observados na Figura 1D, sendo amplamente investigados para as proposições de zoneamentos, pois os aspectos físicos foram, por muito tempo, considerados suficientes para a elaboração das propostas. O uso de análises pedológicas, geológicas e geomorfológicas mostraram-se mais usuais, pois também influenciam os morfométricos (OLIVEIRA; ACORSI; SMANIOTTO, 2018). A temperatura e a pluviosidade apareceram em cinco estudos, provavelmente devido a sua relevância no ciclo hidrológico incidente de uma bacia hidrográfica.

Quanto ao Eixo Biótico, a Figura 1E aponta que os parâmetros desse setor são escassos nas propostas de zoneamento de bacias hidrográficas. A vegetação foi incorporada apenas em 41% dos estudos, sendo influenciada pela realização do mapeamento do

uso da terra que obrigatoriamente realiza a inclusão da cobertura vegetal.

Parâmetros bióticos são relevantes para análises integradas como as realizadas no zoneamento de bacias hidrográficas, pois seus limites se dão com uma multiplicidade de usos antrópicos. O levantamento de dados naturais devem ser sistemáticos e preponderar a definição das zonas de manejo, indicando os locais onde monitorar, recuperar e conservar. Estudos em bacias hidrográficas têm verificado que as taxas de vegetação têm sido reduzidas para a instalação de atividades agrícolas, pecuárias e a expansão urbana, sobretudo quando ocorrem de forma desordenada (BIZAMA *et al.*, 2011; JESUS *et al.*, 2015).

A fauna é o parâmetro mais incipiente dentre os levantados nas propostas de ZEE. Esse dado aponta para a deficiência da manutenção do inventário das espécies existentes na bacia hidrográfica e de medidas de conservação e organização do território para considerá-los como elementos do sistema ecológico-econômico.

Uma importante constatação é a de que tanto o monitoramento da vegetação quanto o da fauna reforçam a garantia de padrões de biodiversidade nas bacias hidrográficas, além da sua existência auxiliar na captação e produção de água, manutenção da temperatura, conservação dos recursos hídricos em áreas de APPs, redução da erosão e lixiviação do solo, além dos inúmeros serviços ecossistêmicos de suporte, regulação, culturais e de provisão ofertados.

O Eixo Socioambiental também é considerado negligenciado nos zoneamentos e o seu quantitativo pode ser observado na Figura 1F. Embora se tenha identificado 10 parâmetros, somente 22% dos estudos incluíram algum parâmetro social, econômico, de saúde ou cultural em suas análises, o que confirma a negligência e baixa adesão do aspecto socioambiental para traçar propostas de zoneamentos que influenciam diretamente a população.

Devido à importância da água, o quantitativo populacional e o saneamento ambiental são amplamente investigados. Lopes *et al.* (2016) afirmaram que a qualidade socioambiental de uma bacia hidrográfica do estado de São Paulo possuía níveis precários de

saneamento na área rural quando comparado com a zona urbana.

Na Figura 1G são apresentadas as técnicas utilizadas em zoneamentos avaliados no país. A interpretação cartográfica tem se mostrado a principal forma de obtenção do zoneamento, sendo definida como uma avaliação subjetiva de organização do tipo de uso em zonas de manejo.

A regressão e análise multivariada, a álgebra de mapas e a análise multicritério são igualmente requisitadas. Esta última permite um amplo debate entre os especialistas para avaliar a importância dos parâmetros, critérios e zonas estabelecidas. Por muitas vezes, a análise multicritério é vista como de difícil manuseio para obtenção de diagnósticos, mas embora pareça complexa, o maior entrave é o conhecimento prático do *software* utilizado. Uma definição de cada metodologia e/ou técnica de integração é apresentada no Quadro 3.

Quadro 3 - Definição das metodologias e técnicas de integração utilizadas no zoneamento.

Metodologias/Técnicas	Definição
Álgebra de mapas	Operações booleanas com limiares nítidos e rígidos pelos quais se obtém um produto derivado do cruzamento de duas ou mais variáveis.
Lógica <i>fuzzy</i>	Operação matemática que trabalha o princípio da incerteza, possibilitando a análise sem limites rígidos entre as variáveis analisadas.
Susceptibilidade a erosão	Procedimento de avaliação do potencial do território a apresentar níveis diferenciados de erosão com base na análise de variáveis pedológicas, geomorfológicas e do clima.
Interpretação cartográfica	Compartimentação da paisagem com base em características geoambientais e suas relações com atividades antrópicas.
Vulnerabilidade/ Fragilidade ambiental	Determinação da fragilidade do território a partir de variáveis de geologia, geomorfologia, dissecação do relevo, usos do solo e cobertura vegetal, definindo-se classes de fragilidade muito fraca a muito forte ou de muito instável a pouco instável.
Análise multivariada de agrupamento	Procedimento de interpretação de variáveis qualitativa e quantitativas interdependentes, condensando as informações para o objetivo estabelecido.
Regressão linear	Estudo do comportamento de variáveis distintas e do grau de associação destas.
Análise multicritério	Método de síntese de multidimensionais, a partir de um conjunto de alternativas durante o processo decisório, através do ponderamento de pesos de importância das variáveis analisadas.

Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Nos zoneamentos, diversas zonas de manejo são delimitadas considerando as características de análise e as peculiaridades da bacia hidrográfica. As diretrizes para o ZEE no Brasil indicam que as zonas de manejo devem considerar os princípios da utilidade e da simplicidade para realizar o diagnóstico da área em âmbito natural, socioeconômico e jurídico, além das tendências de uso local (BRASIL, 2002). Nos estudos, as zonas de manejo delimitadas podem ser observadas na Figura 1H.

Embora a definição de área de preservação permanente tenha sido um dos parâmetros do eixo da paisagem menos investigados, observou-se que a zona de preservação permanente apresentou maior destaque nos estudos. Esses dados indicam que as metodologias definidas para estes zoneamentos podem apresentar problemas de investigação ou ausência de métodos claros do que se busca para definir como zonas de manejo.

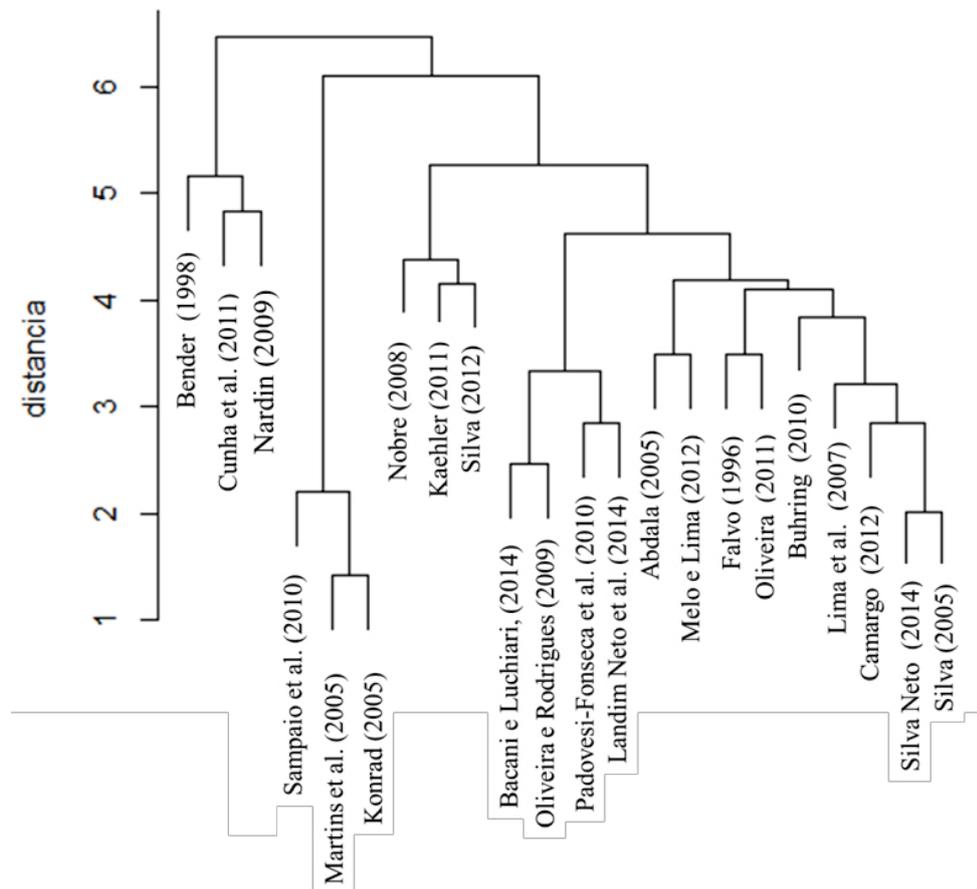
As zonas agrícola e de recuperação também são estabelecidas com maiores prioridades. Esse indicativo também revela que bacias hidrográficas apresentam taxas predominantes em áreas rurais e economia baseada na agricultura. Além disso, revela como a superexploração do território tem indicado a degradação das áreas hídricas, comprometendo os recursos naturais e a produção de água.

Ambas as zonas de manejo confirmam o objetivo do zoneamento enquanto instrumento orientativo da gestão ambiental, normatizando o território em áreas específicas para o desenvolvimento local, a recuperação de áreas com alto impacto antrópico e o direcionamento de esforços para a conservação dos recursos naturais do território.

A Figura 2 apresenta o dendograma de similaridade dos estudos sobre zoneamento em bacias hidrográficas. Entre 1996 e 2014 as propostas de zoneamento utilizaram diferentes parâmetros, negligenciaram outros de relevante interesse para o ordenamento territorial e valorizou demasiadamente parâmetros físicos-bióticos. No entanto, as discussões sobre o planejamento ambiental têm indicado um amadurecimento do ZEE como instrumento efetivo da gestão ambiental brasileira focado na harmonia entre o desenvolvimento e a conservação.

Há uma observância clara deste amadurecimento quando o processamento dos estudos apontava para zoneamentos na perspectiva de analisar a fragilidade ambiental e a ênfase no potencial de erosão, domínios pedológicos e geológicos, mas, atualmente, pode-se observar zoneamentos que consideram a conservação dos recursos naturais em um contexto amplo de conservação e desenvolvimento sustentável da bacia hidrográfica.

Figura 2 - Dendrograma de dissimilaridade dos ZEE de bacias hidrográficas.



É possível destacar a dissimilaridade por meio da formação de dois agrupamentos. No primeiro, os trabalhos de Bender (1998), Cunha *et al.* (2011) e Nardin (2009) apresentaram a maior similaridade nos parâmetros de análise utilizados na construção das propostas. O segundo agrupamento está dividido em outros subagrupamentos, confirmando a distinção dos estudos

investigados e a fraca correlação entre eles, devido à baixa presença de parâmetros físicos, bióticos e socioeconômicos similares nas propostas.

As teses de Bender (1998) e Silva (2005) são os que mais diferem metodologicamente dos demais estudos. Silva (2005) fez uma análise baseada em poucos parâmetros e desconsiderou aspectos bióticos e socioambientais. O estudo Bender (1998) pode ser considerado o mais robusto quanto à investigação de parâmetros discutidos e defendidos para o ZEE de bacias hidrográficas. Desse modo, faz uma contribuição relevante para o alcance de zoneamentos condizentes com a realidade dos territórios de bacias hidrográficas.

Em 22 anos que separam o primeiro e último estudo analisado, observou-se que as propostas de zoneamento são discrepantes no que diz respeito aos seus parâmetros, indicando a sua evolução tanto na compreensão da dinâmica do território quanto na perspectiva de suas características físicas. Os diversos subagrupamentos identificados neste artigo revelam como tal transição vem ocorrendo, inclusive na incorporação de dados físicos, bióticos e socioeconômicos tem cooperado para ZEE mais robustos e que repensem a perspectiva ecológica-econômica das propostas.

Considerações finais

As bacias hidrográficas representam a unidade básica do planejamento ambiental brasileiro e diversos estudos são desenvolvidos em seus domínios para a compreensão da dinâmica de conservação e desenvolvimento. Os estudos de ZEE realizados ao longo dos anos são importantes para o ordenamento de áreas com interesse hídrico. Contudo, eles são escassos, com baixa divulgação científica e integração de fatores físicos, bióticos e socioeconômicos que justifiquem o a condição ecológica-econômica dos zoneamentos. Sobre os parâmetros bióticos e socioeconômicos, observou-se a baixa aderência por tais investigações.

A similaridade ambiental dos estudos indicou que as

propostas diferiram significativamente ao longo de 22 anos. O estudo de 1998 foi considerado o mais robusto e completo em termos do que esperar das propostas, pois apresentaram parâmetros e zonas de manejo coerentes com a compreensão da dinâmica física, biótica e socioeconômica, ao passo que propostas recentes ainda aplicam estudos ambientais em bacias hidrográficas como suporte para análises físicas do território.

É preciso superar a dicotomia entre ecologia e economia na perspectiva dos estudos ambientais, reconhecendo o ZEE como instrumento estratégico do planejamento e da gestão ambiental que auxilia o desenvolvimento e a conservação dos recursos naturais, a qualidade de vida da população e dos recursos hídricos.

Referências bibliográficas

ABDALA, V. L. **Zoneamento da Bacia do alto curso do rio Uberaba - MG como subsídio para a gestão do recurso hídrico superficial**. 2005. 87 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2005.

ANTÓN, D. J. **Ciudades sedientas**: agua y ambientes urbanos en America Latina. Montevideo: NORDAN-Comunidad, 1996. 204 p.

BACANI, V. M.; LUCHIARI, A. Geoprocessamento aplicado ao zoneamento ambiental da bacia do alto rio Coxim - MS. **GEOUSP - Espaço e Tempo**, São Paulo, v. 18, n. 1, p. 184-197, 2014.

BARRELLA, W. *et al.* As relações entre as matas ciliares os rios e os peixes. *In*: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO; H.F. (Ed.). **Matas ciliares**: conservação e recuperação. 2.ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001.

BASSAB, W. O.; MIAZAKI, E. S.; ANDRADE, D. F. **Introdução à Análise de Agrupamentos**. São Paulo: Associação Brasileira de Estatística, 1990. 87 p.

BENDER, M. **Zoneamento ambiental e avaliação dos recursos hídricos na sub-bacia do rio Rocinha, município de Lauro Muller, SC**. 1998. 98 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 1998.

BIZAMA, G.; FERNANDO, T.; MUNÓZ, M.; AGUAYO, M. D.; ECHEVERRÍA, C.; URRUTIA, R. Pérdida y fragmentación del bosque nativo en la cuenca del río Aysén (Patagonia-Chile) durante el siglo XX1. **Revista de Geografía Norte Grande**, Santiago, v. 49, p. 125-138, 2011.

BRASIL. **Decreto nº 24.643, de 11 de julho de 1934**. Institui o Código das Águas. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1930-1939/decreto-24643-10-julho-1934-498122-publicacaooriginal-1-pe.html>>. Acesso em: 05 jan. 2021.

BRASIL. **Lei 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação e dá outras providências. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1980-1987/lei-6938-31-agosto-1981-366135-publicacaooriginal-1-pl.html>>. Acesso em: 05 jan. 2021.

BRASIL. **Decreto 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. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/2002/decreto-4297-10-julho-2002-468375-publicacaooriginal-1-pe.html>>. Acesso em: 05 jan. 2021.

BRASIL. **Lei nº12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2012/lei-12651-25-maio-2012-613076-norma-pl.html>> Acesso em: 05 jan. 2021.

BRASIL. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Dispõe sobre a Política Nacional de Recursos Hídricos. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra;jsessionid=FF6287BC38836EBD9BC60A913B631C31.proposicoesWebExterno2?codteor=470365&filename=LegislacaoCitada+-PL+1253/2007> Acesso em: 05 jan. 2021.

BÜHRING, R. **Estudo da dinâmica de uso do solo e cobertura vegetal e elaboração de uma proposta de zoneamento para a bacia hidrográfica do Tarumã, Manaus, Amazonas.** 2010. 243 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2010.

CAMARGO, R. A. **Avaliação da suscetibilidade à erosão e proposição de zoneamento estratégico com vistas à sustentabilidade da Bacia hidrográfica do rio Piranga, MG.** 121 f. 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade de Federal de Viçosa, Viçosa, 2012.

CHUERUBIM, M. L.; PAVANIN, E. V. Análise do uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do Córrego Barbosa no ano de 2011. **GEOSP Espaço e Tempo** (Online), São Paulo, v. 17, n. 1, p. 229-238, 2013. DOI: 10.11606/issn.2179-0892.geosp.2013.74313.

CUNHA, R. C.; DUPAS, F. A.; PONS, N. A. D.; TUNDISI, J. G. Análise da influência das variáveis ambientais utilizando inferência fuzzy e zoneamento das vulnerabilidades: estudo do caso da bacia hidrográfica do Ribeirão do Feijão, São Carlos – SP. **Geociências**, Rio Claro, v. 30, n. 3, p. 399-414, 2011.

DICTORO, V. P.; HANAI, F. Y. Análise da relação homem-água: a percepção ambiental dos moradores locais de Cachoeira de Emas – SP, bacia hidrográfica do rio Mogi-Guaçu. **Raega - O Espaço Geográfico em Análise**, v. 36, p. 92-120, 2016.

ESTEVEZ, L. F.; CUNICO, C.; MEZZOMO, M. M.; BIESEK, A. S.; MAGANHOTTO, R. Análise da paisagem da bacia hidrográfica do rio Marumbi, Morretes - PR: unidades de paisagem, fragilidade potencial e hemerobia. **Raega**, Curitiba, v. 23, p. 428-447, 2011.

FALVO, G. **Zoneamento da bacia hidrográfica do rio Miringuava utilizando-se de técnicas de análise multivariada.** 138 f. 1996. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1996.

FRANÇA. **Lei nº 64-1245 de 16 de dezembro de 1964.** Institui a lei da água na França. 1964. Disponível em:
<https://www.legifrance.gouv.fr/search/code?tab_selection=code&searchField=TI&TLE&query=L%27eau&page=1&init=true>. Acesso em: 05 jan. 2021.

GENELETTI, D.; DUREN, I. V. Protected Area Zoning for Conservation and Use: A Combination of Spatial Multicriteria and Multiobjective Evaluation. **Landscape and Urban Planning**, China, v. 85, p. 97-110, 2008.

GUO, Q.; HAN, Y.; YANG, Y.; FU, G.; LI, J. Quantifying the Impacts of Climate Change, Coal Mining and Soil and Water Conservation on Streamflow in a Coal Mining Concentrated Watershed on the Loess Plateau, China. **Water**, v. 11, n. 5, p. 1054-1069, 2019.

JESUS, E. N.; FERREIRA, R. A.; ARAGÃO, A. G.; SANTOS, T. I. S.; ROCHA, S. L. Estrutura dos fragmentos florestais da bacia hidrográfica do rio Poxim-SE, como subsídio à restauração ecológica. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 39, n. 3, p. 467-474, 2015.

KAEHLER, T. G. **Proposta de zoneamento da bacia hidrográfica do rio Jacuí com vistas ao licenciamento de barramentos e conservação de estoques de peixes migradores**. 2011. 80 f. Dissertação (Mestrado em Zoologia) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

KONRAD, C. G. **Zoneamento ambiental da microbacia hidrográfica do reservatório do Dnos de Santa Maria – RS**. 2005. 114 f. Dissertação (Mestrado em Geografia). – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.

LANDIM NETO, F. O.; GORAYEB, A.; PEREIRA FILHO, N. S.; SILVA, E. V. Zoneamento ambiental e funcional da bacia hidrográfica do rio Guaribas, São Gonçalo do Amarante/Ceará: subsídios para a gestão ambiental local. **Revista Eletrônica Geoaraguaia**, Barra do Graças, v. 4, n. 2, p. 63-80. 2014.

LIMA, W. P. **Princípios de manejo de bacias hidrográfica**. Piracicaba: ESALQ/USP: 1976. 143 p.

LIMA, D. F. B. de; REMPEL, C.; ECKHARDT, R. R. Análise Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Taquari. Proposta de zoneamento ambiental. **Geografia**, Londrina, v. 16, n. 1, p. 51-78, 2007.

LOPES, J. L. S.; CESTARO, L. A.; KELTING, F. M. S. Zoneamento ambiental como instrumento de uso da terra do município de Aquiraz-CE. **Boletim Goiano de Geografia**, Goiânia, v. 32, n. 1, p. 93-104, 2012.

LOPES, E. R. N.; SOUZA, J. C.; SOUSA, J. A. P. ALBUQUERQUE FILHO, J. L.; LOURENÇO, R. W. Socioeconomic and Environmental Determinants on the Urban Potential of the Una Watershed, Ibiúna, SP. **Revista Eletrônica do PRODEMA**, Fortaleza, v. 10, n. 2, p. 07-22, 2016.

MARTINS, F. B. *et al.* Zoneamento ambiental da sub-bacia hidrográfica do Arroio Cadena, Santa Maria (RS) (Estudo de caso). **Cerne**, Lavras, v. 11, n. 3, p. 315-322, 2005.

MATTOS, A. D. M.; JACOVINE, L. A. G.; VALVERDE, S. R.; SOUZA, A. L.; SILVA, M. L. S.; LIMA, J. E. Valoração ambiental de áreas de preservação permanente da microbacia do ribeirão São Bartolomeu no município de Viçosa, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v.31, n.2, p.347-353, 2007.

MELO, J. A. B.; LIMA, E. R. V. Uso da terra, vulnerabilidade e subsídios ao ordenamento territorial em microbacia. **Mercator**, Fortaleza, v. 11, n. 24, p. 127-148, 2012.

NARDIN, D. **Zoneamento geoambiental no oeste do Rio Grande do Sul**: um estudo em bacias hidrográficas. 2009. 230 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Geociências, Porto Alegre, 2009.

NOWATZKI, A.; CORDEIRO, L. J. S.; VEDOR de PAULA, E. Utilização do SIG na delimitação das áreas de preservação permanente (APP's) na bacia do rio Sagrado (Morretes/PR). **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 22, n. 1, p. 107-120, 2010.

OLIVEIRA, P. C. A.; RODRIGUES, S. C. Utilização de cenários ambientais como alternativa para o zoneamento de bacias hidrográficas: estudo da bacia hidrográfica do Córrego Guaribas, Uberlândia - MG. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 21, n. 3, p. 305-314, 2009.

OLIVEIRA, P. T. S. **Zoneamento ambiental no planejamento e gestão de bacias hidrográficas**. 2011. 79 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologias Ambientais) - Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2011.

OLIVEIRA, D. H. R.; ACORSI, M. G.; SMANIOTTO, D. A. Uso e ocupação do solo e caracterização morfométrica de microbacia na região centro-sul paranaense. **Águas Subterrâneas** - Seção Estudos de Caso e Notas Técnicas, 2018.

PADOVESI-FONSECA, C. Diagnóstico da sub-bacia do ribeirão Mestre d'Armas por meio de dois métodos de avaliação ambiental rápida, Distrito Federal, Brasil Central.

Revista Ambiente e Água, Taubaté, v. 5, n. 1, p 43-56, 2010.

PORTO, M. F. A.; PORTO, R. L. L. Gestão de bacias hidrográficas.

Estudos Avançados, São Paulo, v. 22, n. 63, p. 43-60, 2008.

POSTEL, S. L.; THOMPSON JR, B. H. Watershed Protection: Capturing the Benefits of Nature's Water Supply Services. **Natural Resources Forum**, New York, v. 29, p. 98-108, 2005.

PRADHAN, R. K.; SRIVASTAVA, P. K. Estrutura integrada para a conservação do solo e da água na Bacia do Rio Kosi, **Geocarto International**, v. 35, n. 4, p. 391-410, 2018.

R FOUNDATION for Statistical Computing. **R: A Language and Environment For Statistical Computing**. Vienna, Austria: R Development Core Team, 2011.

RANDOLPH, B.; TROY, P. Attitudes to Conservation and Water Consumption. **Environmental Science & Policy**, v. 11, n. 5, p. 441-455, 2008.

ROCHA, J. S. M. **Manual de manejo integrado de bacias hidrográficas**. Santa Maria: Edições UFSM, 1997. 181 p.

SAMPAIO, M. V. Zoneamento ambiental da sub-bacia hidrográfica do Rio Ibicuí-Mirim, RS. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v. 4, n. 2, p. 25-28, 2010.

SILVA NETO, J. C. A. Zoneamento ambiental como subsídio para o ordenamento do território da bacia hidrográfica do rio Salobra, Serra da Bodoquena – MS. **Raega**, Curitiba, v.31, p.119-142, 2014.

SILVA, S. F. **Zoneamento geoambiental com auxílio de lógica fuzzy e proposta de um geoindicador para caracterização do meio físico da bacia do rio do Peixe.** 2005. 441 f. Tese (Doutorado em Geotecnia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

SILVA, J. M. O. **Análise integrada na bacia hidrográfica do Rio Pirangi - CE: subsídios para o planejamento ambiental.** 2012. 271 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.

SILVA, L. F.; BACANI, V. M. Análise da Fragilidade Ambiental e das Áreas de Preservação Permanente da Bacia Hidrográfica do Córrego Fundo, Município de Aquidauana-MS. **Caderno de Geografia**, Belo Horizonte, v.27, n.49, p. 264-284, 2017.

SOUZA, N. S.; SOUZA, W. J.; CARDOSO, J. M. S. Caracterização hidrológica e influência da cobertura do solo nos parâmetros de vazão do Rio das Fêmeas. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 22, n. 3, p. 453-462, 2017.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação.** 2. ed. Porto Alegre: ABRH/Editora da UFRGS, 1997. 943 p.

TUNDISI, J. G. **Água no século 21: enfrentando a escassez.** São Carlos: RIMA/IIIE, 2003. 247 p.

TUNDISI, J. G. Novas perspectivas para a gestão dos recursos hídricos. **Revista USP**, São Paulo, n. 70, p. 24-35, p. 25-35, 2006.

VALERI, S. V.; POLITANO, W. (ed.). **Manejo e recuperação florestal.** Jaboticabal: FUNEP, 2003. 180 p.

VEIGA, J. E. Desenvolvimento territorial: do Entulho varguista ao zoneamento ecológico-econômico. **Bahia Análise e Dados**, Salvador, Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia, 2001.

VILLELA S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada.** São Paulo: McGraw-Hill do Brasil. 1975. 245 p.

VÖRÖSMARTY, C.J.; MCINTYRE, P. B.; GESSNER, M. O.; DUDGEON, D.; PRUSEVICH, A.; GREEN, P.; GLIDDEN, S.; BUNN, S. E.; SULLIVAN, C. Global Threats to Human Water Security and River Biodiversity. **Nature**, v. 467, p. 555-561, 2010.

XU, K.; WANG, J.; WANG, J.; WANG, X.; CHI, Y.; ZHANG, X. Environmental Function Zoning for Spatially Differentiated Environmental Policies in China. **Journal of Environmental Management**, v. 255, n. 1, p.1-10, 2020.

Declaração de Contribuição Individual

Todos os autores ofereceram substanciais contribuições científicas e intelectuais ao estudo. As tarefas de concepção e design do estudo, preparação e redação do manuscrito, bem como, revisão crítica foram desenvolvidas em grupo. O autor Elfany Reis do Nascimento Lopes ficou responsável pelo levantamento de dados, desenvolvimento teórico-conceitual e análise de dados; o segundo autor José Luiz Albuquerque Filho, pela análise de dados, sua interpretação e revisão; e o terceiro Roberto Wagner Lourenço pelos procedimentos de interpretação e revisão.

Elfany Reis do Nascimento Lopes - Biólogo, Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente e Doutor em Ciências Ambientais. Professor Adjunto da Universidade Federal do Sul da Bahia no Centro de Formação em Ciências Ambientais, em Porto Seguro, Bahia. ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1269-3986>

José Luiz Albuquerque Filho - Geólogo e Doutor em Geociências e Meio Ambiente. Hidrogeólogo do Laboratório de Recursos Hídricos e Avaliação Geoambiental do Centro de Tecnologias Geoambientais no Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7760-9514>

Roberto Wagner Lourenço - Geógrafo, Mestre e Doutor em Geociências e Meio Ambiente. Coordenador do Laboratório de Geoprocessamento e Modelagem Matemática Ambiental e Professor da Universidade Estadual Paulista no Instituto de Ciência e Tecnologia, em Sorocaba, São Paulo. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5234-8944>

Recebido para publicação em 26 de agosto de 2020

Aceito para publicação em 29 de outubro de 2020

Publicado em 30 de dezembro de 2020