

ENTRE INSUFICIÊNCIAS E NEGLIGÊNCIAS: AS POLÍTICAS DE PROTEÇÃO ÀS NASCENTES E ÁREAS ÚMIDAS NO BRASIL

**BETWEEN INSUFFICIENCY AND NEGLIGENCE: POLICIES
TO PROTECT SPRINGS AND WETLANDS IN BRAZIL**

**ENTRE LA INSUFICIENCIA Y LA NEGLIGENCIA:
POLÍTICAS DE PROTECCIÓN DE LOS MANATIALES Y
HUMEDALES EN BRASIL**

Rogério Rodrigues de Barros

Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF)
rbarros14@outlook.com

Miguel Fernandes Felipe

Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF)
miguel.felippe@ich.ufjf.br

Alfredo Costa

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS),
Campus Caxias do Sul
alfredo.costa@caxias.ifrs.edu.br

Resumo

Nascentes e áreas úmidas são sistemas ambientais de grande importância para o ciclo hidrológico e para a dinâmica das bacias hidrográficas, além de possuírem enorme relevância social e econômica. A existência e a funcionalidade desses hidrossistemas se apresenta cada vez mais ameaçada pela constante modificação das formas de uso e cobertura da terra. Todavia, enquanto a proteção das nascentes encontra ampla proteção legal no Brasil, o mesmo não ocorre com as áreas úmidas. Esse trabalho visa trazer essa discussão à luz ao demonstrar que as áreas úmidas são ambientalmente relevantes e urge por medidas legais de proteção. A argumentação é fundamentada em uma revisão bibliográfica e na apresentação dos resultados de um estudo de caso que fornece elementos para a exemplificação da problemática. Ao final, são apresentadas propostas ao debate sobre políticas públicas de proteção das áreas úmidas brasileiras.

Palavras-chave: Nascentes, Áreas Úmidas, Hidrogeomorfologia, proteção ambiental.

Abstract

Springs and wetlands are environmental systems of great importance for the hydrological cycle and for the dynamics of hydrographic basins, in addition to having enormous social and economic relevance. The existence and functionality of these hydrosystems is increasingly threatened by the constant modification of land use and land cover. However, while the protection of springs finds broad legal protection in Brazil, the same does not occur with wetlands. This work aims to bring this discussion to light by demonstrating that wetlands are environmentally relevant and require legal protection measures. The argument is based on a bibliographic review and the presentation of the results of a case study that provides elements for the exemplification of the problem. At the end, proposals are presented for the debate on public policies for the protection of Brazilian wetlands.

Keywords: Springs, Wetlands, Hydrogeomorphology, environmental protection.

Resumen

Los manantiales y humedales son sistemas ambientales de gran importancia para el ciclo hidrológico y para la dinámica de las cuencas hidrográficas, además de tener una enorme relevancia social y económica. La existencia y funcionalidad de estos hidrosistemas se ve cada vez más amenazada ante la constante modificación del uso y cobertura del suelo. Sin embargo, mientras la protección de los manantiales encuentra amplia protección legal en Brasil, no ocurre lo mismo con los humedales. Este trabajo tiene como objetivo sacar a la luz esta discusión al demostrar que los humedales son ambientalmente relevantes y requieren medidas de protección legal. La argumentación se basa en una revisión bibliográfica y la presentación de los resultados de un estudio de caso que aporta elementos para la ejemplificación del problema. Al final, se presentan propuestas para el debate sobre políticas públicas para la protección de los humedales brasileños.

Palabras clave: Manantiales, Humedales, Hidrogeomorfología, protección ambiental.

Introdução

Ao se apropriar do espaço e de seus recursos naturais, a sociedade se insere nos sistemas naturais e aumenta a sua complexidade à medida em que intervêm nas formas de relevo e intensificam os processos morfogenéticos (CORDEIRO et al., 2014). Suas ações conferem um novo ritmo às transformações, muito mais acelerado, o que afeta a dinâmica natural e os fluxos de matéria e energia imprimidos pela natureza (ROSS, 1993; AMARAL & ROSS, 2009).

Essa problemática resultou em um amplo debate na comunidade acadêmica que visou discutir a nossa atual vivência em uma era onde os processos de transformações da superfície terrestre são comparáveis àquelas de um distante passado geológico, já que as atividades humanas vêm alterando significativamente os ciclos e processos geológicos, geomorfológicos, físicos, químicos e ecológicos. Diante desse contexto, foi estabelecido o termo “Antropoceno” para definir esse novo tempo geológico (FRANÇA JÚNIOR; PELOGGIA, 2020).

Na segunda metade do século XX e início do século XXI, o Brasil passou por uma grande mudança na concentração espacial de sua população, passando de predominantemente rural para predominantemente urbano, resultando em uma pressão mais intensa sobre o meio físico e os ecossistemas, e causando uma intensa modificação nas paisagens e em sua dinâmica (PELECH; PEIXOTO, 2020).

A urbanização, a industrialização e a agricultura intensiva são vetores de grandes transformações no relevo e nos sistemas fluviais, provocando impactos de escalas globais e alterando os modos de vida da população. Tais modificações e os problemas socioambientais que acarretam se fazem sentir nos sobrecustos da consolidação e manutenção das cidades, na degradação ambiental, e no desconforto e risco de vida impostos a parcelas significativas da população (PELOGGIA, 2017; PELECH; PEIXOTO, 2020).

Será principalmente nas concentrações urbanas que a ação modificadora do homem sobre a natureza ganha um caráter mais intenso, amplo e diversificado, afetando diretamente ou indiretamente a vida de muitos seres humanos (PELOGGIA, 2017). O caráter dinâmico e voltado ao lucro imediato da industrialização e urbanização faz com que a apropriação dos solos e do relevo por parte de atividades produtivas resulte em graves consequências ambientais.

Tais transformações e interferências trazem à tona a necessidade de prevenção de problemas ambientais relacionados à utilização da água, que de acordo com a Lei Federal nº 9.433/97, é um bem finito, dotado de valor econômico, escasso, vulnerável e de múltiplos usos. Por ser encontrada de diferentes formas na natureza, existe a necessidade do planejamento dos recursos hídricos disponíveis de acordo com as diretrizes municipais, estaduais e federais, visando adequar seu uso e proteção, assegurando a sua qualidade e quantidade (BENDA; ALVES; CORRÊA, 2007).

A exploração dos recursos hídricos resulta em danos ambientais que se intensificam quando o uso e ocupação do solo pela agricultura ou urbanização se estendem até áreas ecologicamente sensíveis e que exercem importantes funções do ponto de vista hidrológico e ecológico, como nascentes e áreas úmidas (CAPOANE; TIECHER; RHEINHEIMER, 2016). Nascentes e áreas úmidas são responsáveis pela manutenção das águas fluviais, que são os recursos hídricos mais acessíveis para captação por parte da população e para atividades econômicas, já que a utilização de águas superficiais se mostra mais viável se comparada com as águas subterrâneas (MAGALHÃES JR; FELIPPE, 2011; CUNHA; PIEDADE; JUNK, 2015).

Diante da crescente urbanização, de marcos regulatórios pouco efetivos e gestões ineficientes, vêm à tona o debate sobre a proteção dos ecossistemas e recursos hídricos brasileiros, cuja importância econômica, social e ecológica é enorme para a sociedade, além de possuírem um papel fundamental no ciclo hidrológico (JUNK e PIEDADE, 2015).

O chamado “novo código florestal” (BRASIL, 2012) apresenta algumas mudanças e questões polêmicas, como: não contemplar como áreas de proteção ambiental (APPs) o entorno de nascentes intermitentes e as faixas marginais de cursos d’água efêmeros; a definição pouco abrangente de áreas úmidas - que resulta na exclusão de conjunto diverso dessas áreas, e também na questão da demarcação do leito de rios no que tange à definição de faixas de proteção das APPs. Portanto, as falhas e brechas encontradas na legislação evidenciam a necessidade da reformulação em alguns de seus pontos para que as nascentes e áreas úmidas tenham sua proteção assegurada e de maneira adequada.

Além disso, a compreensão maniqueísta da estrutura e funcionalidade dos hidrossistemas faz com que as normas não abarquem a diversidade de formas com que nascentes e áreas úmidas se manifestam. Desse modo, há situações de insegurança jurídica, além de brechas em uma zona turva dos textos legais que permitem por vezes a sobreposição dos interesses econômicos aos ambientais. Os conflitos de interesses relacionados ao uso e ocupação da terra e de sua cobertura vegetal trazem à tona a discussão acerca da efetividade do Código Florestal para a proteção do meio ambiente, já que são colocados em debate diferentes pontos de vista que tornam mais difícil a tarefa de se construir uma legislação ambiental mais justa e eficiente, capaz de impedir ou mitigar possíveis impactos e degradação ambiental (PIEADADE et al. 2012).

O caráter permissivo e a excessiva flexibilização vistas em discussões e versões que antecederam a elaboração do Código Florestal vigente foram amplamente discutidos e duramente criticados, como em Ab’Saber (2010). Obteve-se um certo avanço em relação à algumas proposições iniciais, porém, outras medidas impopulares foram mantidas, como a necessidade de se manter apenas 20% da área de cobertura de vegetação nativa em imóveis rurais fora da Amazônia Legal, que se mostra um percentual bastante reduzido, possibilitando grandes devastações ambientais em curto e médio prazo (AB’SABER, 2010).

Assim, esse trabalho busca discutir a fragilidade na proteção de nascentes e áreas úmidas

nacionais, argumentar sobre a sua importância do ponto de vista da manutenção da disponibilidade e qualidade das águas, e propor caminhos para a elaboração de políticas públicas para sua proteção. Desta maneira, a justificativa para o seguinte estudo se encontra na crescente pressão e ameaça em que os hidrossistemas abordados estão sujeitos devido às atividades antrópicas e da degradação ambiental em que acarretam. Garantir sua proteção e conservação é de interesse geral para a sociedade, já que assegurar sua qualidade ambiental implica na melhoria de vida de comunidades humanas e da fauna e flora que fazem uso desses sistemas como fonte de recurso hídrico.

Para isso, será feita uma interpretação acerca da legislação ambiental vigente no país, observando quais medidas e critérios estão sendo adotados para garantir a proteção das nascentes e áreas úmidas, assim, possibilitando uma discussão sobre a efetividade ou ineficácia das ferramentas adotadas. Em seguida, será incorporada à essa discussão uma interpretação dos resultados encontrados nos mapeamentos e nas pesquisas de campo sobre área úmidas em uma microbacia na região de Mares de Morros, em Minas Gerais, que será útil para fornecer exemplos sobre a relevância da sua preservação e, ao mesmo tempo, as consequências da sua degradação.

O estudo de caso subsidiará o apontamento das fragilidades encontradas na legislação quanto à proteção dos hidrossistemas mencionados, mostrando onde se encontram as principais brechas e falhas da legislação e explicando suas causas, para assim buscar apontar possíveis soluções para superar os problemas encontrados em relação às formas de proteção empregadas atualmente.

Descaminhos e descompassos na proteção de nascentes e áreas úmidas no Brasil

As nascentes podem ser entendidas como sistemas ambientais conectados à dinâmica hidrológica subsuperficial, sendo os locais onde as águas subsuperficiais afloram de forma temporária ou perene quando o nível freático atinge a superfície (SPRINGER et al. 2008; FELIPPE e MAGALHÃES JR, 2013).

As nascentes são protegidas por lei, sendo consideradas áreas de preservação permanente (APP) pelo novo código florestal (2012). Segundo a Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012, se entende por área de preservação permanente (APP): área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (BRASIL, 2012).

Ainda segundo essa lei, no Art. 1º, inciso XVII, a definição de nascente consiste em um “afloramento natural do lençol freático que apresenta perenidade e dá início a um curso d’água”,

considerando, no Art. 4º, inciso IV, como área de preservação permanente (APP) “as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d’água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros” (BRASIL, 2012).

Observam-se algumas lacunas nessa diretriz supramencionada, já que o texto introduz a expressão “perenes” e não faz menção à delimitação de áreas de preservação permanente (APPs) para nascentes intermitentes, associadas principalmente aos períodos de cheias hidrológicas e em regiões com menor disponibilidade de água, não sendo contempladas com a proteção necessária.

Ainda nessa mesma lei, no Art. 3º, inciso XVIII, a definição dada para olhos d’água consiste em “afioramento natural do lençol freático, mesmo que intermitente”, deixando ainda mais evidente que nem todos os hidrossistemas se encontram protegidos.

A Lei Federal nº 12.651, em seu Art. 7º, § 1º, dispõe que:

Quando ocorrido supressão de vegetação situada em Área de Preservação Permanente, o proprietário da área, possuidor ou ocupante a qualquer título é obrigado a promover a recomposição da vegetação, ressalvados os usos autorizados previstos nesta Lei”.

Em seu Art. 8º, § 1º, indica que “a supressão de vegetação nativa protetora de nascentes, dunas e restingas somente poderá ser autorizada em caso de utilidade pública”. No Art. 61-A, § 5º, é apresentado que:

“nos casos de áreas rurais consolidadas em Áreas de Preservação Permanente no entorno de nascentes e olhos d’água perenes, será admitida a manutenção de atividades agrossilvipastoris, de ecoturismo ou de turismo rural, sendo obrigatória a recomposição do raio mínimo de 15 (quinze) metros”.

No entanto, o que se observa em meio urbano é a aplicação da legislação ambiental de forma inexpressiva, sendo constantes ocupações urbanas e impactos antrópicos nesses ambientes e em seus arredores, como a supressão de vegetação nativa, cultivos agrícolas e implantação de vias urbanas, gerando conflitos de ocupação que podem comprometer a disponibilidade e qualidade dos recursos hídricos. (PARAGUASSÚ et al. 2010; GOMES et al. 2018).

Ademais, a limitação do marco regulatório não se limita aos aspectos teóricos do texto normativo. Há uma série de questões de ordem hidrogeomorfológicas que são obliteradas em prol de uma lei generalista. Desse modo, especificidades estruturais e funcionais do sistema nascente impõem

uma grande dificuldade de aplicação técnica dos proclames.

Carmo et al. (2014) mostrou que há determinados tipos de nascentes que não possuem uma solução técnica clara para delimitação de sua APP. Isso se deve ao fato de que a manifestação hidrológica da nascente pode ocorrer sob diversas fisiografias, perpassando a existência de um rol de tipos de nascentes que, a depender das condições ambientais (sobretudo climáticas, geológicas e geomorfológicas) locais e regionais, geram uma grande diversidade fisiográfica para nascentes (SPRINGER e STEVENS, 2009; FELIPPE e MAGALHÃES JR, 2014).

Três situações são apontadas como as de maior complexidade para delimitação das APPs em nascentes: mobilidade do local de exfiltração; exfiltração múltipla; nascentes que ocorrem em áreas úmidas (CARMO et al., 2014). O caso das nascentes móveis é emblemático, pois nesses hidrossistemas o ponto de exfiltração da água subterrânea muda ao longo do ano, acompanhando a oscilação do nível freático. Esse deslocamento pode ser bem maior que a área de raio de 50m previsto na legislação, havendo registros de nascentes com mobilidade da exfiltração da ordem de 2km lineares (FELIPPE e MAGALHÃES JR, 2014). Nesse sentido, há dúvida sobre o referencial para se delimitar a APP, uma vez que a cada visita de campo, a surgência estará em um local diferente.

Dificuldade similar ocorre para o caso de nascentes múltiplas, em que a exfiltração não ocorre concentrada em um ponto único, mas pulverizada em diversos pequenos pontos. Na maior parte desses casos, a distância entre os pontos de exfiltração será pequena, dentro da margem preconizada para APP, mas para alguns, esse distanciamento pode significar que as surgências mais periféricas fiquem fora do raio de preservação. O mesmo pode-se dizer para nascentes múltiplas, que ocorrem em áreas úmidas. Nesses casos, a legislação carece de parâmetros para definir a APP. Não há clareza sobre as margens das áreas úmidas, além do que, em diversos casos, a exfiltração ocorre em uma área superior à própria distância prevista em lei (50m). Ou seja, para muitos casos como esses, aplicar uma área de proteção de raio de 50m a partir do centróide da feição (técnica mais corriqueira no Brasil) pode significar que parte da própria nascente pode ficar de fora da APP (CARMO et al., 2014).

As áreas úmidas, por sua vez, são sistemas hidrogeomorfológicos saturados por água, alagados de forma permanente ou sazonal, sendo formadas devido às inundações de cursos d'água e/ou pela precipitação direta ou afloramento do lençol freático, proporcionando condições de formação de espécies vegetais adaptadas a essas condições e/ou solos com características hidromórficas (RAMSAR, 1971; BRINSON, 1993; PIEDADE et al. 2012; JUNK e PIEDADE, 2015).

As áreas úmidas são um dos ecossistemas mais ameaçados e afetados pelas atividades antrópicas ao redor do mundo. No Brasil, estima-se que elas ocupam cerca de 20% do território nacional (JUNK et al. 2014). Entre suas múltiplas funcionalidades e serviços proporcionados, estão a estocagem periódica de água, a recarga dos aquíferos e lençol freático, retenção de sedimentos, purificação da água e fornecimento de água limpa, irrigação da lavoura e habitat para animais silvestres e domésticos (JUNK et al. 2014). No entanto, ambientes de áreas úmidas sempre foram vistos como improdutivos

economicamente, sendo comum serem alvo de drenagem ou aterramento, resultando na perda de mais da metade das áreas úmidas mundiais (BURGUER, 2000, apud. XAVIER et al. 2019).

Diante desse contexto, em 1971 foi realizada a Convenção de Ramsar, que teve participação de vários países e objetivo inicial proteger as áreas úmidas de importância internacional. O Brasil assinou a Convenção de Ramsar em 1993, se responsabilizando por fazer levantamentos, estudos e classificações para estabelecer uma política nacional para o manejo, gestão e proteção das áreas úmidas e sua biodiversidade (PIEIDADE et al. 2012; JUNK et al. 2014).

Nesta convenção, as áreas úmidas foram definidas como pântanos, charcos, turfas e corpos de água, naturais ou artificiais, permanentes ou temporários, com água estagnada ou corrente, doce, salobra ou salgada, incluindo estuários, planícies costeiras inundáveis, ilhas e áreas marinhas costeiras, entre outros. Além disso, são definidos como limites das áreas úmidas as linhas máximas de enchentes (PIEIDADE et al. 2012).

Nesse ponto, observa-se uma clara interseção entre os ambientes de nascentes e áreas úmidas. Apesar da distinção dos conceitos – em termos simplificados, nascente é onde nasce o rio e área úmida é onde ocorre acúmulo de água – há determinadas nascentes que ocorrem em áreas úmidas e determinadas áreas úmidas que funcionam como nascente. O que diferencia um hidrossistema do outro é basicamente a dinâmica de permanência da água. A literatura especializada trata-os como diferentes do ponto de vista funcional, mas são muito semelhantes do ponto de vista da estrutura da paisagem. Em outras palavras, a realidade do campo não se limita às definições conceituais, criando uma zona de “interseção” desses hidrossistemas.

Destarte, observou-se a falta de interesse político sobre esta temática na elaboração do novo Código Florestal Brasileiro (lei federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012), já que os serviços ambientais e a importância ecológica e socioeconômica das áreas úmidas não foram reconhecidos como deveriam. Tal fato evidencia o grande risco de perda das múltiplas funcionalidades e benefícios sociais e ecológicos trazidos pelas áreas úmidas devido à falta de uma legislação pertinente e adequada (JUNK et al. 2014).

Pela primeira vez o termo “áreas úmidas” foi utilizado em uma lei federal no país (lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012), o que pode ser um ponto positivo para a proteção desses ambientes (BOZELLI et al. 2018). Contudo, tal definição é generalista e tenta abarcar e representar todas as áreas úmidas presentes em território nacional. Além disso, a única menção acerca de sua proteção ocorre no Art. 6º, onde:

“consideram-se, ainda, de preservação permanente, quando declaradas de interesse social por ato do Chefe do Poder Executivo, as áreas cobertas com florestas ou outras formas de vegetação destinadas a uma ou mais das seguintes finalidades: [...] proteger áreas úmidas, especialmente as de importância internacional” (BRASIL, 2012).

O ponto de polêmica e muita discussão acerca da elaboração do novo código florestal brasileiro (2012) e às áreas úmidas brasileiras foi a definição como nível do rio para efeitos de criação de Áreas de Preservação Permanente (APPs) o nível intermediário (“calha regular”) da enchente. Houve claramente um retrocesso se comparado ao código florestal de 1965, que considerava como de preservação permanente “as florestas e demais formas de vegetação natural, situadas: a) ao longo dos rios ou de qualquer curso d’água desde o seu nível mais alto” (PIEIDADE et al. 2012).

A aplicação do novo código florestal, portanto, não funciona ou é omissa para grande parte das áreas úmidas brasileiras, desde aquelas de grande extensão na Amazônia e no Pantanal, que são ecossistemas de pulsos de inundação e expansão lateral das áreas úmidas, onde as diferenças entre os níveis altos e baixos de inundação podem atingir cerca de 10 metros, como áreas úmidas nos interflúvios, áreas úmidas costeiras e principalmente as áreas úmidas de pequena extensão (PIEIDADE et al. 2012; JUNK et al. 2014).

A proteção de uma pequena faixa ao longo dos cursos d’água, independentemente de sua largura, protegerá apenas uma pequena porção das áreas úmidas nacionais, sendo, portanto, ameaçadas seus serviços ecossistêmicos, suas diversas funcionalidades socioeconômicas e ecológicas e seu uso pela população (PIEIDADE et al. 2012).

Considerando que os rios em nosso território apresentam alterações significativas durante as épocas de cheias, a redução da área de proteção e dos valores de vegetação ciliar a serem preservados podem afetar a conservação dos recursos hídricos em toda bacia hidrográfica (GOMES et al. 2018).

Segundo Junk e Piedade (2015), a extensão de uma área úmida deveria ser estabelecida pelo limite da inundação rasa ou encharcamento periódico, e no caso de áreas alagáveis, pelo limite da influência das inundações médias máximas, incluindo-se áreas permanentemente secas em seu interior, caso existentes. Tais limites externos seriam indicados pela presença de solo hidromórfico e/ou de vegetação hidrófita adaptada aos solos encharcados.

Portanto, o atual estado da legislação ambiental brasileira reduziu a proteção das áreas úmidas apenas à situação em que se localizam ao longo das margens dos rios, facilitando a destruição da vegetação natural ripária, deixando-as vulneráveis. Além disso, deixou desprotegidas as áreas úmidas presentes em encostas de morros e vertentes, associadas às cabeceiras de drenagem e às porções deprimidas, cujo desenvolvimento está associado também à exfiltração do nível freático (PIEIDADE et al. 2012; GOMES, 2017).

A proteção das áreas úmidas envolve diferentes interesses e agentes, que têm visões distintas sobre seu uso, controle e proteção, sendo seu gerenciamento uma articulação entre tais visões, de acordo com a política estabelecida para tal. Contudo, em diversos casos, as políticas e práticas de gerenciamento não abordam as inter-relações entre água e ecossistema como um todo. Sendo assim, deve-se reconhecer a importância das áreas úmidas e integrá-las às tomadas de decisão envolvendo os recursos hídricos, para assim atender as necessidades sociais, econômicas e ambientais (XAVIER et al. 2019).

Esses hidrossistemas (nascentes e áreas úmidas) são resultantes das condições climáticas, geológicas, hidrográficas, topográficas e de atividades antrópicas, que influenciam em sua conformação espacial, em sua hidrodinâmica e nos processos hidrogeomorfológicos locais, como a sedimentação, o escoamento subsuperficial e a exfiltração de águas subsuperficiais. Algumas nascentes podem se comportar como áreas úmidas (aquelas de exfiltração difusa) e algumas áreas úmidas podem se comportar como nascentes, quando geram um curso d'água à sua jusante. Desta forma, tanto nascentes e áreas úmidas podem consistir em um mesmo sistema que apresenta funcionalidades e características semelhantes. Suas conexões com águas superficiais e processos associados fazem com que esses hidrossistemas se configurem em locais únicos do ponto de vista geomorfológico e ecológico, possuindo características físicas e biológicas que os distingue de outros ecossistemas terrestres (SPRINGER & STEVENS, 2009; JACKSON; THOMPSON; KOLKA, 2014; JUNGHANS et al. 2016).

Além disso, oferecem variados serviços ambientais para a sociedade e meio ambiente em função de seus recursos ecológicos, culturais e suas múltiplas funcionalidades, como a possibilidade da captação de água, a recarga do lençol freático e regulação do clima, servindo como filtro para poluentes e como recursos hídricos. Cabe também destacar seu papel como habitat para diversas espécies da fauna e flora, principalmente para plantas higrófilas e hidrófitas (SPRINGER et al. 2008; CUNHA; PIEDADE; JUNK, 2015).

Apesar de suas particularidades e diferentes estratégias de conservação, esses hidrossistemas têm em comum um papel importante dentro do ciclo hidrológico e na dinâmica da paisagem, atuando no controle de erosão, no escoamento superficial e subsuperficial e na perda de água por evaporação e/ou consumo da vegetação. Sua inserção na totalidade da paisagem e a conectividade com a mesma, implica que mudanças no meio, principalmente por atividades antrópicas, estão sujeitas a comprometer sua qualidade ambiental, afetando a saúde de quem se abastece de suas águas – tanto pessoas quanto animais, e também a sua estabilidade e funcionamento, ameaçando a sua existência.

Cabe destacar que a vegetação no entorno desses hidrossistemas também se vê ameaçada. A vegetação ripária é responsável por garantir a proteção dessas áreas e também por atuar em processos geomorfológicos, como na infiltração de água no solo, no escoamento superficial e na deposição e transporte de sedimentos, sendo, portanto, essencial pensar também em sua proteção quando se fala de nascentes e áreas úmidas.

As nascentes e áreas úmidas se apresentam dispostas em contextos geomorfológicos distintos, mais notoriamente em cabeceiras de drenagem ou ambientes de morfologias côncavas e suaves, que são propícios para a exfiltração de água devido ao menor gradiente dos fluxos subterrâneos; e em fundos de vale e margens de cursos d'água, estando associadas à precipitação e ao escoamento superficial. Portanto, apresentam configurações distintas e específicas em contextos geomorfológicos distintos (GOMES e MAGALHÃES JR., 2020).

Casos e descasos: exemplos de nascentes e áreas úmidas

Para se interpretar as condições ambientais e o grau de proteção de nascentes e áreas úmidas, escolheu-se uma área de estudo localizada em Juiz de Fora, no sudeste do estado de Minas Gerais. Esta área está situada no domínio dos Mares de Morro Florestados, que apresenta relevo mamelonar, com rede de drenagem rica resultante das precipitações advindas do clima quente e úmido da área, responsável por produzir solos e mantos de alteração espessos (AB'SABER, 2003; KAMINO et al., 2019).

A área se encontra na bacia hidrográfica do córrego São Mateus, que deságua no Rio do Peixe (tributário do rio Paraíba do Sul), abrangendo assim uma área de aproximadamente 30 km². O Rio do Peixe, assim como todos os corpos d'água da bacia, estão enquadrados na classe 1 de acordo com a Deliberação Normativa COPAM nº 16 de 25/09/96, portanto podem ser utilizados para abastecimento, consumo, irrigação e recreação (MINAS GERAIS, 1996; PIRES; VILLAÇA, 2011; ROCHA; AZEVEDO, 2015).

A região está inserida no domínio morfoclimático de Mares de Morros florestados, apresentando relevo mamelonar, com grandes variações de altitudes e vertentes extensas e declivosas (AB'SABER, 2003). O clima regional é predominantemente tropical úmido de altitude, consistindo como Cwa na classificação de Köppen, apresentando regimes pluviométricos marcados por uma dupla estacionalidade climática: quente e chuvosa nos meses de verão, onde os rios apresentam maiores médias mensais de cota, e outra mais fria e seca nos meses de inverno, onde os acumulados de precipitação são menores (SOUZA; NASCIMENTO; OTENIO, 2015; ÁVILA; ALMEIDA NETO; FELIPPE, 2017).

A bacia do São Mateus é embasada por rochas paleoproterozoicas do Complexo Juiz de Fora, presentes na porção norte e sul da bacia, e do Grupo Andrelândia (Neoproterozico), presente na faixa central, sendo circundada por zonas de falha de cisalhamento transcorrente dextral (Figura 1). Os solos predominantes são do tipo latossolo vermelho-amarelo (CPRM, 2014).

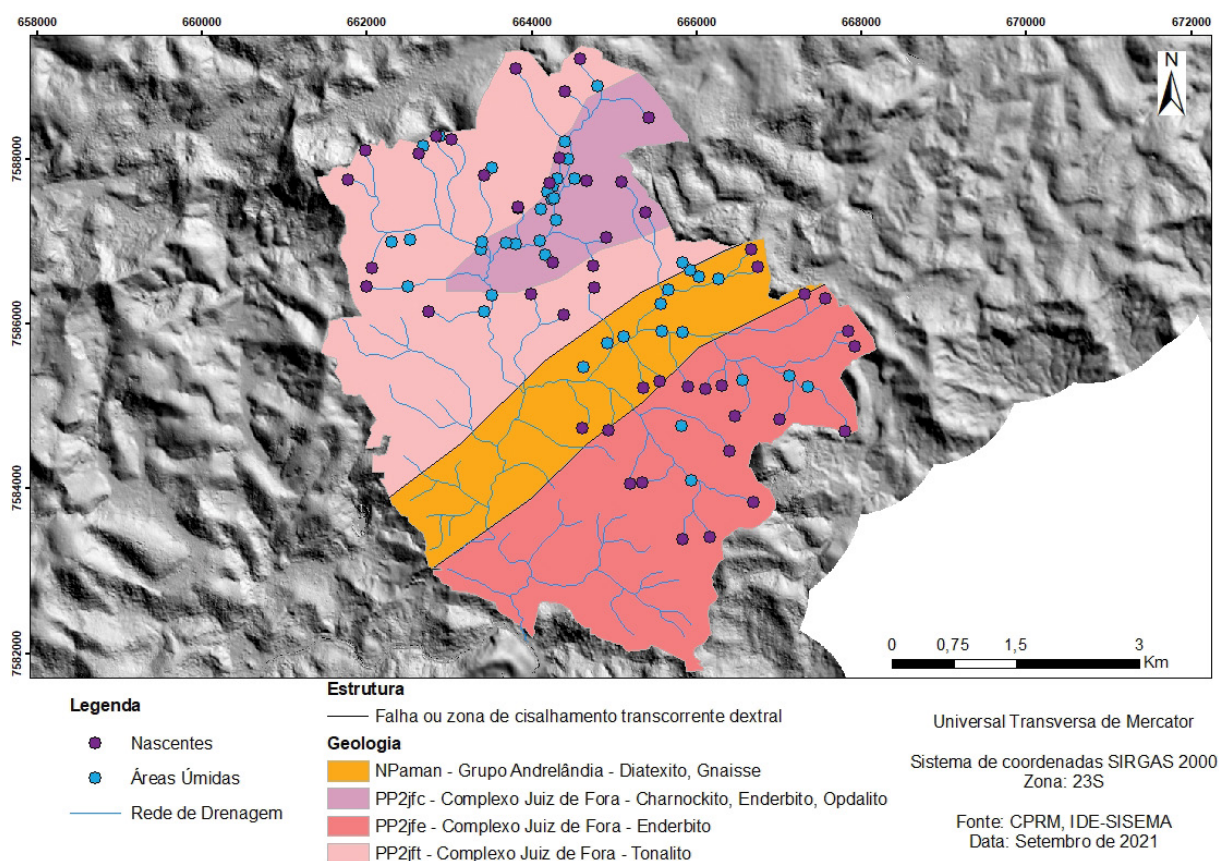


FIGURA 1: Unidades geológicas da área de estudo. / Fonte: Elaborado pelo autor com dados geológicos de CPRM (2021).

Para o levantamento dos hidrossistemas foi escolhido o alto curso do córrego São Mateus, o córrego Salvaterra e seus afluentes, e o córrego Bocaina e seus afluentes. O córrego Salvaterra tem sua origem entre os Aterros Controlado/Sanitário Salvaterra e o Centro Empresarial Park Sul, enquanto o córrego Bocaina tem sua gênese nas proximidades da Pedreira Pedra Sul, no Centro Empresarial Park Sul (PIRES; VILLAÇA, 2011; ROCHA; AZEVEDO, 2015).

A área que compreende a bacia do Córrego São Mateus é relativamente afastada do centro da cidade, estando, porém, sob expansão urbana, abrigando loteamentos como sítios, fazendas, condomínios e chácaras, aumentando assim o contingente populacional na área. Essas intervenções antrópicas, assim como a agricultura e atividades da mineração, resultaram na retirada de cobertura vegetal presente previamente na região, tornando-a uma paisagem antropizada (ROCHA; AZEVEDO, 2015).

Debates e discussões acerca de impactos ambientais na área foram constantes ao longo dos últimos anos, motivadas principalmente devido à implementação de um aterro sanitário no local, que

passou a funcionar em 2005, sendo desativado posteriormente, em 2010. No entanto, mesmo antes desse empreendimento, a área do Salvaterra já era utilizada para disposição final de resíduos gerados no município.

Posteriormente, a comunidade acadêmica e a administração municipal reconheceram que o descarte de resíduos nessa região foi feito de forma irregular e também em uma área imprópria para este fim, sendo tais descartes realizados tanto em áreas de APPs, áreas próximas à afloramentos do lençol freático e também próximos à núcleos habitacionais. A disposição de resíduos sólidos e químicos no local resultou em várias consequências, como: soterramento e contaminação de nascentes, contaminação do lençol freático, assoreamento do córrego Salvaterra, supressão da cobertura vegetal, intensificação de processos erosivos e riscos à saúde da população local. (PIRES; VILLAÇA, 2011).

Mesmo após a desativação do aterro sanitário, os impactos ambientais na área continuaram presentes, principalmente na qualidade das águas dos córregos locais, com odores fortes e colorações mais escuras, evidenciando falhas em todas as etapas do processo de instalação e posterior remoção do empreendimento (ROCHA; AZEVEDO, 2015).

Portanto, a área possui um histórico preocupante do ponto de vista ambiental. Os impactos causados se reverberam nos cursos d'água, nascentes e áreas úmidas, que podem ser utilizados para captação de água por parte de uma população que não possui atendimento de água e faz uso dos mesmos, e também por espécies da fauna e flora que tem sua vida dependente dos recursos hídricos da região. Portanto, é fundamental compreender a dinâmica desses hidrossistemas e o contexto socioambiental em que estão inseridos, para assim garantir sua qualidade ambiental e sua integridade.

Neste estudo, as nascentes e áreas úmidas presentes no alto curso da bacia do São Mateus foram identificadas em gabinete por meio técnicas de fotointerpretação geográfica e sensoriamento remoto, através de imagens de satélite de alta resolução. As imagens aéreas utilizadas são provenientes do satélite Sentinel-2, com resolução espacial de 10 metros, referentes ao dia 26/08/2021, obtidas através do sistema GloVIS da USGS. A escolha do recorte espacial envolvendo o alto curso da bacia e dos córregos supramencionados se deve a sua localização em uma área mais urbanizada se comparada ao restante da bacia, consequentemente resultando em cursos d'água, nascentes e áreas úmidas mais sujeitos à degradação ambiental. Além disso, também é uma área mais acessível para a realização de estudos de campo.

Reconhecer a unidade de paisagem, as características hidrogeomorfológicas e a forma de ocupação na área em se inserem as nascentes e as áreas úmidas é fundamental para compreender sua dinâmica espacial e seu funcionamento. A partir disso, torna-se possível a formulação de medidas de proteção e conservação mais efetivas para esses hidrossistemas de grande valor socioeconômico e ambiental. Para a identificação das nascentes presentes na área, foram utilizadas bases georreferenciadas da bacia e de sua drenagem, obtidas através do portal IDE-SISEMA (Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos), que possui bacias hidrográficas e hidrografias

otocodificadas, sendo posteriormente utilizada linguagem SQL no software ArcGIS 10.3.1 para filtrar apenas os dados referentes a área de estudo. Em seguida, tais dados foram utilizados em conjunto com imagens aéreas de alta resolução advindas de satélites, possibilitando a identificação das áreas de surgimento dos cursos d'água locais, e conseqüentemente, auxiliou na delimitação das nascentes.

As áreas úmidas foram identificadas através da detecção de elementos morfológicos relativos à drenagem e de padrões de pixels que indicam a ocorrência de vegetação higrófila/hidrófita e/ou solos hidromórficos, geralmente associados à coloração cinza-esverdeada mais escura se comparada à vegetação padrão. Os dados foram validados em campo.

A ocorrência de pixels de coloração esverdeada escura pode ser um indicativo de saturação do solo pelo encharcamento proveniente da ascensão do nível freático ou por inundações resultantes de cheias de cursos d'água. Portanto, a identificação de uma tipologia de pixels de vegetação de caráter homogêneo sob tais características, em áreas de contextos morfológicos propícios para a acumulação de água ou próximos às áreas conectadas à drenagem local pode sugerir a presença de áreas úmidas ou nascentes (DE CASTRO PANIZZA; FONSECA, 2011).

Com a utilização de fotografias aéreas de alta resolução e com a obtenção de bases cartográficas, foram elaborados os seguintes produtos cartográficos através do software ArcGIS 10.3.1:

- um mapeamento de APPs;
- um mapa de uso e “cobertura” da terra.
- um mapeamento de conformação de APPs com o uso e cobertura da terra;

Para o mapa de uso e cobertura da terra, utilizou-se a técnica de classificação de probabilidade máxima nas imagens de satélite supramencionadas, através do software ArcGIS 10.3.1, para se obter um panorama geral da distribuição de classes de uso e cobertura da terra. Para a obtenção de um resultado mais preciso, foram delimitadas manualmente cinco classes referentes às formas de uso e cobertura através da análise das imagens de satélite e dos resultados da utilização da técnica de classificação de probabilidade máxima. As classes de uso e cobertura utilizadas foram: lagos, vegetação florestada, pastagem, área antropizada e solo exposto. Feito isso, foi possível identificar a área (km²) que cada classe ocupa na bacia hidrográfica do córrego São Mateus.

Com posse dessas informações, as APPs foram classificadas de acordo com seu grau de proteção através do uso e cobertura da terra. Para isso, foram utilizadas três classes: preservadas, perturbadas e degradadas. As nascentes que apresentam seus arredores completamente compostos por vegetação florestada foram classificadas como protegidas. Nascentes que possuem “cobertura” mista entre vegetação florestada e pastagem/área antropizada/solo exposto foram classificadas como perturbadas. Já aquelas que apresentam total ausência de vegetação florestada foram classificadas como degradadas.

Desta forma, as características dessa área proporcionam a formação de um número significativo de áreas úmidas e nascentes difusas de menor extensão, que podem se formar em áreas saturadas ao longo de cursos d'água em épocas de cheias, denominadas áreas de contribuição dinâmica, ou em áreas cuja capacidade de infiltração do solo já se excedeu, resultando em um acúmulo de fluxos em superfície (CHARLTON, 2007).

A conformação de nascentes e áreas úmidas na região dos Mares de Morros Florestados possui um caráter singular quanto às condições de formação e o comportamento desses hidrossistemas, sendo localizadas notoriamente em cabeceiras de drenagem e em fundos de vale. Esses hidrossistemas, principalmente aqueles de exfiltração difusa e caráter helocreno, abundantes no recorte espacial escolhido, promovem um maior contato da água com o solo e são mais suscetíveis à degradação, possuindo assim uma alta sensibilidade frente aos impactos advindos de atividades humanas por sua conectividade com toda a estrutura da paisagem.

Após a etapa de gabinete e identificação remota de nascentes e áreas úmidas presentes na área, a interpretação da paisagem também foi feita in loco, com visitas de campo visando o reconhecimento de alguns hidrossistemas, sendo escolhidos aqueles que se apresentarem em localidades mais acessíveis. Desta forma, buscou-se identificar o contexto ambiental em que os hidrossistemas estão inseridos e também algumas de suas características, possibilitando a compreensão da dinâmica de formação e distribuição das nascentes e áreas úmidas do local escolhido. As visitas de campo também permitiram obter maior clareza entre as interseções entre área úmida ou nascente em algumas áreas, já que esta é uma tarefa em que as técnicas via gabinete não permitem a aquisição de resultados precisos.

Para averiguar o contexto ambiental em que os hidrossistemas encontrados se inserem, foi elaborado um mapeamento de uso e cobertura da terra (Figura 2). As porções norte e leste da bacia são as áreas mais antropizadas, com alguns fragmentos urbanizados de forma esparsa por toda a bacia. Fragmentos de solo exposto aparecem ao longo da bacia, próximos às áreas urbanizadas e também de pastagem. A vegetação florestada se mantém pouco alterada em algumas partes da bacia, mais notadamente na porção oeste e na porção sudeste.

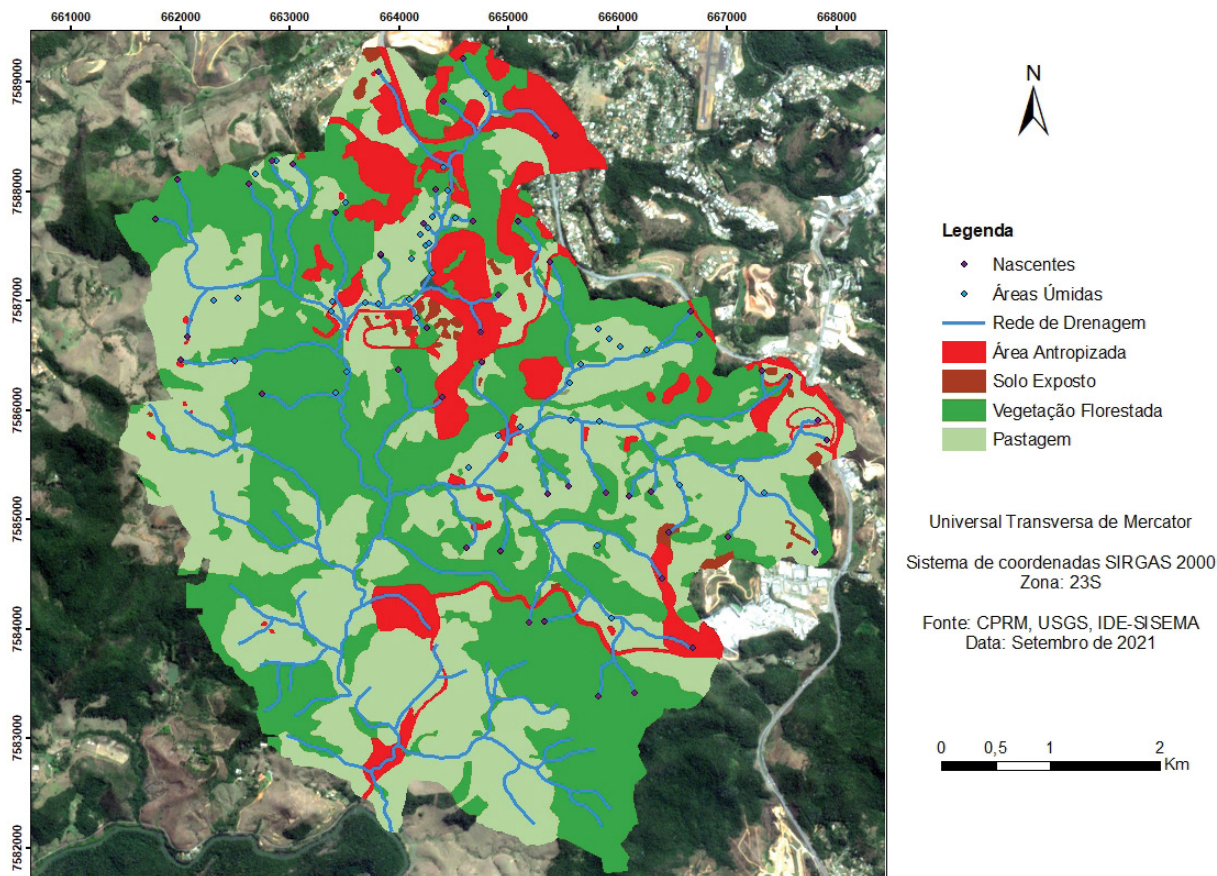


FIGURA 2: Uso e cobertura da terra na área de estudo. / Fonte: Elaborado pelo autor.

Em seguida, foi elaborado um mapa de APPs para os cursos d'água, lagos/reservatórios artificiais e nascentes compreendidas no alto curso dos córregos São Mateus, Salvaterra e Bocaina. Para isso, foram feitos *buffers* (área tampão) no entorno dos mesmos, referentes às áreas de APPs, seguindo a delimitação estabelecida pelo Código Florestal Brasileiro (2012) (Figura 3). Para os cursos d'água naturais perenes e intermitentes de largura até 10m foi estabelecida a delimitação de 30m, para as nascentes a delimitação é de 50m, e para os lagos foi estabelecida a distância de 50m, já que se encontram em zona rural e possuem área inferior a 20 hectares.

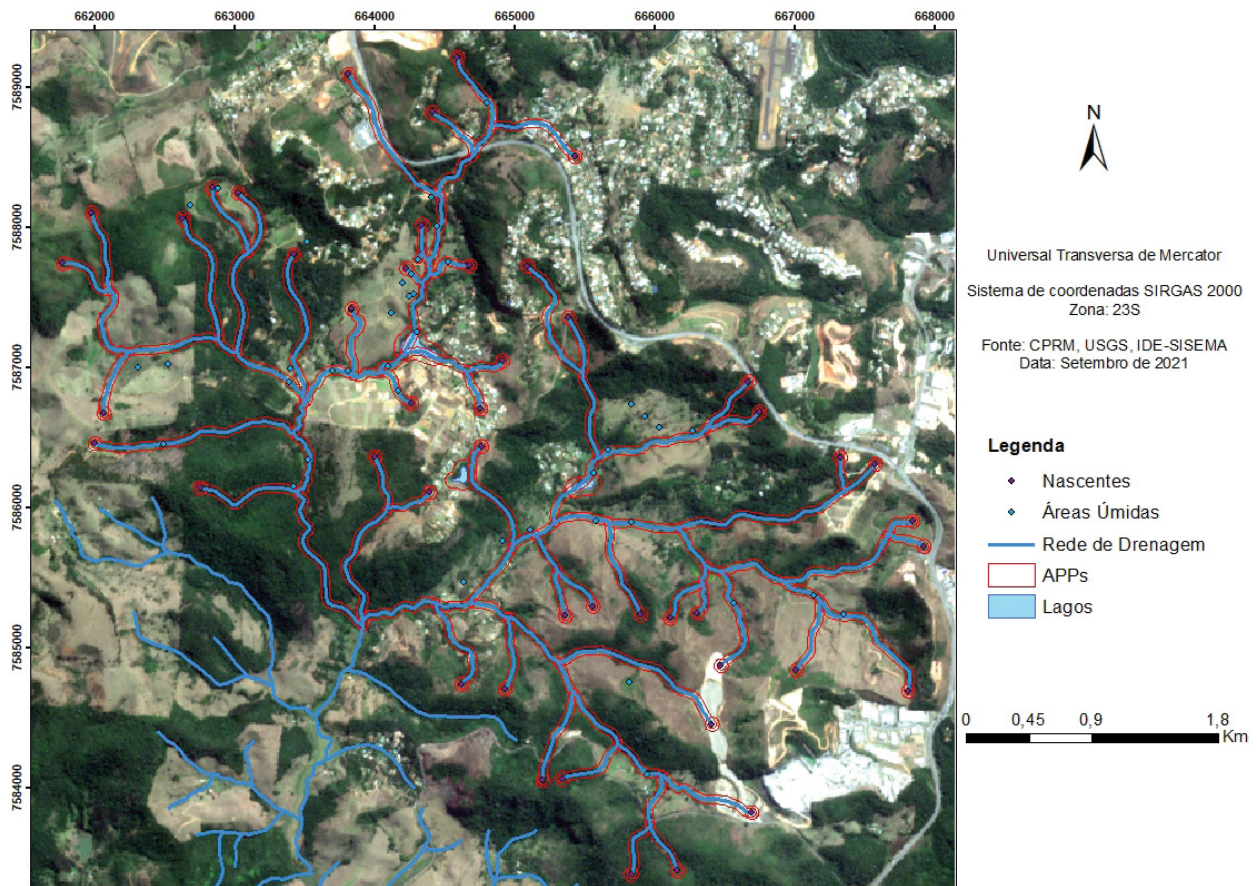


FIGURA 3: Delimitação de APPs para o alto curso da área de estudo. Fonte: Elaborado pelo autor.

Para compreender os contextos ambientais em que os mesmos estão inseridos, foi feita a interpolação entre o mapa de uso e cobertura da terra e o mapa com *buffers* referentes às APPs, para assim auxiliar na compreensão das formas de uso e cobertura da terra dentro das faixas de APPs estabelecidas (Figura 4).

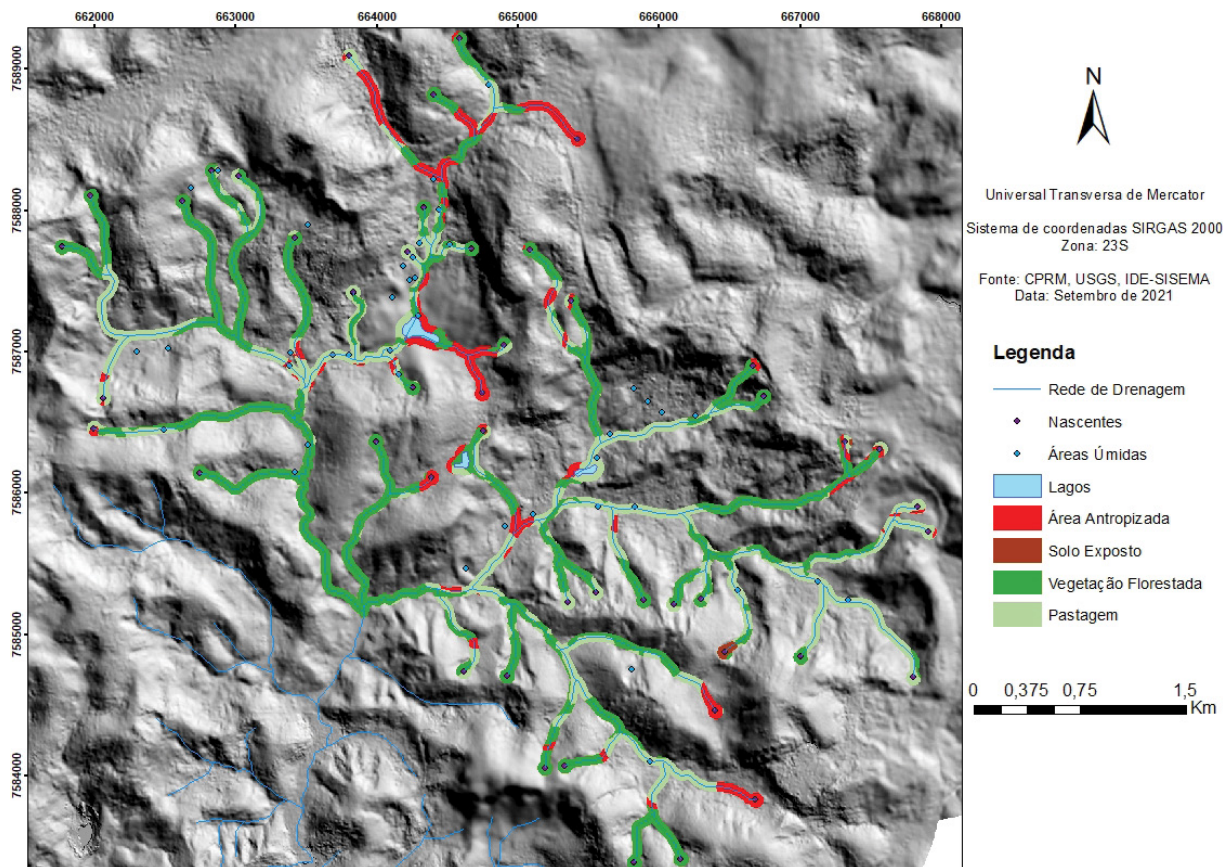


FIGURA 4: Interpolação entre APPs e uso e cobertura da terra dentro dos buffers. Fonte: Elaborado pelo autor.

As áreas de APP totalizam cerca de 3,595 km², sendo aproximadamente 0,38 km² de áreas antropizadas (10,6%), 0,02 km² de solo exposto (0,5%) 1,86 km² de vegetação florestada (51,9%) e 1,33 km² de pastagem (37%). Dentro das 47 nascentes encontradas, 15 delas (31,9%) apresentam área de APP conforme, com 100% de cobertura vegetal, enquanto 32 nascentes (68,1%) apresentam alguns fragmentos de vegetação florestada (perturbadas) ou ausência completa de vegetação (degradadas). Por sua vez, entre as 42 áreas úmidas, nove estão em áreas de vegetação florestada (21,4%), 31 estão em áreas de pastagem (73,8%) e duas estão em áreas antropizadas (4,8%). Entre as áreas úmidas contempladas por APPs, foi possível observar o mesmo panorama no que tange às formas de uso e cobertura da terra, sendo 17 áreas úmidas (73,9%) encontradas em um contexto de pastagem e seis áreas úmidas (26,1%) presentes em áreas de vegetação florestada.

Do total de áreas úmidas, somente 23 estão localizadas em APPs. Duas se encontram associadas às APPs de nascentes, enquanto o restante se mostrou protegida apenas devido às faixas marginais dos cursos d'água. A dificuldade de se reconhecer áreas úmidas que se constituem e se comportam como nascentes através de imagens de satélite e técnicas de sensoriamento remoto pode ser um fator que

contribui para esse baixo índice.

Dentro dessas 21 áreas úmidas protegidas que estão associadas às APPs de margens de cursos d'água, nove se apresentaram em canais de 1ª ordem (STRAHLER, 1957), sendo o restante encontrado em canais de ordens superiores. Esse resultado indica que canais 2ª ordem ou maiores, por serem canais de maior extensão, em tese são mais suscetíveis às cheias de suas águas, e, conseqüentemente, de possuírem áreas úmidas mais extensas em suas margens.

Ou seja, pouco mais da metade das áreas úmidas encontradas no alto curso da bacia do córrego São Mateus se mostram protegidas sob a ótica da legislação vigente, já que não existe uma diretriz específica que trata sobre a proteção de áreas úmidas, sendo o mais próximo disso a proteção de veredas. A proteção por APPs que foi possível observar é majoritariamente referente às faixas marginais dos cursos d'água presentes na área de estudo. No entanto, observa-se claramente que apenas esse tipo de proteção não é suficiente para garantir a integridade das áreas úmidas.

O pequeno número de vegetação florestada no entorno das áreas úmidas está associado às matas ciliares em torno de alguns cursos d'água e de nascentes, além de áreas de cabeceiras de drenagem ou morfologias côncavas de vertentes desconectadas da rede de drenagem, que ainda possuem sua cobertura vegetal intacta totalmente ou parcialmente.

O solo permanentemente encharcado das áreas úmidas resulta na presença de uma vegetação higrófila específica adaptada às condições locais, podendo ser um fator que contribui na ausência de uma vegetação florestada mais robusta em relação às áreas de nascentes. Além disso, esse fator pode também estar associado à falta de uma legislação específica responsável pela proteção das áreas úmidas, o que leva à alteração mais frequente e intensa das formas de uso e cobertura da terra nos locais onde se encontram.

Portanto, as áreas úmidas são dependentes da delimitação de APPs de nascentes e de faixas marginais de cursos d'água para terem alguma proteção do ponto de vista legal. No entanto, mesmo diante de tais casos, essa proteção pode se mostrar ineficaz, já que a delimitação estabelecida é insuficiente. Exemplos disso são casos em que as faixas marginais estabelecidas para os cursos d'água não cobrem toda a área de inundação referente às suas planícies, podendo deixar algumas áreas úmidas desprotegidas, como foi possível observar neste trabalho.

Mesmo em uma área majoritariamente rural, com cerca de 12% de áreas antropizadas e de solo exposto, as nascentes e áreas úmidas se mostraram consideravelmente desprotegidas, evidenciando a necessidade de se pensar uma legislação ambiental mais eficaz e abrangente em um contexto de crescente expansão urbana e de atividades primárias, para assim garantir a proteção adequada e a integridade desses hidrossistemas.

Novos caminhos para a proteção das áreas úmidas e das nascentes

As nascentes brasileiras já encontram dispositivos legais de proteção, ainda que não sejam ideais. Mais do que isso, já faz parte do senso comum que a sua preservação é importante dos pontos de vista econômico e social, o que gera comportamentos autônomos de conservação (CARMO et al., 2014). Para as áreas úmidas, a principal discussão é a falta de uma legislação específica responsável por regular sua proteção. O que se mostra recomendado dentro da literatura nacional (PIEIDADE et al., 2012; BOZELLI et al., 2018), é um conjunto de medidas como a incorporação das diferentes categorias de áreas úmidas no texto normativo, além de conferir APP ao entorno destas. O mesmo vale para nascentes. Apesar de terem APP garantida por lei, os diferentes tipos de nascentes não são mencionados, gerando limitações de proteção. No que diz respeito às medidas de leito dos rios, deve-se considerar a margem superior de expansão da cheia, ou a média das cheias máximas dos últimos 5-10 anos, em concordância com a Constituição brasileira. Recomenda-se também mudanças nos modelos de gestão, de modo a contemplar a educação ambiental de promover a consciência sobre a importância de pequenas áreas úmidas e os benefícios de seus diversos serviços prestados, além de refutar a ideia de que as áreas úmidas são ambientes insalubres.

Portanto, parece evidente que a legislação ambiental vigente precisa de ajustes e melhorias no que tange à proteção desses hidrossistemas. Além disso, é fundamental que os instrumentos de aplicação das leis ambientais sejam efetivos, para que o preconizado seja efetivamente cumprido. Diante das constantes alterações em condições ambientais dos elementos do meio físico, surge a necessidade de se identificar os problemas e conservar e/ou restaurar as nascentes e áreas úmidas do meio urbano, através da recuperação dos processos naturais intrínsecos a esses ambientes (GARCIA et al. 2018).

Nesse sentido, propõe-se que a discussão sobre as políticas públicas de proteção de nascentes e áreas úmidas tenham em conta os seguintes aspectos:

1. A necessidade da criação de instrumentos legais de proteção de áreas úmidas, baseados em discussões internacionais já existentes referentes à sua importância. No entanto, deve-se atentar para não reproduzir legislações “importadas” que não se adequam ao contexto da diversidade de paisagens do Brasil. Por exemplo, proteger as áreas úmidas dos Mares de Morro dentro de uma perspectiva bastante preservacionista, que é a APP, é viável. Contudo, fazer isso com as áreas úmidas do Pantanal mato-grossense ou da Amazônia poderia tornar a situação inviável, já que são regiões com um percentual muito elevado do território formado por áreas úmidas.

2. É urgente que se revisem os instrumentos de proteção ambiental vigentes, que se mostram ultrapassados e insuficientes. A principal limitação nesse sentido é não compreender a diversidade de nascentes, que possuem aspectos fisiográficos e fisionômicos variados, refletindo em uma efetividade de proteção muito diferente entre cada tipo de nascente. Para uma nascente que é uma área úmida de algumas centenas de metros quadrados, a APP de nascente só é de fato efetiva caso se tenha clareza muito grande sobre onde a APP começa a ser medida. Nesse caso, a utilização do centróide da nascente não funciona. Ainda mais complexa é a situação das nascentes móveis.
3. A criação de um projeto compreensivo e multiescalar para colaborar com a produção de um diagnóstico sobre as nascentes e áreas úmidas no Brasil e sobre a maneira através da qual são tratadas em diferentes contextos econômicos e sociais. Tal esforço produziria um banco de dados sobre esses hidrossistemas que auxiliaria para a proposição de estratégias em acordo com as heterogeneidades regionais. No mesmo sentido, a sistematização da legislação ambiental internacional concernente ao tema deve ser realizada. Tudo isso é importante para que se criem formas de proteção que sejam ao mesmo tempo eficazes na manutenção dos ecossistemas e da qualidade e disponibilidade da água, e razoáveis do ponto de vista de sua aceitação e aplicação, sobretudo em áreas rurais. A escuta ativa dos usuários de áreas úmidas é indispensável para se construir os argumentos que vão pautar a sua preservação.
4. São necessárias políticas públicas de monitoramento e de educação ambiental voltadas às áreas úmidas e nascentes, já que sua relevância e seus múltiplos usos e funcionalidades são normalmente desconhecidas das pessoas responsáveis pelo manejo da terra. Por esse motivo, esses hidrossistemas são frequentemente convertidos em lagos ou até drenados. No caso das nascentes, já há um ideário comum sobre sua importância e porque não devem ser degradadas (ainda assim, o são), mas para as áreas úmidas geralmente não existe esse mesmo nível de consciência.

Considerações finais

O vasto território brasileiro e seus domínios de natureza, que apresentam fisionomias, ecologias e condições socioambientais distintas entre si, exigem que quaisquer diretrizes elaboradas pelo Código Florestal tenham como foco as grandes regiões naturais do Brasil e suas particularidades. Desta forma, órgãos e instituições federais devem estabelecer e manter conexões com instituições estaduais de funções semelhantes para garantir uma melhor administração (AB'SABER, 2010).

As modificações nas formas de relevo, nas formas originais de uso e cobertura da terra e,

consequentemente, nos processos hidrogeomorfológicos referentes ao ciclo hidrológico natural, afetam toda a dinâmica da paisagem na escala da bacia hidrográfica. Tal fator coloca em xeque a integridade e o funcionamento de hidrossistemas como nascentes e áreas úmidas.

A dinâmica dos ciclos hidrológicos se vê cada vez mais ameaçada diante das intensas modificações no espaço, que se refletem nas mudanças de formas e ocupação do solo, ameaçando o equilíbrio ambiental. Nas paisagens urbanas, nascentes e cursos d'água, essenciais para no funcionamento dos sistemas fluviais, aparecem cada vez mais degradados ou até mesmo drenados ou aterrados para dar espaço a novas estruturas que atendam a lógica da urbanização e metropolização (PARAGUASSÚ et al. 2010). Essas intervenções geram impactos negativos ao meio, modificando os fluxos de matéria e energia que atuam para o funcionamento dos sistemas ambientais. O estado de constante ameaça e degradação em que as nascentes se encontram traz à tona o debate sobre a necessidade de sua proteção e conservação (OLIVEIRA et al. 2013).

É importante ressaltar que o processo de recuperação não deve se circunscrever apenas à área imediata das nascentes, devendo se pensar na bacia hidrográfica como um todo para sua proteção, conforme Carmo et al. (2014), que acrescentam que a não inclusão da proteção da bacia hidrográfica contribuinte (conforme a Resolução CONAMA 303/2002) no texto da Lei n.12.651/2012 é um erro, indicando a necessidade de se pensar a aproximação da legislação com o conhecimento científico e a realidade prática das nascentes. Ainda segundo os autores, apesar da legislação tomar como base as nascentes pontuais, perenes e fixas, não se pode ignorar as nascentes móveis, difusas e intermitentes, já que todas elas podem contribuir para os sistemas fluviais e desempenhar uma função hidrológica importante.

Todavia, não se pode pensar apenas na proteção pontual de nascentes, já que sua formação e dinâmica envolve fluxos hidrológicos superficiais e subsuperficiais, envolvidos em sua recarga e sua descarga. Alterações nos processos de infiltração da água e em seu escoamento subsuperficial em áreas de contribuição à montante podem impactar na exfiltração e na qualidade ambiental das nascentes.

Outrossim, deve-se pensar a proteção desses sistemas através de uma gestão urbana e ambiental voltada às bacias hidrográficas como unidade de gestão e proteção, encontrando o equilíbrio entre as formas de ocupação dos centros urbanos e a manutenção de áreas que devem ser protegidas, garantindo a conservação dos recursos hídricos para uso de toda a sociedade.

Referências

AB'SABER, Aziz Nacib. Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas. Vol. 1. Ateliê Editorial, 2003.

AB'SÁBER, Aziz Nacib. Do código florestal para o código da biodiversidade. 2010.

AMARAL, Rosângela; ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. As unidades ecodinâmicas na análise da fragilidade ambiental do Parque Estadual do Morro do Diabo e entorno, Teodoro Sampaio/SP. **GEOUSP Espaço e Tempo (Online)**, n. 26, p. 59-78, 2009.

ÁVILA, Bárbara Thaís; DE ALMEIDA NETO, José Oliveira; FELIPPE, Miguel Fernandes. Suscetibilidade morfométrica a inundações nas bacias hidrográficas tributárias do Rio do Peixe, Zona da Mata de Minas Gerais. **Formação (Online)**, v. 1, n. 24, 2017.

BENDA, FABRICIA; ALVES, M. G.; CORRÊA, F. P. Estudo do risco de degradação por assoreamento dos corpos d'água superficiais utilizando SIG. **Informática Pública**, v. 9, n. 2, p. 55-69, 2007.

BOZELLI, Reinaldo Luiz et al. Pequenas áreas úmidas: importância para conservação e gestão da biodiversidade brasileira. **Biodiversidade e gestão**, v. 2, n. 2, p. 122-138, 2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Resolução CONAMA n. 303, de 20 de março de 2002**. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. Brasília (DF), 2002.

BRASIL, 2012. **Código Florestal Brasileiro**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651compilado.htm>. Acesso em 18/06/2021.

BRINSON, Mark M. (Ed.). **A Hydrogeomorphic Classification for Wetlands**. Washington: U.S. Army Engineer Waterways Experiment Station, 1993. (Wetlands Research Program Technical Report).

CAPOANE, Viviane; TIECHER, Tales; RHEINHEIMER, D. S. Uso da terra e qualidade da água: influência das zonas ripárias e úmidas em duas bacias hidrográficas do Planalto do Rio Grande do Sul. **Geografia, Ensino & Pesquisa**, v. 20, n. 2, p. 163-175, 2016.

CARMO, Laila Gonçalves; FELIPPE, Miguel Fernandes; JUNIOR, Antônio Pereira Magalhães. Áreas de preservação permanente no entorno de nascentes: conflitos, lacunas e alternativas da legislação ambiental brasileira. **Boletim Goiano de Geografia**, v. 34, n. 2, p. 275-293, 2014.

CHARLTON, Ro. **Fundamentals of fluvial geomorphology**. Routledge, 2007.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS (CPRM) (Org.). **Mapa Geológico do Estado de Minas Gerais**. Brasília: CPRM/Codemig, 2014.

CORDEIRO, Abner Nunes; GARCEZ, Danielle Sequeira; DE HOLANDA BASTOS, Frederico. A influência dos componentes geoambientais e das intervenções antropogênicas nos movimentos de massa na sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora, Maranguape-Ceará. **Geografia Ensino & Pesquisa**, v. 18, n. 1, p. 135-154, 2014.

CUNHA, Catia Nunes da; PIEDADE, Maria Teresa Fernandez; JUNK, Wolfgang J. **Classificação e Delineamento das Áreas Úmidas Brasileiras e de seus Macrohabitats**. Cuiabá: EdUFMT, 2015.

PANIZZA, Andrea; FONSECA, Fernanda Padovesi. Técnicas de interpretação visual de imagens. **GEOUSP Espaço e Tempo (Online)**, v. 15, n. 3, p. 30-43, 2011.

OLIVEIRA, Mateus Campos et al. Avaliação macroscópica da qualidade das nascentes do campus da Universidade Federal de Juiz de Fora. **Revista de Geografia-PPGEO-UFJF**, v. 3, n. 1, 2013.

FELIPPE, Miguel Fernandes; MAGALHÃES JR., Antônio Pereira. Conflitos conceituais sobre nascentes de cursos d'água e propostas de especialistas. **Revista Geografias**, p. 70-81, 2013.

FELIPPE, Miguel Fernandes; MAGALHÃES JR., Antônio Pereira. Desenvolvimento de uma tipologia hidrogeomorfológica de nascentes baseada em estatística nebulosa multivariada. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 15, n. 3, 2014.

FRANÇA JÚNIOR; P.; PELOGGIA, A.U.G. Os conceitos de Antropoceno e Tecnógeno e o estudo da humanidade como agente geomorfológico. In: FRANÇA JÚNIOR, P. (org.) *Geomorfologia do Tecnógeno e do Antropoceno*. Ituiutaba, 2020. Editora Barlavento.

GARCIA, Joice Machado et al. Degradação ambiental e qualidade da água em nascentes de rios urbanos. **Sociedade & Natureza**, v. 30, n. 1, p. 228-254, 2018.

GOMES, Cecília Siman. **Bases teórico-conceituais e subsídios para a classificação hidrogeomorfológica das áreas úmidas em Minas Gerais**. 2017. 212 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Geografia, IGC, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2017.

GOMES, Cecília Siman; JUNIOR, Antônio Pereira Magalhães. Classes hidrogeomorfológicas de áreas úmidas em Minas Gerais. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 21, n. 2, 2020.

GOMES, Emerson Chaves Ferreira et al. A nova legislação ambiental brasileira e seus efeitos sobre a reestruturação de nascentes e remanescentes florestais. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 38, 2018.

JACKSON, C. Rhett; THOMPSON, James A.; KOLKA, Randall K. Wetland Soils, Hydrology, and Geomorphology. In: BATZER, Darold P.; SHARITZ, Rebecca R. (ed.). **Ecology of Freshwater and Estuarine Wetlands**. Berkeley: University of California Press, 2014. Cap. 2. p. 23-60.

JUNGHANS, Katie et al. Springs ecosystem distribution and density for improving stewardship. **Freshwater Science**, v. 35, n. 4, p. 1330-1339, 2016.

JUNK, Wolfgang J. et al. Definição e classificação das Áreas Úmidas (AUs) brasileiras: base científica para uma nova política de proteção e manejo sustentável. Cuiabá: **CPP/INAU**, 2012.

JUNK, Wolfgang J. et al. Definição e classificação das Áreas Úmidas (AUs) brasileiras: base científica para uma nova política de proteção e manejo sustentável. **Classificação e delineamento das Áreas Úmidas Brasileiras e de seus macrohabitats**. Cuiabá: **INCT-INAU-EdUFMT**, p. 13-76, 2014.

JUNK, Wolfgang Johannes; PIEDADE, Maria Tereza Fernandez. Áreas Úmidas (AUs) brasileiras: avanços e conquistas recentes. **Boletim ABLimno**, v. 41, n. 2, p. 20-24, 2015.

KAMINO, L. H. Y.; REZENDE, E. A.; SANTOS, L. J. C.; FELIPPE, M. F. F.; ASSIS, W. L. A. Atlantic Tropical Brazil. In: SALGADO, André Augusto Rodrigues; SANTOS, Leonardo José Cordeiro; PAISANI, Júlio César (ed.). **The Physical Geography of Brazil: environment, vegetation and landscape**. Cham: Springer, 2019. Cap. 4. p. 41-73.

MAGALHÃES JR, Antônio Pereira; FELIPPE, Miguel Fernandes. River springs in sustainable water management: an overview of the case of Belo Horizonte, Brazil. XIV World Water Congress, 2011.

MINAS GERAIS, 1996. Conselho de Política Ambiental - COPAM. Dispõe sobre o enquadramento das águas estaduais da bacia do rio Paraibuna. Deliberação Normativa n. 16, de 24 de setembro de 1996. Disponível em: < <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=113>>. Acesso em: 22 de novembro de 2021.

PARAGUASSÚ, Larissa et al. Influência da urbanização na qualidade das nascentes de parques municipais em Belo Horizonte–MG. **VIII Simpósio Nacional de Geomorfologia**, p. 1-16, 2010.

PELECH, André Souza; DE OLIVEIRA PEIXOTO, Maria Naise. Rios urbanos: contribuições da Antropogeomorfologia e dos estudos sobre os Terrenos Tecnogênicos. **Revista Brasileira de Geografia**, v. 65, n. 1, p. 2-22, 2020.

PELOGGIA, Alex Ubiratan Goossens. A ação do homem enquanto ponto fundamental da geologia do Tecnógeno: proposição teórica básica e discussão acerca do caso do município de São Paulo. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 27, n. 3, p. 257-268, 2017.

PIEDADE, Maria Teresa Fernandez et al. As áreas úmidas no âmbito do Código Florestal brasileiro. **Código Florestal e a ciência: o que nossos legisladores ainda precisam saber. Sumários executivos de estudos científicos sobre impactos do projeto de Código Florestal**, p. 9-17, 2012.

PIRES, Laís Guerra; VILLAÇA, Miguel Gerheim. **Alteração dos níveis de condutividade e STD nos córregos Salvaterra e São Mateus em função da descarga de chorume do aterro controlado e sanitário Salvaterra – Juiz de Fora (MG)**. Orientador: César Henrique Barra Rocha. 2011. 59 f. TCC (Graduação) - Curso de Especialização em Análise Ambiental, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2011. Disponível em: https://www.ufjf.br/analiseambiental/files/2009/11/TCC-MIGUEL-GERHEIM-VILLAÇA_LAÍS-GUERRA-PIRES.pdf.

RAMSAR (Iran). Convention on Wetlands of International Importance especially as Waterfowl Habitat. Ramsar, 2 February 1971. UN Treaty Series No. 14583. As amended by the Paris Protocol, 3 December 1982, and Regina Amendments, 28 May 1987.

ROCHA, César Henrique Barra; DE AZEVEDO, Leonardo Pimenta. Avaliação da presença de metais pesados nas águas superficiais da Bacia do Córrego São Mateus, Juiz de Fora (MG), Brasil. **Revista Espinhaço**, 2015.

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais antropizados. **Revista do departamento de geografia**, v. 8, p. 63-74, 1994.

SISEMA. Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Belo Horizonte: IDE-Sisema, 2021. Disponível em: idesisema.meioambiente.mg.gov.br. Acesso em: 30/11/2021.

SOUZA, F.; DO NASCIMENTO, Flávio Rodrigues; OTENIO, Marcelo Henrique. Contexto geoambiental da bacia do Rio do Peixe, Sudeste do Brasil. **Embrapa Gado de Leite-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2015.

SPRINGER, Abraham E. et al. A comprehensive springs classification system. **Aridland springs in North America: ecology and conservation. University of Arizona Press and Arizona–Sonora Desert Museum, Tucson**, p. 49-75, 2008.

SPRINGER, Abraham E.; STEVENS, Lawrence E. Spheres of discharge of springs. **Hydrogeology Journal**, v. 17, n. 1, p. 83-93, 2009.

STRAHLER, A. N. Quantitative analysis of watershed geomorphology. **Transactions American Geophysical Union**, v. 38, n. 6, p. 913-920, dez. 1957.

XAVIER, Renata Azevedo et al. Eco-hidrologia integrada ao manejo dos recursos hídricos em áreas úmidas: caso do Banhado do Taim, RS. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 24, p. 187-197, 2019.