



Ocorrência de áreas úmidas no domínio dos Mares de Morro: uma abordagem hidrogeomorfológica

Occurence of wetlands in the 'Mares de Morro' domain: a hydrogeomorphological approach

Ocurrencia de humedales en el dominio 'Mares de Morro': una aproximación hidrogeomorfológica

Isabel Patrícia Martins Baêta Guimarães¹, Rogério Rodrigues de Barros² e Miguel Fernandes Felipe³

¹ Doutoranda em Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Geociências, Florianópolis-SC, Brasil. E-mail: isabel.pmbg@posgrad.ufsc.br.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0821-3022>

² Mestrando em Geografia, Universidade Federal de Juiz de Fora, Departamento de Geociências, Juiz de Fora-MG, Brasil. E-mail: rbarros14@outlook.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7031-3115>

³ Docente, Universidade Federal de Juiz de Fora, Departamento de Geociências, Juiz de Fora-MG, Brasil. E-mail: miguel.felippe@ich.ufjf.br
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0261-4298>

Recebido: 26/09/2023; Aceito: 18/04/2025; Publicado: 30/04/2025

RESUMO

Áreas úmidas são sistemas hidrogeomorfológicos de grande relevância social, econômica e geoambiental. No entanto, pouco se conhece sobre esses sistemas no contexto morfoclimático de Mares de Morros. Diante disso, este trabalho buscou contextualizar os condicionantes hidrogeomorfológicos de formação das áreas úmidas nas bacias hidrográficas do córrego Igreja e do ribeirão Espírito Santo (Juiz de Fora-MG), relacionando suas características fisiográficas com a estrutura e dinâmica da paisagem. Com o uso de técnicas de sensoriamento remoto, de fotointerpretação e com auxílio de mapeamentos temáticos, foram identificadas e caracterizadas 193 áreas úmidas, sendo 18 delas investigadas em campo para levantamento dos aspectos fisiográficos e geoecológicos. Os resultados obtidos evidenciam que há uma massiva influência da dinâmica e evolução da paisagem na configuração e conformação das áreas úmidas, assim como na manutenção das mesmas — em múltiplas escalas tempo-espaciais. Percebe-se que suas ocorrências estão intrinsecamente ligadas às condições hidrogeomorfológicas, litoestruturais e climáticas da região, caracterizada por seus vales encaixados e mamelonização do relevo. Logo, é possível afirmar que a relação entre hidromorfismo do solo e formas de vida da vegetação higrófila é um indicador dos estágios evolutivos das áreas úmidas, evidenciando a relevância de se compreender as complexas interações desses sistemas com a paisagem na qual se inserem.

Palavras-Chave: Hidrogeomorfologia; Hidromorfismo; Vegetação higrófila.

ABSTRACT

Wetlands are hydrogeomorphological systems of significant social, economic, and geo-environmental relevance. However, we barely know these systems in the morphoclimatic context of Mares de Morros. Thus, this work contextualizes the hydrogeomorphological controls of the wetlands' formation and maintenance in córrego Igrejinha and ribeirão Espírito Santo watersheds (Juiz de Fora, Minas Gerais, Brazil), relating their physiographic characteristics with the landscape structure and dynamics. 193 wetlands were identified and characterized by using remote sensing and photointerpretation techniques, and 18 of them were investigated in loco in an attempt to identify their physiographic and geo-ecological aspects. The results show that there is a massive influence of the landscape change and evolution in the configuration and formation of wetlands, as well as in their maintenance – under multiple spatial and temporal scales. It is clear that the occurrence of wetlands is linked to hydrogeomorphological, litho-structural and climatic conditions of the region, which is known by closed (narrow) valleys and rounded relief. Therefore, it is possible to say that the relationship between hydromorphism and the presence of hygrophilous species can be considered an indicator of the evolution levels of wetlands, showing the relevance of comprehending the complex interactions of these systems with the surrounding landscapes and landforms.

Keywords: Hydrogeomorphology; Hydromorphism; Hygrophilic vegetation

RESUMEN

Humedales son sistemas hidrogeomorfológicos de gran relevancia social, económica y geoambiental. Sin embargo, poco se sabe sobre estos sistemas en el contexto morfoclimático de Mares de Morros. Ante este escenario, el trabajo buscó contextualizar las condiciones hidrogeomorfológicas para la formación de humedales en las cuencas de los arroyos Igrejinha y Espírito Santo (Juiz de Fora-MG), relacionando sus características fisiográficas con la estructura y dinámica del paisaje. Utilizando técnicas de teledetección y fotointerpretación y la ayuda de cartografía temática, se identificaron y caracterizaron 193 humedales, 18 de los cuales fueron investigados en campo para estudiar aspectos fisiográficos y geoecológicos. Los resultados obtenidos muestran que existe una influencia masiva de la dinámica y evolución del paisaje en la configuración y conformación de los humedales, así como en su mantenimiento, en múltiples escalas temporal-espaciales. Es claro que su ocurrencia está intrínsecamente ligada a las condiciones hidrogeomorfológicas, litoestructurales y climáticas de la región, caracterizada por sus valles encajados y mamelonización del relieve. Por lo tanto, es posible afirmar que la relación entre el hidromorfismo del suelo y las formas de vida de la vegetación higrófila es un indicador de las etapas evolutivas de las zonas húmedas, destacando la relevancia de comprender las complejas interacciones de estos sistemas con el paisaje en el que se ubican.

Palabras clave: Hidrogeomorfología; hidromorfismo; Vegetación higrófila.

1. Introdução

As áreas úmidas são sistemas hidrogeomorfológicos palustres, alagados de forma permanente ou sazonal. São formadas em relevos e substratos que permitam o acúmulo de águas provenientes de precipitações, exfiltrações e/ou inundações por tempo suficiente para promover processos físicos, químicos e biológicos que proporcionem condições de formação de espécies vegetais adaptadas a essas condições e/ou solos com características hidromórficas, geralmente ricos em matéria orgânica (RAMSAR, 1971; BRINSON, 1993; JACKSON; THOMPSON; KOLKA, 2014). Em Mitsch e Gosselink (2007) e Gomes e Magalhães Júnior (2017), três componentes principais na formação das áreas úmidas são definidos: i) a existência de água superficial ou próxima às raízes; ii) solos úmidos diferentes de arredores mais altos; iii) suporte de vegetação adaptada aos meios úmidos (higrófilas) e de demais espécies habitantes destes contextos.

Exercem variados serviços ecossistêmicos relacionados às áreas úmidas em função de suas múltiplas funcionalidades, como a possibilidade da captação de água, estocagem desta em períodos de enchentes, a recarga de aquíferos e regulação de ciclos biogeoquímicos, servindo como filtro para poluentes ao reter nitrogênio e fósforo, além de auxiliar na regulação do clima ao armazenar carbono orgânico nos solos hidromórficos (CUNHA; PIEDADE; JUNK, 2014). Ademais, as áreas úmidas também possuem grande importância econômica, servindo para atividades como pesca e agricultura, e desempenham o papel de *habitat* para diversas espécies da fauna e flora, principalmente para plantas higrófilas e hidrófitas (BARBIER, 1994; SEMLITSCH; BODIE, 1998; REDDY; DELAUNE, 2008; CUNHA; PIEDADE; JUNK, 2014).

A formação de áreas úmidas é resultante das interações entre as condições climáticas, geológicas, hidrográficas e topográficas, que determinam os fluxos e a acumulação de água e sedimentos no processo de saturação da superfície (JACKSON; THOMPSON; KOLKA, 2014). Nesse sentido, as escalas têmporo-espaciais macro e micro se interpenetram no condicionamento dos processos

genéticos das áreas úmidas, perpassando desde os elementos zonais dos domínios morfoclimáticos, até os condicionantes em escala de detalhe (GUIMARÃES; BARROS; FELIPPE, 2022).

Uma de muitas possibilidades de gênese de áreas úmidas interioranas, de água doce, consiste na mudança da composição da vegetação, determinada pela atuação de processos hidrogeomorfológicos de inundações e concentrações de fluxo, e também pela presença de umidade, que modifica características físico-químicas das áreas úmidas e possibilita o desenvolvimento de uma vegetação adaptada a esse tipo de ambiente (VAN DER VALK, 1981).

Essas sucessões ecológicas podem ser divididas nas seguintes fases: (1) *inputs* de água por inundação, acúmulo do escoamento pluvial ou exfiltração, resultando na remoção de uma vegetação que se faça presente, redistribuindo sedimentos e condicionando o surgimento de outras; (2) atuação da vegetação juvenil junto aos processos hidrogeomorfológicos e geoquímicos locais, influenciando nas condições físicas e químicas locais, como a infiltração de água, retenção de umidade, ciclagem de nutrientes e deposição e transporte de sedimentos, favorecendo o desenvolvimento de algumas espécies em detrimento de outras; (3) interação entre as plantas, como competição e alelopatia, aliado a atuação dos processos de hidromorfismo desencadeados; (4) estabelecimento de novas espécies e desenvolvimento da vegetação higrófila e de solos hidromórficos e encharcados, como Neossolos flúvicos ou Gleissolos (usualmente com nível freático aparente) e cupinzeiros de coloração acinzentada (característica de solos em ambientes redutores), já desenvolvidos e adaptados aos distúrbios fluviais; (5) em estágios mais avançados, pode ocorrer uma fase de “desestruturação”, em que o solo se encontra encharcado de forma que impossibilita o surgimento e desenvolvimento de vegetação (VAN DER VALK, 1981; VILES *et al.*, 2008; BAGSTAD, LITE, STROMBERG, 2008; CORENBLIT *et al.*, 2007 *apud* GURNELL *et al.*, 2016).

Sabe-se que o fator tempo é crucial na conformação dos hidrossistemas, de modo que cada variável possui uma diferente escala temporal de resposta às

GUIMARÃES, I. P. M. B.

alterações geoecológicas (RODRIGUEZ et al., 2004). A relação solo/vegetação pode ser entendida como um indicador dessa evolução. A combinação entre esses fatores demonstra os ciclos de sucessão ecológica e os estágios de evolução em que se encontram a paisagem, pois os tempos de formação dos solos hidromórficos e de colonização da vegetação higrófila são distintos, uma vez que comunidades ecológicas encontradas em áreas úmidas são condicionadas por fatores como: clima, disponibilidade de umidade, matéria orgânica e textura de sedimentos depositados, tolerância a distúrbios fluviais, geologia, formas de relevo e atividades antrópicas (KEOUGH et al., 1999; GURNELL et al., 2016).

Portanto, as áreas úmidas podem ser classificadas segundo metodologias diferentes, possibilitando categorizações que auxiliam na compreensão destas. Para este trabalho, foi usada a classificação hidrogeomorfológica de BRINSON (1993), adaptada para o contexto regional, sendo essa a mais reconhecida e difundida nos estudos internacionais, já que a utilização de aspectos hidrogeomorfológicos podem se mostrar facilitadores para processos de identificação, classificação, mapeamento, caracterização e conservação, permitindo analisar sua função e funcionamento hidrológico na paisagem de áreas úmidas, além de serem mais adequadas para a utilização em áreas úmidas de Minas Gerais se comparadas às propostas de classificações brasileiras (GOMES & JÚNIOR, 2018). Sua abordagem prioriza as características abióticas das áreas úmidas, enfatizando sua importância para as características químicas da água e seu transporte, assim como sua manutenção de habitat para espécies da fauna e flora. A classificação, portanto, se embasa no contexto geomorfológico, nas fontes dominantes de entrada de água, e na hidrodinâmica local (BRINSON, 1993).

No cenário científico brasileiro e internacional, há maior frequência de abordagem de grandes áreas úmidas, como aquelas presentes nas planícies amazônicas ou no Pantanal mato-grossense, como visto em Martini (2006) e Marinho *et al.* (2015). 90% das áreas úmidas nacionais se encontram no interior do país, sendo resultantes da alta precipitação e do relevo plano de grandes áreas

GUIMARÃES, I. P. M. B.

(CUNHA; PIEDADE; JUNK, 2014). Porém, ainda são poucas as discussões levantadas a respeito de áreas úmidas de menor porte e extensão, situadas em um contexto de relevos acidentados, ondulados ou montanhosos, como no domínio morfoclimático dos Mares de Morros (GUIMARÃES; BARROS; FELIPPE, 2022).

O relevo mamelonar, com vertentes convexas a policonvexas, expressiva presença de vales encaixados, coluvionamento nas cabeceiras, mantos de alteração evoluídos e profundos e rede de drenagem rica em canais de primeira ordem, típicos do clima quente e úmido dos Mares de Morros, produz condições locais para uma significativa frequência de áreas úmidas menores, como, por exemplo, na região da Zona da Mata mineira (AB'SABER, 2003; KAMINO *et al.*, 2019).

Diante do cenário supramencionado, este trabalho fundamentou-se em uma abordagem sistêmica, sendo as áreas úmidas compreendidas a partir da interação de vetores de transferência vertical, horizontal e lateral de matéria e energia, a partir do conceito de hidrossistema na concepção de Piegay e Schumm (2003) e Charlton (2008), auxiliando na identificação em diversas escalas dos elementos que caracterizam a organização e funcionalidade das áreas úmidas, em diálogo com a paisagem, conforme orientações de Ab'Sáber (1969).

Desta forma, o presente trabalho relaciona de modo multiescalar as características físicas e fisiográficas das áreas úmidas presentes no contexto dos Mares de Morros com a estrutura da paisagem em que ocorrem. Busca-se elucidar o surgimento destes sistemas em circunstâncias espaciais, consideradas incomuns. Assim, o objetivo deste trabalho é contextualizar os condicionantes hidrogeomorfológicos de ocorrência das áreas úmidas no domínio dos Mares de Morros, com base em estudos de caso em duas bacias hidrográficas contribuintes do Rio Paraibuna (Córrego Igrejinha e do Ribeirão Espírito Santo), um dos principais afluentes mineiros do rio Paraíba do Sul.

2. Metodologia

2.1. Materiais e Métodos

Foram definidas como áreas de estudo as bacias hidrográficas do Córrego Igrejinha e do Córrego Espírito Santo, localizadas no município de Juiz de Fora/MG. Tais unidades de estudo, em conjunto, perfazem 191 km², tendo sido selecionadas por constituírem um ambiente propício para o estudo de áreas úmidas, já que apresentam um grande número e heterogeneidade desses sistemas hidrogeomorfológicos.

A identificação das áreas úmidas foi realizada através de técnicas de fotointerpretação, utilizando imagens de satélite (com resolução espacial de cerca de 2m) advindas do *software Google Earth Pro*, que datam de 2005 até o fim de 2019, sendo a comparação entre imagens dentro desse recorte temporal uma ferramenta de auxílio para identificação de áreas úmidas, por proporcionar a percepção de fatores, como a sua evolução, evidenciada pela expansão ou retração das áreas úmidas, e também sua associação com atividades antrópicas. Foram verificados aspectos fotográficos associados à presença de áreas úmidas, perceptíveis na visualização do padrão de *pixels* homogêneos e oolíticos nas imagens de satélite, como elementos texturais e cromáticos, associados necessariamente à coloração cinza-esverdeada, sendo um indicativo de ocorrência de vegetação higrófila ou hidrófita e/ou solos hidromórficos; e também elementos morfológicos, estruturais e relativos à drenagem, que indicam a dinâmica hidrológica e a capacidade de acúmulo e retenção de água e sedimentos dessas áreas.

O nível freático em ascensão e o encharcamento do regolito (em função da má drenagem), a conseqüente redução do ferro preexistente faz com que a coloração do solo passe de amarelada/vermelha-amarelada para acinzentada clara ou escura. Dessa forma, pode-se sugerir que ocorrências pontuais de Gleissolos ou Neossolos flúvicos nestes contextos morfológicos sejam coincidentes com a existência de áreas úmidas. Tais elementos e critérios são,

portanto, responsáveis por ressaltar a presença de áreas úmidas em meio à paisagem local e suas formas de relevo associadas (PANIZZA; FONSECA, 2011).

Com a identificação remota das áreas úmidas e a sobreposição das mesmas com as informações cartográficas existentes, as mesmas foram mapeadas por meio da inserção de pontos em seu centro. Posteriormente, foram selecionadas 18 áreas úmidas dentro das 193 encontradas para a validação de campo. Essa seleção é justificada por fatores de logística e acesso, uma vez que há escassez de vias públicas de rodagem na área de estudo. Nessa expedição, foi realizada a interpretação da paisagem regional, focada em compreender as configurações e lineamentos de relevo, a organização da drenagem e as fontes de entrada de água, o contexto geológico-geomorfológico, processos hidrogeomorfológicos locais e as características gerais das áreas úmidas, como a presença de vegetação higrófila/hidrófita, ocorrência visível de solos hidromórficos e sua morfologia. Estas últimas foram sistematizadas em um protocolo de avaliação rápida padronizado, para levantamento de dados primários.

Paralelamente, foram obtidas bases cartográficas temáticas de solos (1:650.000) e geologia (1:1.000.000) – utilizando dados do IDE-Sisema (2019) – bem como uma base topográfica com curvas de nível de 5m de equidistância – dados do sensor *LiDAR* em levantamento realizado para a Prefeitura de Juiz de Fora – para elaboração do modelo digital de terreno e interpretação da declividade e modelado superficial. Em conjunto, foi utilizada a base otocodificada de drenagem e bacias hidrográficas, também obtida por meio do IDE-Sisema (2019).

A partir do mapeamento elaborado, das imagens de satélite e da validação de campo, foi possível realizar um reconhecimento remoto das áreas úmidas e sua caracterização por fotointerpretação. Assim, foram levantados parâmetros fisiográficos e fisiológicos, como elevação, unidade geológica, uso da terra e tipo de vegetação, geomorfologia, formas, presença de vegetação higrófila, presença de solos hidromórficos e influência de estrutura. Desta forma, ao interpretar as

GUIMARÃES, I. P. M. B.

principais características físicas, os mapeamentos desenvolvidos e a distribuição biogeográfica da vegetação, foi possível se aproximar de como os processos hidrogeomorfológicos atuam e moldam a estrutura e funcionamento desses sistemas, condicionando as taxas de sucessão ecológica e o tipo de biota local (KEOUGH et al., 1999; VILES, 2008; VALENTE, LATRUBESSE, FERREIRA, 2013).

Buscando uma síntese interpretativa, foi realizada a classificação das áreas úmidas encontradas, baseando-se na proposta de Brinson (1993), adaptada pelos autores, sendo motivada a sua utilização ao contexto geomorfológico local devido ao seu enfoque necessariamente hidrogeomorfológico. Essa proposta prioriza as características abióticas das áreas úmidas, enfatizando sua importância para as características químicas da água e seu transporte, assim como sua manutenção de habitat para espécies da fauna e flora. A classificação, portanto, se embasa no contexto geomorfológico, nas fontes dominantes de entrada de água, e na hidrodinâmica local. Nessa metodologia, as classes de áreas úmidas são definidas como *Depressional Wetlands* (depressionais/deprimidas), *Extensive Peatland* (turfeiras), *Riverine Wetlands* (fluviais) e *Fringe Wetlands* (Lacustres). Há enfoques em fatores abióticos, apresentando variações nos aspectos morfológicos, vegetacionais e hidrodinâmicos de cada categoria, sendo tal sistematização utilizada para catalogar as áreas úmidas e fornecer subsídios para instrumentos de gestão ambiental (BRINSON, 1993). Portanto, por abordar os meios de alimentação de áreas úmidas e a interação destas com as formas de relevo *in loco* e seus respectivos materiais sedimentares, tal metodologia foi compreendida como adequada à conjuntura do recorte espacial.

Por fim, foi realizada a interpretação estatística dos dados compilados através da elaboração de gráficos e tabelas de frequência absoluta visando discutir as heterogeneidades fisiográficas encontradas. Desta maneira, aliado ao conhecimento da literatura sobre os processos atuantes nos contextos em que as áreas úmidas estão inseridas, fez-se possível uma compreensão mais tangível das

características do conjunto de áreas úmidas estudadas, de seus devidos comportamentos e dinâmicas na esfera da paisagem local e regional.

2.2. Área de Estudo

Localizadas na porção noroeste do município de Juiz de Fora e majoritariamente situadas em contexto rural, as bacias hidrográficas do córrego Igrejinha e do ribeirão Espírito Santo são áreas contíguas. Com uma área de aproximadamente 39 km², a bacia do córrego Igrejinha apresenta uma ocupação urbana concentrada em suas seções de norte a nordeste, sendo mais densa nas proximidades do exutório. Nos arredores da rodovia BR-267, há presença de atividades minerárias e de estabelecimentos comerciais de menor porte, em meio a pequenas propriedades rurais. Em seus 152 km² de área, a bacia hidrográfica do ribeirão Espírito Santo apresenta uma ocupação urbana esparsa, com exceção das regiões circunvizinhas ao exutório e do núcleo urbano de Penido. Seu rio principal é um dos principais mananciais de abastecimento de água de Juiz de Fora e atende à demanda de cerca de 40% da população (CESAMA, [S.D.]), estimada em 568.873 habitantes (Figura 1).

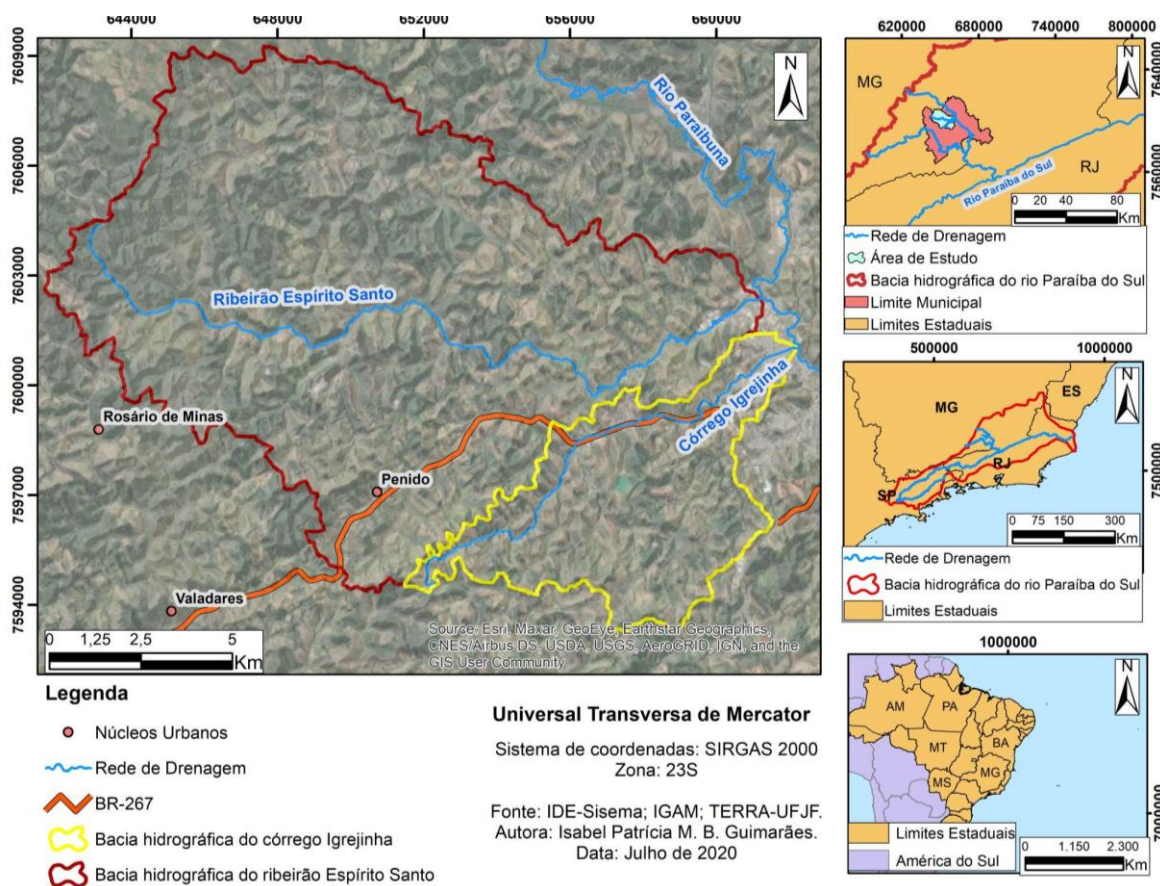


Figura 1: Localização da Bacia Hidrográfica do Córrego Igreja e da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Espírito Santo. Fonte: Elaborado pelos autores.

O clima regional é influenciado principalmente pelo relevo e seus complexos topográficos, que atuam na direção e intensidade dos ventos (REBOITA *et al.*, 2015), sendo classificado como CWa na classificação de Köppen (ALVARES *et al.*, 2013; MARTINS *et al.*, 2018; MELLO *et al.*, 2007), com sazonalidade hídrica marcada por estações bem definidas de invernos amenos e secos e verões quentes e chuvosos. O regime de precipitações é concentrado sobretudo no período de outubro a março (OLIVEIRA *et al.*, 2020), afetando a dinâmica hidrológica sazonal das áreas úmidas.

Entre as unidades litoestratigráficas presentes na área (Figura 2), predominam fácies metamórficas, notando-se a presença de rochas de estrutura gnáissica ou xistosa, além de rochas ígneas (Enderbrito). Ocorrem unidades paleoproterozoicas, como o Complexo Juiz de Fora (PP2jfe) – unidade enderbítica – e o Complexo Piedade (PP2pd), de grande extensão na área ao sul da serra da Mantiqueira – contendo anfíbolito e hornblenda-biotita gnaiss. Entre

GUIMARÃES, I. P. M. B.

estas, há uma faixa neoproterozoica da Unidade Andrelândia (NPax) – xisto aluminoso e biotita gnaiss. A bacia do ribeirão Espírito Santo é coberta quase integralmente pelas rochas do Complexo Piedade, apresentando uma estreita porção da Unidade Andrelândia ao sul, na zona de divisa com a bacia do córrego Igrejinha. Esta, por sua vez, apresenta as três unidades supracitadas: uma pequena área do Complexo Piedade à noroeste; Unidade Andrelândia de norte a oeste, onde o córrego principal se situa inteiramente; Complexo Juiz de Fora de leste a sudoeste, se estendendo até o limite sul da bacia (CPRM, 2014).

No que diz respeito aos aspectos estruturais, evidencia-se a presença de uma falha contracional na porção norte da bacia do ribeirão do Espírito Santo, onde é possível notar sua influência no relevo, fato notável pelo alinhamento de cristas em morrotes divisores de água e vales adjacentes que seguem o mesmo paralelismo. Ao sul, na divisa com a bacia do córrego Igrejinha, há uma falha ou zona de cisalhamento compressional, associada a várias cabeceiras adjacentes ao interflúvio e pela retificação do vale do próprio córrego Igrejinha. Mais ao sul, e sudoeste, outra falha ou zona de cisalhamento compressional se mostra como possível elemento controlador do advento de cabeceiras coincidentes com o traçado da estrutura e em locais próximos (COELHO NETTO, 2003), seguindo o sentido da mesma.

As estruturas mapeadas seguem o sentido NE-SW (NOGUEIRA, 1999), impondo lineamentos do relevo nesse mesmo sentido, além de reflexos perpendiculares/ortogonais como respostas aos controles exercidos, como canais e vales retilíneos, similares ao padrão de treliça. Assim, pode-se sugerir a ocorrência de atividade tectônica na região observada, com possível origem nas movimentações dos arredores da serra da Mantiqueira e do *graben* do rio Paraíba do Sul, ambos contextos com registros de neotectonismo (ETCHEBEHERE *et al*, 2004; MAIA; BEZERRA, 2013).

A rede de drenagem se estabelece em fundos de vale de extensão média a curta, muitas vezes pouco evoluídos, acomodados entre morros e morrotes declivosos e arredondados, com padrão dendrítico. Os canais de primeira ordem costumam ser curtos e pouco sinuosos e os de maior ordem são distribuídos em

GUIMARÃES, I. P. M. B.

planícies de inundação estreitas, contornando formas convexas. Assim, tal rede é densa e geralmente desprovida de confluências com ângulos retos ou canais de maior ordem com caráter retilíneo. As nascentes são frequentemente situadas em cabeceiras de drenagem, formas passíveis de promoverem estagnações de água em suas partes menos declivosas, portanto, favoráveis à formação de áreas úmidas. A sinuosidade dos canais é influenciada pelas curvas ao sopé de morros e pela formação de processos erosivos lineares recorrentes nos mesmos. Há além da formação usual de terraços nas baixadas mais abertas e longas, acarretando também em uma quantidade relevante de meandros abandonados.

Na paisagem regional, se faz possível notar a existência de um padrão de relevo ondulado, com morros de extensão mediana e vertentes declivosas, convexas, que configuram uma sequência de formas modeladas pela ação de um intemperismo químico de grande intensidade, típico do Tropical Atlântico e do próprio domínio morfoclimático dos Mares de Morros (AB'SABER, 2003, 1969). Tal ação é perceptível através da observação dos solos existentes em toda a área (com a ocorrência de solos maduros e profundos, majoritariamente Latossolos). Somado a esses indicativos, percebe-se a manifestação de formas anormais e angulosas no relevo da área estudada, evidenciadas na linearidade dos vales e na declividade das vertentes adjacentes, estreitamente relacionadas com a atividade exercida por agentes estruturais (BISHOP, 1995). Para além das formas mamelonizadas, o contexto geomorfológico da região é marcado pela ocorrência pontual de vales com caráter retilíneo (ou similar), como o do próprio córrego Igrejinha, com eventuais paralelismos. Considerando as condições de evolução das baixadas entre os Mares de Morros, com vales e cursos de maior ordem com sinuosidade perceptível, formas retilíneas e paralelas podem ser interpretadas como anômalas ou incomuns (KAMINO et al, 2019).

No que é tangente aos aspectos pedológicos, há ocorrências de Cambissolo Háplico Tb Distrófico (CXbd; na porção sul da bacia do córrego Igrejinha), Latossolo Amarelo Distrófico (LAd; na porção norte da bacia do ribeirão do Espírito Santo) e Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico (LVAd), este último sendo o tipo predominante, recorrente em toda a região da Zona da Mata mineira

GUIMARÃES, I. P. M. B.

(UFV - CETEC - UFLA - FEAM, 2010). Tais tipos, são usualmente compostos por argilas caulínicas ou caulínicas-oxídicas, devido aos intensos processos de intemperismo químico, típicos da região.

Apesar da prevalência da maior concentração de óxido de ferro nos Latossolos, a concentração e estagnação de água pluvial ou fluvial nos fundos de vale e no interior das cabeceiras pode condicionar, a longo prazo, processos de hidromorfismo (EMBRAPA, 2018; BRINKMAN, 1979).

3. Resultados e Discussões

3.1. Quadro Fisiográfico das Áreas Úmidas

O mapeamento realizado possibilitou localizar 193 áreas úmidas, sendo 79 na bacia do córrego Igrejinha e 114 na bacia do ribeirão do Espírito Santo (Figura 3). Ponderando os valores absolutos pela área, tem-se uma densidade de áreas úmidas expressivamente maior na bacia do Igrejinha (2,02 un/km²) em comparação à do Espírito Santo (0,75 un/km²), o que denota uma distribuição espacial heterogênea das áreas úmidas nas bacias estudadas. Os fundos de vale dos principais cursos d'água apresentam-se como setores preferenciais de ocorrência de áreas úmidas, mas há também casos em outros contextos geomorfológicos, como em zonas de interflúvio.

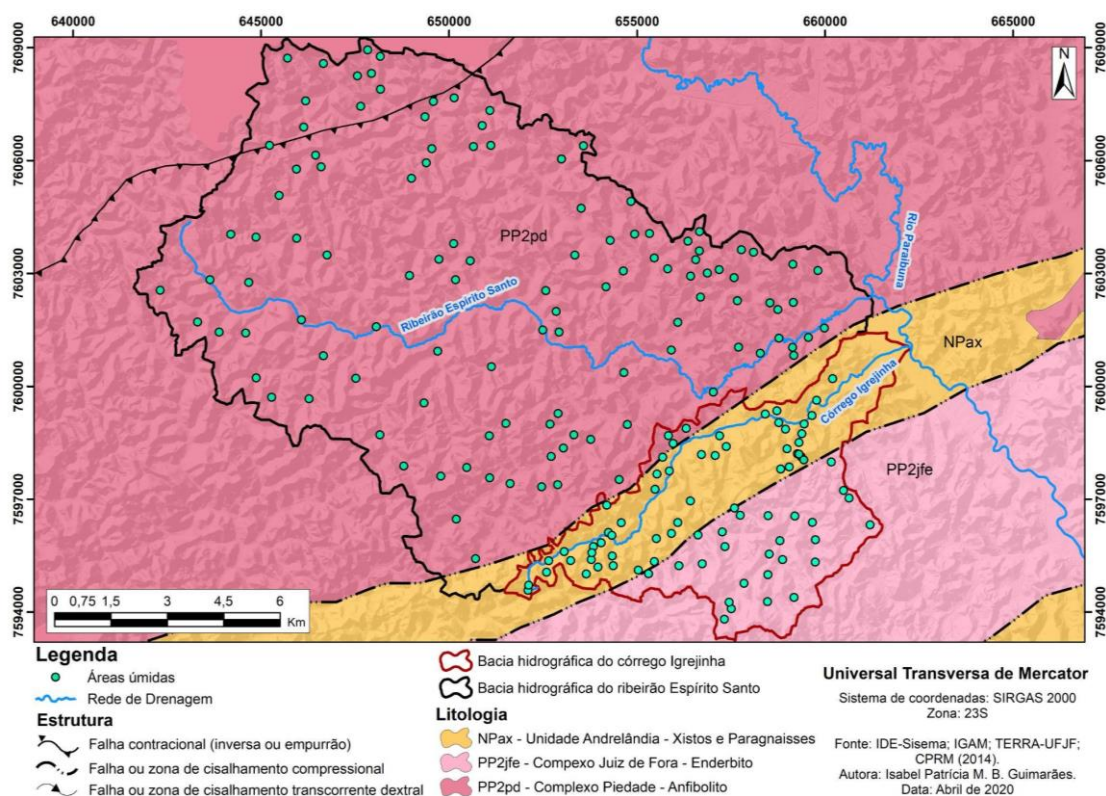


Figura 2: Geologia das bacias hidrográficas do córrego Igrejinha e do ribeirão do Espírito Santo.
Fonte: Elaborado pelos autores.

Com a maior abrangência nas bacias de estudo, o Complexo Piedade é, também, o embasamento da maior parte das áreas úmidas localizadas (60,6%). Chama atenção, porém, o elevado percentual de áreas úmidas encontradas sobre as rochas neoproterozoicas da Unidade Andrelândia (24,8%), apesar de sua considerável menor ocorrência nas bacias de estudo. A resposta para essa concentração está, provavelmente, associada às estruturas conformadas por esta unidade.

A influência de estrutura geológica foi verificada em 15% das áreas úmidas, sendo um fator condicionante da formação desses sistemas. Há diversos lineamentos de relevo concordantes com a direção preferencial das estruturas geológicas que conformam alinhamentos de topos e da drenagem (alinhamentos de cristas e à presença de vales fluviais encaixados). Nesses contextos, a recorrência de áreas úmidas é também notória. Tal situação se faz especialmente frequente na porção noroeste do interflúvio da bacia do córrego Igrejinha, onde o relevo assume formas peculiarmente confinadas em cabeceiras que abrigam

GUIMARÃES, I. P. M. B.

canais de primeira ordem, assim como em vales confinados que alicerçam canais de maior ordem (Figura 4).

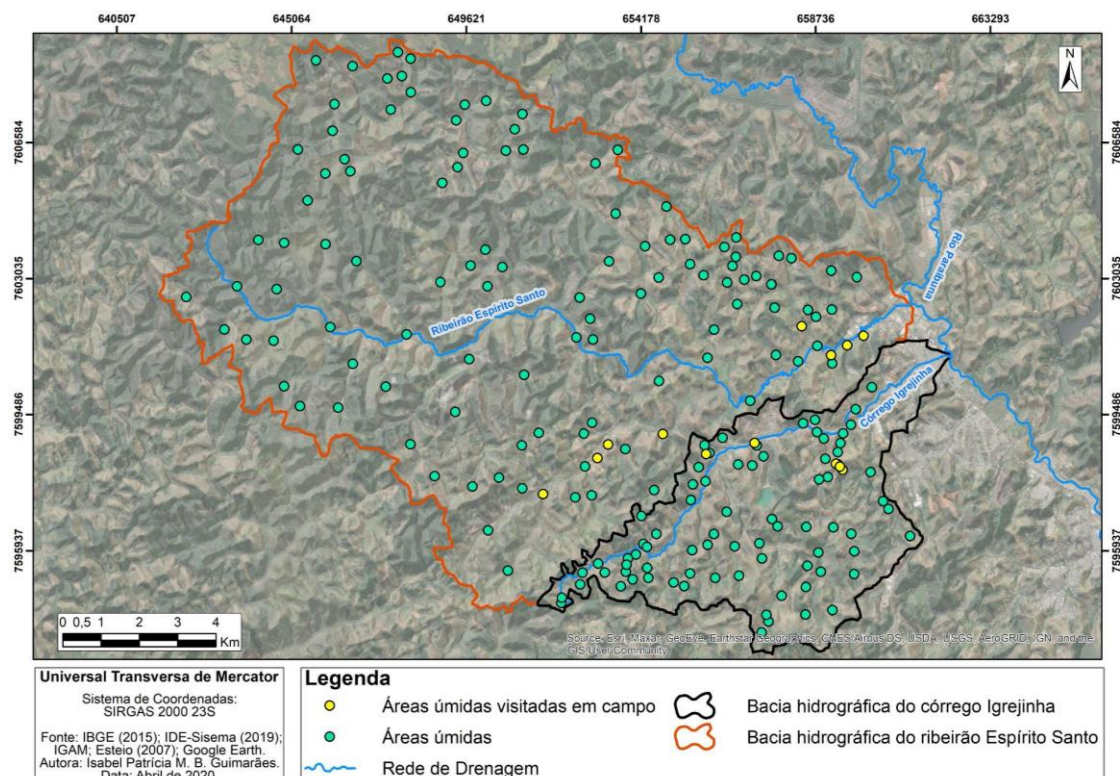


Figura 3: Localização das áreas úmidas presentes nas bacias hidrográficas do córrego Igrejinha e do ribeirão do Espírito Santo. Fonte: Elaborado pelos autores.

72% das áreas úmidas encontradas estão presentes em um contexto geomorfológico de baixada/fundo de vale (Figura 5). São sistemas que ocorrem em planícies construídas no baixo e médio curso dos principais rios, portanto, os inputs de água dessas áreas úmidas têm contribuição da alimentação direta pelo canal (contato hidráulico lateral) e das inundações. No entanto, 16% de áreas úmidas são associadas a cabeceiras (delimitadas ou não por rupturas de declive), estando relacionadas a segmentos côncavos nas vertentes, acarretando formas propícias para a acumulação de água (superficial e subsuperficial). Além disso, 9,3% foram encontradas em segmentos declivosos, que em tese não promovem condições favoráveis ao acúmulo de água, possivelmente associadas à influência de atividades antrópicas.

Dialogando com a geomorfologia, a forma de área úmida mais usual encontrada é a alongada, com 71% de ocorrência, relacionadas sobretudo às

GUIMARÃES, I. P. M. B.

baixadas e vales fluviais. As formas arredondadas (25,4%) são associadas majoritariamente às cabeceiras de drenagem, com áreas úmidas sob influência de controle estrutural. Em menor número, as formas semi-arredondadas ocorrem em contextos declivosos e sopé de vertentes, ambientes sem condicionantes estruturais aparentes.

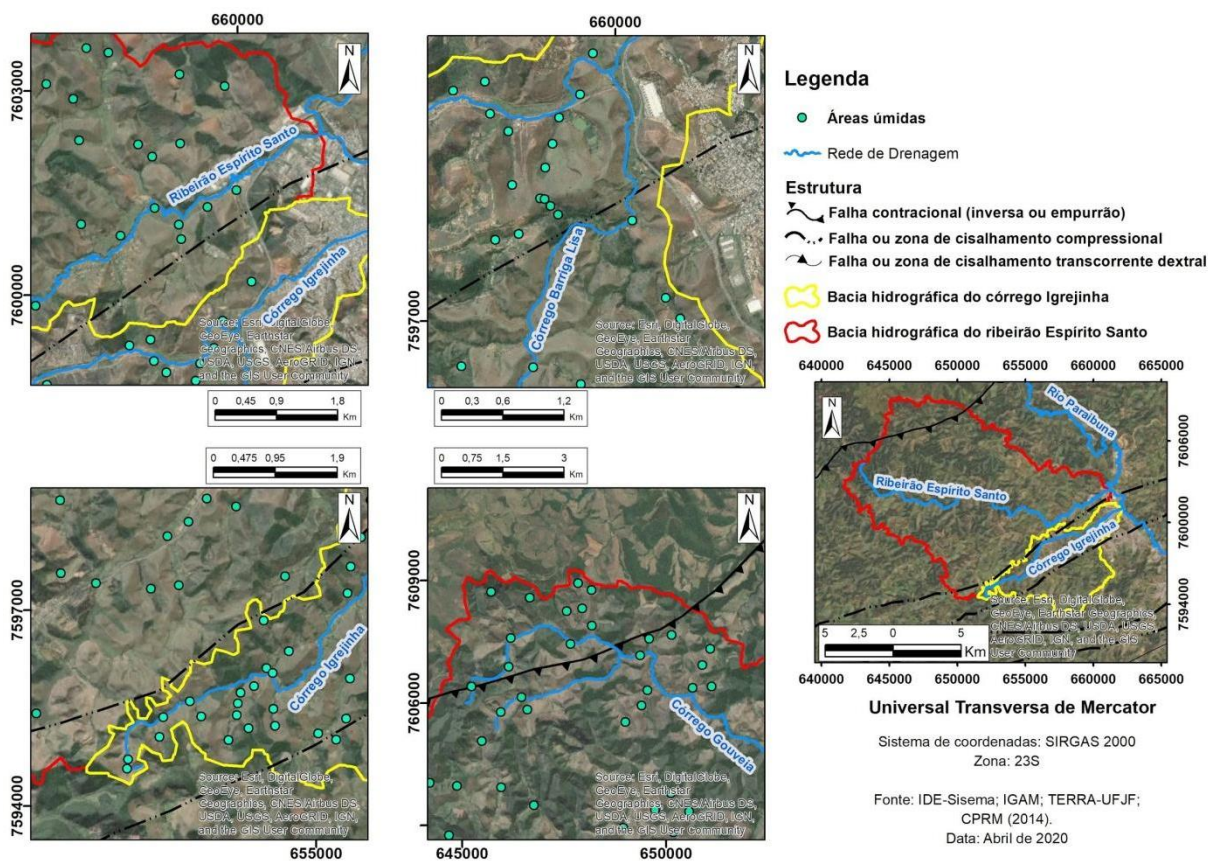


Figura 4: Detalhes da influência estrutural na concentração de áreas úmidas. Fonte: Elaborado pelos autores.

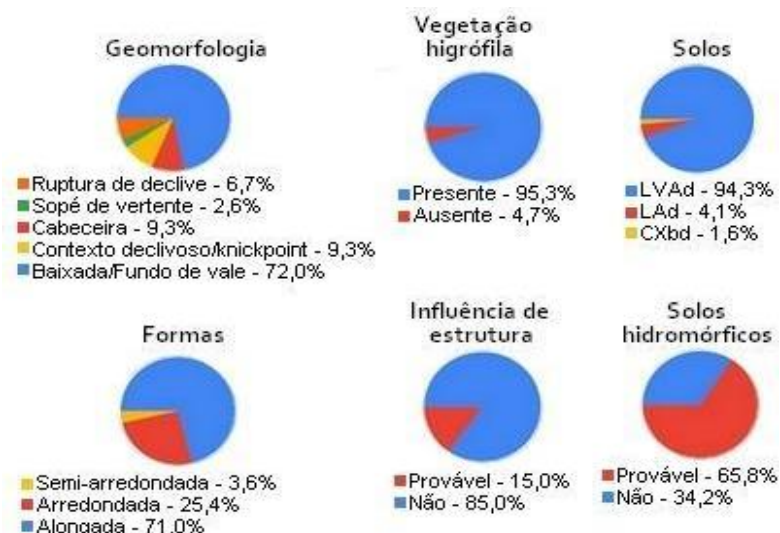


Figura 5: Frequência dos aspectos fisiográficos nas áreas úmidas estudadas. Fonte: Elaborado pelos autores.

No que é tangente à pedologia, 94,3% das áreas úmidas localizadas encontram-se em áreas com ocorrência de LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO distrófico. O desenvolvimento de tais solos na área corresponde ao padrão de solos profundos estabelecido na região, recorrente em todo o Tropical Atlântico, denota intensos processos de pedogênese e consequente grande intemperização de natureza química (KAMINO *et al.*, 2019; AB'SABER, 2003). Ressalta-se, porém, que as unidades de mapeamento não perfazem a escala adequada para essa análise, sendo muito provável a associação com solos hidromórficos localmente (65,8% dos casos). A essa configuração relaciona-se a cobertura vegetal, com ocorrência constante (95,3%) de espécies hidrófilas associadas às zonas de encharcamento.

Conformando uma síntese das características fisiográficas e fisiológicas das áreas úmidas estudadas, a classificação de Brinson (1993) mostra que 73,6% dos sistemas estudados pertencem à classe “*Riverine wetlands*”, correspondendo às áreas de baixadas/fundo de vale encontrados, enfatizando a presença de elementos fluviais e conexão à drenagem presente, constituída por elementos diversos, como afluentes do curso d’água principal, meandros abandonados e formas antropogênicas, como açudes e manilhas. As 26,4% restantes se encaixam na classe “*Depressional*”, relacionadas à topografia local e seu relevo ondulado,

fatores que proporcionam o acúmulo de água, estando associadas às áreas de cabeceiras, rupturas de declive, topos de morro com interflúvio rebaixado e afloramentos rochosos.

Dentre as 18 áreas úmidas amostradas em investigações *in loco*, os principais contextos encontrados foram os de baixadas, depressões alongadas e terrenos reafeiçoados, com formação associada aos meandros abandonados, paleodrenagens e à migração de canais. A presença de vegetação higrófila/hidrófita e solos hidromórficos nos locais e nas imediações foi frequente, ocorrendo simultaneamente em 120 ocasiões. Todavia, observando as áreas úmidas existentes nos morros e morrotes da região, chamam atenção casos em canais de primeira ordem, iniciados em cabeceiras com presença de trechos de interflúvio rebaixado. Tais canais comportam-se ora como zonas brejosas (fluxo laminar), ora como ambientes lóticos (fluxo concentrado), marcados por rupturas de declive e afloramentos rochosos (que trabalham como níveis de base), sem ocorrência de solos hidromórficos, tendo como fontes majoritárias de alimentação a acumulação por meio da exfiltração de água subsuperficial (nascentes) e do escoamento superficial.

3.2 Correlações entre vegetação e solo das Áreas Úmidas

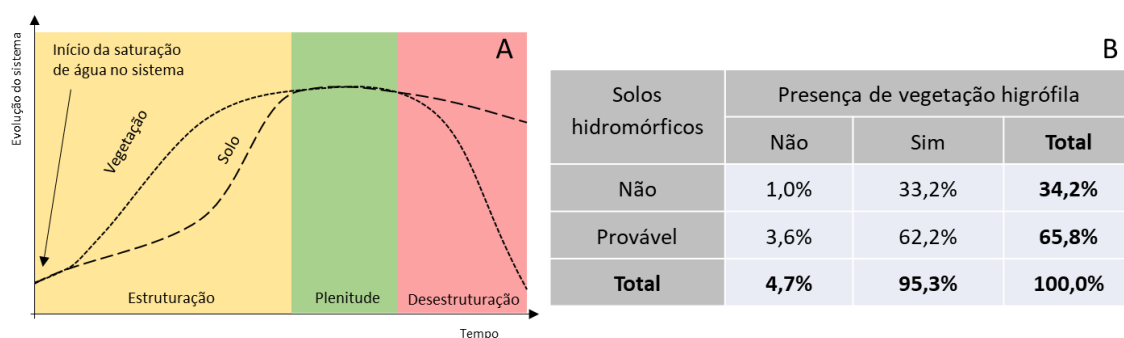


Figura 6. (A) Modelo hipotético de evolução das áreas úmidas a partir das temporalidades de evolução da vegetação e do solo; (B) Matriz de interação entre solos hidromórficos e vegetação higrófila nas áreas úmidas estudadas. Fonte: Elaborado pelos autores.

A combinação entre solos hidromórficos e vegetação adaptada foi verificada 120 vezes (62,2% de ocorrência), mostrando que a maioria das áreas úmidas da região encontra-se em estágio de plenitude evolutiva. Por outro lado,

GUIMARÃES, I. P. M. B.

33,2% dos casos apresentam vegetação higrófila e sem indícios de solos hidromórficos, indicando que são áreas úmidas de surgimento relativamente recente, ainda não completamente estruturadas e em processo de plena formação, cujo solo não esteve em condição de saturação durante tempo suficiente para que o processo de hidromorfismo alterasse sua morfologia. Dentre esses casos, 42 se formaram em fundos de vales, 12 em cabeceiras, 3 em cabeceiras/rupturas de declive, 7 em contextos declivosos/*knickpoints*, mostrando que essas áreas úmidas se formaram majoritariamente em áreas de fundo de vale, provavelmente relacionadas às cheias de um curso d'água próximo, ou em contextos de declividade, onde a água não se acumula de forma permanentemente ou em um tempo suficiente para formar solos hidromórficos.

A ausência de vegetação adaptada e provável presença de solos hidromórficos ocorreu em sete casos (3,6%), sendo cinco desses casos em áreas de fundo de vale, onde a área úmida apresenta uma forma alongada, enquanto os outros dois casos ocorrem em cabeceiras, com as áreas úmidas se formando em um formato arredondado e semi-arredondado. Tais sistemas podem ser interpretados como transicionais, direcionando-se para sua desestruturação, uma vez que as condições necessárias para estabelecimento da vegetação higrófila foi perdida. O solo só mantém a morfologia hidromórfica por estes elementos apresentarem uma temporalidade mais lenta. Por sua vez, a ausência dos dois critérios ocorreu apenas duas vezes (1,04%). Essa configuração indica uma fisiologia concordante com o estágio inicial de formação das áreas úmidas, quando a ação da acumulação de água no sistema ainda não ocorreu por tempo suficiente para alterar as demais variáveis, sendo uma delas associada à modificações de origens antrópicas.


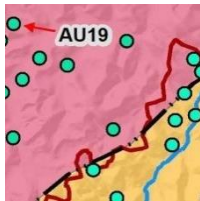

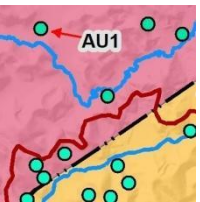

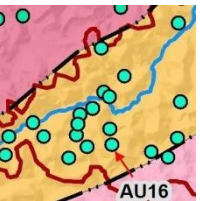


De toda forma, se faz possível notar, portanto, que a combinação entre vegetação higrófila e hidromorfismo não é apenas um indicativo de existência das áreas úmidas, mas também um indicador cronológico. Contudo, em síntese, a amostragem de campo, conforme Quadro 1, denota a ocorrência de áreas úmidas em distintos estágios evolutivos, o que é possível tatear a partir das relações geoecológicas que estas estabelecem com a paisagem. Obviamente,

GUIMARÃES, I. P. M. B.

fatores exógenos podem acarretar mudanças na interpretação dos estágios evolutivos das áreas úmidas, uma vez que ações diretas como a remoção da vegetação não são raras. Por esse motivo, o acompanhamento caso a caso é recomendado, com visitas de campo e, se necessário, entrevistas com as comunidades locais.

Ambientes de topografia mais baixa e plana, com drenagem fraca e insuficiente, favorecem a formação de solos encharcados e de uma vegetação mais tolerante à saturação (VALENTE, LATRUBESSE, FERREIRA, 2013). Pode-se então entender a influência da topografia local na consolidação do estado de plenitude das áreas úmidas, de vegetação higrófila e solos hidromórficos desenvolvidos, já que as baixadas e fundos de vale são ambientes propícios para a atuação de processos de hidromorfismo em escala local. Em sistemas de cabeceira, tais condições parecem menos estáveis.

Quadro 1. Exemplos de estágios evolutivos de áreas úmidas estudadas e seus respectivos contextos.

Contexto local	Características	Estágio evolutivo	Contexto regional
	<ul style="list-style-type: none"> • Cabeceira de drenagem • Sem influência de lineamentos estruturais • Solo saturado • Forma alongada • <i>Depressional</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Ausência de vegetação higrófila • Ocorrência de solos hidromórficos • Estágio de desestruturação 	
	<ul style="list-style-type: none"> • Baixada/fundo de vale • Sem influência de lineamentos estruturais • Forma alongada • <i>Riverine</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Presença de vegetação higrófila • Ausência de solos hidromórficos • Estágio de formação 	
	<ul style="list-style-type: none"> • Cabeceira de drenagem • Sem influência de lineamentos estruturais • Forma arredondada • <i>Depressional</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Presença de vegetação higrófila • Ausência de solos hidromórficos • Estágio de formação 	
	<ul style="list-style-type: none"> • Baixada/fundo de vale • Com influência de lineamentos estruturais • Forma alongada • <i>Riverine</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Presença de vegetação higrófila • Presença de solos hidromórficos • Estágio de maturidade 	

Fonte: Elaborado pelos autores.

Aspectos pedológicos são fundamentais para compreender como a água (concentrada pela topografia ou por fluxos subsuperficiais) altera o sistema e promove condições ecológicas adequadas para a conformação das áreas úmidas. Logo, deve-se considerar a menor permeabilidade ou o maior aporte de água (em função da condutividade hidráulica dos solos) para a formação de áreas úmidas na região, visto que a entrada de água e sua retenção são condições *sine qua non* para a formação destes sistemas.

Porém, nas baixadas e cabeceiras, com diferentes materiais de origem (não apenas eluviais, mas também sedimentos colúvio-aluviais), a constituição dos solos locais pode ser alterada de maneira a tornar os horizontes superficiais mais permeáveis e os horizontes mais profundos mais mal-drenados e adaptados à estagnação. Tais fluxos têm uma influência de grande magnitude sobre a distribuição dos sedimentos nas zonas de formação de áreas úmidas (e também de pequenos terraços em áreas de baixadas). Dada a indissociabilidade entre o advento das mesmas e a ação da rede de drenagem, assume-se que grande parte dos sedimentos que compõem os solos das áreas úmidas são aluviais. Destarte, o padrão de drenagem se faz interferente na distribuição dos sedimentos transportados: em confluências é comum que haja uma desaceleração pontual do fluxo, ocasionando uma dinâmica de acúmulo nas margens próximas (WEBBER; GREATER, 1966; LIU; LI; FAN, 2012). A inundação eventual proporciona a alimentação de várias áreas úmidas. Como resultado, é propiciada a saturação dos meios em que foram retidos os sedimentos; desta maneira, as confluências angulosas (efetuadas pelo controle estrutural) acabam por denotar uma interrelação entre os sistemas hidrogeomorfológicos e a morfoestrutura.

A ação estrutural também pode ser denotada a partir da observação das formas de cabeceiras e que se situam em locais próximos às falhas mapeadas (como no interflúvio comum entre as duas bacias): embora quase todas apresentem a configuração típica de anfiteatro (*hollow*), são peculiarmente estreitas, o que remete à ação tectono-estrutural. Assim, na parte central das cabeceiras tende a ocorrer agradação colúvio-aluvial característica destas formas, possibilitando a ascensão do nível freático, além da agradação colúvio-aluvial característica destas formas, sobretudo nas partes centrais e de maior acúmulo (SIDLE et al., 2000). Nestas áreas, a disposição sedimentar é controlada pela declividade local e pelas confluências. Hidrossistemas de baixa energia promovem fluxo d'água disperso e lento, o que também coopera para a saturação. Quando esta situação ocorre nas nascentes, pode-se inferir que estas sejam caracterizadas como difusas, promovendo áreas úmidas da classe *Depressional*.

4. Considerações Finais

As áreas úmidas do domínio dos Mares de Morros constituem-se de pequenas e estreitas zonas encharcadas, tendo sua gênese e evolução condicionadas pela morfologia local, sob influência de processos em escala regional. Assim, aspectos morfoestruturais e morfoclimáticos coadunam de forma interescolar na ocorrência das áreas úmidas, condicionadas pelo controle estrutural atuante na região e/ou pelo intemperismo resultante do clima quente e úmido característico do Brasil Tropical Atlântico.

O trânsito entre as geotecnologias e as investigações *in loco* promoveu o diálogo entre as áreas úmidas e a paisagem, proporcionando compreensões acerca de comportamentos e características desses sistemas.

A distribuição espacial das áreas úmidas nas bacias de estudo é heterogênea, com concentração em zonas de acumulação sedimentar em cabeceiras e margens de cursos d'água, com especial atenção às áreas próximas às grandes estruturas geológicas mapeadas. Suas fontes de alimentação ocorrem principalmente mediante conexões com a drenagem local, através de inundações e com a exfiltração de água resultante de contato hidráulico entre superfície e subsuperfície (passível de ser concebido pela ação estrutural e pela dinâmica de *knickpoints*). Todavia, o acúmulo de água resultante de escoamentos superficiais não pode ser negligenciado, formando áreas úmidas em segmentos côncavos ou em outras feições deprimidas.

A classificação hidrogeomorfológica das áreas úmidas se mostrou um instrumento de grande serventia para a sistematização das informações obtidas. As áreas úmidas das bacias de estudo foram classificadas como *Riverine*, correspondendo às áreas de baixadas e planícies de inundação, conectadas à drenagem local, e *Depressional*, relacionadas às cabeceiras de drenagem e a outras morfologias declivosas, que condicionam a formação de áreas úmidas mais arredondadas ou semi-arredondadas.

Dada a relevância ecossistêmica e a utilidade pública das áreas úmidas (em tangência às funções de *habitat* e às possibilidades de consumo humano para

GUIMARÃES, I. P. M. B.

captação de água ou irrigação, respectivamente), o estudo destes sistemas se faz importante e necessário. É necessário reforçar que as áreas úmidas possuem sua estrutura sistêmica harmonizada por frágeis relações de troca de matéria e energia com o ambiente. Sua sensibilidade (associada a baixa resiliência) é evidenciada na relação entre hidromorfismo e vegetação hidrófila/higrófila, tomada como indicadora de estágios dinâmico-evolutivos, a partir da compreensão da fisiologia das áreas úmidas. Essa relação hipotética está longe de ser completamente compreendida pela ciência, sendo um importante caminho a seguir para ampliação do conhecimento sobre as áreas úmidas, suas dinâmicas evolutivas e respostas a pressões ambientais.

Portanto, é necessário compreender as relações entre relevo, vegetação, solos, processos hidrogeomorfológicos e hidromórficos (e seus respectivos condicionantes geológico-estruturais), para garantir a conservação ambiental das áreas úmidas. Desta forma, haverá a possibilidade de compreender as consequências de atividades como agricultura e/ou captação de água, que modificam a dinâmica hidrológica e os processos hidrogeomorfológicos locais, promovendo a desestruturação desses sistemas.

Financiamento:

Esta pesquisa foi financiada pelo programa de Iniciação Científica da Universidade Federal de Juiz de Fora (BIC-UFJF), número de bolsa 46791 (PROPP-UFJF).

5. Referências Bibliográficas

- AB'SABER, A. N. Um conceito de geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o Quaternário. **Geomorfologia**, São Paulo, v. 18, p. 1-23, 1969.
- AB'SABER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. Vol. 1. Ateliê Editorial, 2003.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- BAGSTAD, K. J.; LITE, S. J.; STROMBERG, J. C. Vegetation, soils, and hydrogeomorphology of riparian patch types of a dryland river. **Western North American Naturalist**, v. 66, n. 1, p. 23-44, 2006.
- BARBIER, E. B. Valuing environmental functions: tropical wetlands. **Land economics**, p. 155-173, 1994.

GUIMARÃES, I. P. M. B.

BISHOP, P. Drainage rearrangement by river capture, beheading and diversion. **Progress in physical geography**, v. 19, n. 4, p. 449-473, 1995.

BRINKMAN, R.. **Ferrolysis, a soil-forming process in hydromorphic conditions**. Pudoc, 1979.

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

CESAMA. **MANANCIAIS**: Ribeirão do Espírito Santo. Disponível em: <http://www.cesama.com.br/mananciais/ribeirao-do-espírito-santo-2>. Acesso em: 23 maio 2020.

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

COELHO NETTO, A. L. Evolução de cabeceiras de drenagem no médio vale do Rio Paraíba do Sul (SP/RJ): a formação e o crescimento da rede de canais sob controle estrutural. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 2, n. 4, p. 69-100, 2003.

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

CUNHA, C. N.; PIEDADE, M. T. F.; JUNK, W. J. **Classificação e Delineamento das Áreas Úmidas Brasileiras e de seus Macrohabitats**. Cuiabá: EdUFMT, 2014.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA) (Ed.). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa, 2018.

ETCHEBEHERE, M. L.; SAAD, A. R.; FULFARO, V. J.; PERINOTTO, J. A. J. Aplicação do Índice "Relação Declividade-Extensão-RDE" na Bacia do Rio do Peixe (SP) para detecção de deformações neotectônicas. **Geologia USP. Série Científica**, v. 4, n. 2, p. 43-56, 2004.

GOMES, C. S.; JÚNIOR, A. P. M. Sistemas de classificação de áreas úmidas no Brasil e no mundo: panorama atual e importância de critérios hidrogeomorfológicos. **Geo UERJ**, n. 33, p. 34519, 2018.

GOMES, C. S.; MAGALHÃES JUNIOR, A. P. Aparato conceitual sobre áreas úmidas (wetlands) no Brasil: Desafios e opiniões de especialistas. **Boletim Goiano de Geografia**, v. 37, n. 3, p. 484-508, 2017.

GUIMARÃES, I. P. M. B.; BARROS, R. R.; FELIPPE, M. F. RECONHECIMENTO E CLASSIFICAÇÃO DE ÁREAS ÚMIDAS NO DOMÍNIO DOS MARES DE MORRO. **Revista de Geografia-PPGEO-UFJF**, v. 12, n. Especial, p. 72-85, 2022.

GURNELL, A. M.; CORENBILT, D.; JALÓN, D. G.; TÁNAGO, M. G.; GRABOWSKI, R. C.; O'HARE, M. T.; SZEWCZYK, M. A conceptual model of vegetation-hydrogeomorphology interactions within river corridors. **River research and applications**, v. 32, n. 2, p. 142-163, 2016.

JACKSON, C. R.; THOMPSON, J. A.; KOLKA, R. K. Wetland Soils, Hydrology, and Geomorphology. In: BATZER, Darold P.; SHARITZ, Rebecca R. (ed.).

GUIMARÃES, I. P. M. B.

Ecology of Freshwater and Estuarine Wetlands. Berkeley: University Of California Press, 2014. Cap. 2. p. 23-60.

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

KEOUGH, J. R.; THOMPSON, T. A.; GUNTENSPERGEN, G. R.; WILCOX, D. A. Hydrogeomorphic factors and ecosystem responses in coastal wetlands of the Great Lakes. **Wetlands**, v. 19, n. 4, p. 821-834, 1999.

LIU, T.; LI, C. H. E. N.; FAN, Bei-ling. Experimental study on flow pattern and sediment transportation at a 90 open-channel confluence. **International Journal of Sediment Research**, v. 27, n. 2, p. 178-187, 2012.

MAIA, R. P.; BEZERRA, F. H. R. Tectônica Pós-Miocênica e controle estrutural de drenagem no rio Apodi-Mossoró, Nordeste do Brasil. **Boletim de Geografia**, v. 31, n. 2, p. 57-68, 2013.

MARINHO, T. A.S.; PAULA, J. D.; RÍOS-VILLAMIZAR, E. A.; SCHÖNGART, J. Tipos de Áreas Úmidas Amazônicas. In: LOPES, Aline; PIEDADE, Maria Teresa Fernandez (ed.). **Conhecendo as áreas úmidas amazônicas: uma viagem pelas várzeas e igapós.** Manaus: Inpa, 2015. Cap. 3. p. 33-40.

MARTINI, P. R. Áreas úmidas da América do Sul registradas em imagens de satélites. In: I SIMPÓSIO DE GEOTECNOLOGIAS NO PANTANAL, 2006, Campo Grande. **Anais do 1º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal.** Campo Grande: Embrapa Informática Agropecuária/INPE, 2006. p. 876 - 882.

MARTINS, F. B.; GONZAGA, G.; SANTOS, D. F.; REBOITA, M. S. Classificação climática de Köppen e de Thornthwaite para Minas Gerais: cenário atual e projeções futuras. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 1, 2018.

MELLO, C. R.; SÁ, M. A. C.; CURI, N.; MELLO, J. M.; VIOLA, M. R.; SILVA, A. M. Erosividade mensal e anual da chuva no Estado de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 4, p. 537-545, 2007.

MITSCH, W. J.; GOSSSELINK, J. G. **Wetlands.** 4. ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2007.

NOGUEIRA, J. R. **Evolução geológica dos terrenos de alto grau metamórfico da Faixa Ribeira na região de Juiz de Fora, Minas Gerais.** 190p. Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências, Campinas, SP, 1999.

OLIVEIRA, T. A.; TAVARES, C. M. G.; SANCHES, F.; FERREIRA, C. C. M. Variabilidade pluviométrica no município de Juiz de Fora-MG no período de 1910-2018: Investigação a partir da técnica do Box Plot. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 26, 2020.

PANIZZA, A. C.; FONSECA, F. P. Técnicas de interpretação visual de imagens. **GEOUSP Espaço e Tempo (Online)**, n. 30, p. 30-43, 2011.

GUIMARÃES, I. P. M. B.

PIÉGAY, H.; SCHUMM, S. A. System approaches in fluvial geomorphology. **Tools in fluvial geomorphology**, p. 103-134, 2003.

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.

REBOITA, M. S.; RODRIGUES, M.; SILVA, L. F.; ALVES, M. A. Aspectos climáticos do estado de minas gerais (climate aspects in minas gerais state). **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 17, 2015.

REDDY, K. R.; DELAUNE, R. D. **Biogeochemistry of wetlands: science and applications**. CRC press, 2008.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V.; CAVALCANTI, A. P. B. **Geoeecologia das Paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental**. Fortaleza: Editora UFC, p. 27-30, 2004.

SEMLITSCH, R. D.; BODIE, J. R. Are small, isolated wetlands expendable?. **Conservation Biology**, v. 12, n. 5, p. 1129-1133, 1998.

SIDLE, R. C.; TSUBOYAMA, Y.; NOGUCHI, S.; HOSODA, I.; FUJIEDA, M.; SHIMIZU, T. Stormflow generation in steep forested headwaters: a linked hydrogeomorphic paradigm. **Hydrological Processes**, v. 14, n. 3, p. 369-385, 2000.

UFV - CETEC - UFLA - FEAM. **Mapa de solos do Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte, Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2010. 49p. Disponível em: <<http://www.feam.br/noticias/1/949-mapas-de-solo-do-estado-de-minas-gerais>>

VALENTE, C. R.; LATRUBESSE, E. M.; FERREIRA, L. G. Relationships among vegetation, geomorphology and hydrology in the Bananal Island tropical wetlands, Araguaia River basin, Central Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 46, p. 150-160, 2013.

VAN DER VALK, A. G. Succession in wetlands: a gleasonian appraoch. **Ecology**, v. 62, n. 3, p. 688-696, 1981.

VILES, H. A.; NAYLOR, L. A.; CARTER, N. E. A.; CHAPUT, D. Biogeomorphological disturbance regimes: progress in linking ecological and geomorphological systems. **Earth Surface Processes and Landforms: The Journal of the British Geomorphological Research Group**, v. 33, n. 9, p. 1419-1435, 2008.

WEBBER, N. B.; GREATER, C. A. An investigation of flow behaviour at the junction of rectangular channels. **Proceedings of the Institution of Civil Engineers**, v. 34, n. 3, p. 321-334, 1966.