Caderno de Geografia (2022) v.32, n.69
ISSN 2318-2962
DOI 10.5752/p.2318-2962.2022v32n.69p.508

ORIGINAL ARTICLE

TIPOLOGIA DE ÁREAS ÚMIDAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PANDEIROS EM MINAS GERAIS – BRASIL

TYPOLOGY OF WETLANDS IN THE PANDEIROS RIVER HYDROGRAPHIC BASIN IN MINAS GERAIS – BRAZIL

Mariley Gonçalves Borges
Doutoranda em Geografia pela Universidade Federal de Goiás
marileigoncalvesborges@gmail.com

Luis Ricardo Fernandes da Costa
Professor do Departamento de Geociências da Universidade Estadual de Montes Claros - UNIMONTES
luis.costa@unimontes.br

Recebido: 20.09.2021
Aceito: 04.03.2022

Resumo

As áreas úmidas são sistemas que desempenham funções consideradas importantes para o ambiente, com contribuições hidrológicas, biológicas, climáticas e socioeconômicas. A degradação e/ou substituição dessas áreas por outras fitofisionomias de Cerrado acarretam muitos prejuízos ambientais, por isso a necessidade de identificação e monitoramento constante dessas áreas, além de estudos voltados para sua gênese e evolução. O sensoriamento remoto é uma técnica que possibilita compreender um pouco esse ecossistema, e auxilia, juntamente com as campanhas de campo, a identificar as alterações que esses ambientes vêm sofrendo. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi identificar e classificar os tipos de áreas úmidas presentes na bacia do rio Pandeiros, importante afluente do médio São Francisco. A metodologia utilizada consistiu na fotointerpretação com base em atributos das imagens *WorldView-II* de 1,20 metros de resolução espacial, tais como a tonalidade, textura, estrutura e localização geográfica, delimitação de suas áreas pelo processo manual de vetorização e classificação de suas tipologias com base na literatura. Como resultado foi identificado na bacia do rio Pandeiros a existência de áreas úmidas do tipo veredas, pântano, hidromorfismo no canal, AU relictual, AU artificial e AU de áreas inundáveis. As veredas, em particular, vêm sofrendo um processo de descaracterização devido à ocorrência da atividade antrópica instalada desde o seu processo de ocupação, além de estar em constante processo natural de evolução, devido acompanhar a evolução do relevo de chapadas.

Palavras–chave: Cerrado; Veredas; Chapada; Sensoriamento Remoto.

Abstract

Wetlands are systems that perform important functions for the environment, with hydrological, biological, climatic and socio-economic contributions. The degradation and/or replacement of these areas by other Cerrado phytophysiognomies cause much environmental damage, hence the need for constant identification and monitoring of these areas and studies aimed at their genesis and evolution. Remote sensing is a technique that makes it possible to understand this ecosystem a little and helps, along with field campaigns, identify the changes that these environments have been suffering. In this sense, the

ISSN 2318-2962
DOI 10.5752/p.2318-2962.2022v32n.69p.508

objective of this work was to identify and classify the types of wetlands present in the Pandeiros river basin, an important tributary of the middle São Francisco. The methodology used consisted of photo interpretation based on attributes of the WorldView-II images of 1.20 meters of spatial resolution, such as tonality, texture, structure and geographic location, delimitation of their areas by the manual vectorization process classification of their typologies based on the literature. As a result, wetlands such as veredas, marsh, channel hydromorphism, relictual UA, artificial UA, and floodplain UA were identified in the Pandeiros river basin. The veredas, in particular, have been undergoing a process of de-characterization due to the occurrence of anthropic activity installed since their occupation process, in addition to being in a constant natural process of evolution, due to following the evolution of the plateau relief.

Keywords: Cerrado; Veredas; Chapada; Remote Sensing.

1. INTRODUÇÃO

As áreas úmidas (*Wetlands*) são sistemas alagados constantemente ou periodicamente de forma natural ou artificial, em que as condições anaeróbicas repercutem na ocorrência de processos biológicos e físico-químicos típicos destes ambientes. Esses processos refletem no desenvolvimento dos solos, nas espécies vegetais e animais (HAIGH; KILMARTIN, 2006).

Os campos de murundus, nascentes difusas, lagoas transicionais, veredas e pântanos são tipos de áreas úmidas encontradas no estado de Minas Gerais (GOMES; MAGALHÃES JÚNIOR, 2020). De acordo com os autores mencionados, cada tipo de área úmida possui atributos específicos, como a origem, dinâmica hídrica, localização, extensão e estrutura, tornando-as um sistema complexo e multiface.

As áreas úmidas contribuem na manutenção dos regimes fluviais, na regularização das vazões, recarga dos aquíferos, qualidade das águas, possibilita maior tempo de residência das águas na bacia, reduz a ocorrência de picos de cheias e a erosão hídrica. Além das funções hidrológicas citadas, as AUs contribuem na manutenção da diversidade biológica, no sequestro de carbono e na regulação do clima (HAIGH; KILMARTIN, 2006; HAIGH; KRECEK, 2006; MELO, 2008).

Devido às suas inúmeras funções, essas áreas foram reconhecidas internacionalmente em 1971, pela Convenção Internacional sobre as Zonas Úmidas que ocorreu em Ramsar, no Irã. A partir desse encontro originou-se um tratado intergovernamental, conhecido como Convenção de Ramsar que entrou em vigor no ano de 1975, na qual o Brasil passou a ser membro em 1993, com ratificação em 1996.

ISSN 2318-2962
DOI 10.5752/p.2318-2962.2022v32n.69p.508

Visando o seu uso sustentável, essas áreas são protegidas pelo código florestal brasileiro (Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012), incluídas por meio da Lei nº 12.727, de 17 de outubro de 2012, pela lei nº 9.682 de 12 de outubro de 1988, pelo decreto 43.910 de 05 de novembro de 2004, dentre outros. As referidas leis consideram os sistemas úmidos como áreas de preservação permanente (APP), sendo as duas últimas, legislações do estado de Minas Gerais, voltadas especificamente para o ambiente de veredas e para o pântano norte-mineiro (o Pandeiros).

As áreas úmidas são sistemas frágeis e sensíveis, que podem ser facilmente alterados ou destruídos, principalmente aquelas situadas nas cabeceiras dos rios, pois são locais considerados instáveis geomorfologicamente e que respondem rapidamente às alterações do clima (HAIGH; KILMARTIN, 2006).

A ocorrência de impactos ambientais pode descaracterizar esses ambientes, como as queimadas, abertura de estradas, residências e cultivos agrícolas dentro de seus limites, despejos de esgotos domésticos, dentre outros (FERREIRA; TROPPMAIR, 2004; NUNES et al., 2009). Além dos impactos causados de forma antrópica, há os de origem natural causados pelo incremento de energia no sistema, devido à incisão dos vales e erosão remontante. Pois eleva o gradiente por inclinação favorecendo a erosão, rebaixa o lençol freático, altera o escoamento das águas, etc., (MELO, 2008; RODRIGUES; AUGUSTIN, 2012).

As consequências da degradação e evolução das áreas úmidas resultam na perda da biodiversidade, liberação de carbono para a atmosfera, redução das vazões dos rios, alteração da qualidade das águas, aumento do assoreamento dos canais, interferências no ciclo hidrológico, etc., (HAIGH, KILMARTIN, 2006; KRECEK; HAIGH, 2006). Ou seja, refletem diretamente na paisagem, principalmente nos aspectos hidrológicos e ecossistêmicos.

Desta feita, essas áreas necessitam ser constantemente monitoradas, para que medidas possam ser criadas e estabelecidas de forma que minimize ou retarde os impactos. A utilização de imagens orbitais de alta resolução espacial é uma alternativa para a inspeção dessas áreas, pois permite análises e correlações em diferentes escalas. Essa análise por sensoriamento remoto embora seja muito valiosa deve ser conciliada com campanhas de campo, para maior visualização e compreensão das alterações desses ambientes.

Assim sendo, o objetivo deste trabalho foi identificar e classificar os tipos de áreas úmidas presentes na bacia do rio Pandeiros, importante afluente do médio São Francisco.

Caderno de Geografia (2022) v.32, n.69
ISSN 2318-2962
DOI 10.5752/p.2318-2962.2022v32n.69p.508

Este trabalho se justifica pela contribuição desempenhada por esses ambientes, principalmente por funcionarem como uma caixa d'água que alimenta os rios, mesmo durante os longos períodos de estiagens em áreas de domínio do Cerrado.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Caracterização da Área de Estudo

A bacia hidrográfica do rio Pandeiros localiza-se no norte de Minas Gerais, na margem esquerda do rio São Francisco, entre os paralelos de 15º0'00" e 15º45'00" de latitude sul e entre os meridianos de 44º45'00" e 45º15'00" de longitude oeste de *Greenwich* (Figura 1). Com uma área de 3.932,92 km², a bacia do rio Pandeiros compreende porções territoriais de três municípios norte-mineiros, a saber: Januária, Bonito de Minas e Cônego Marinho.

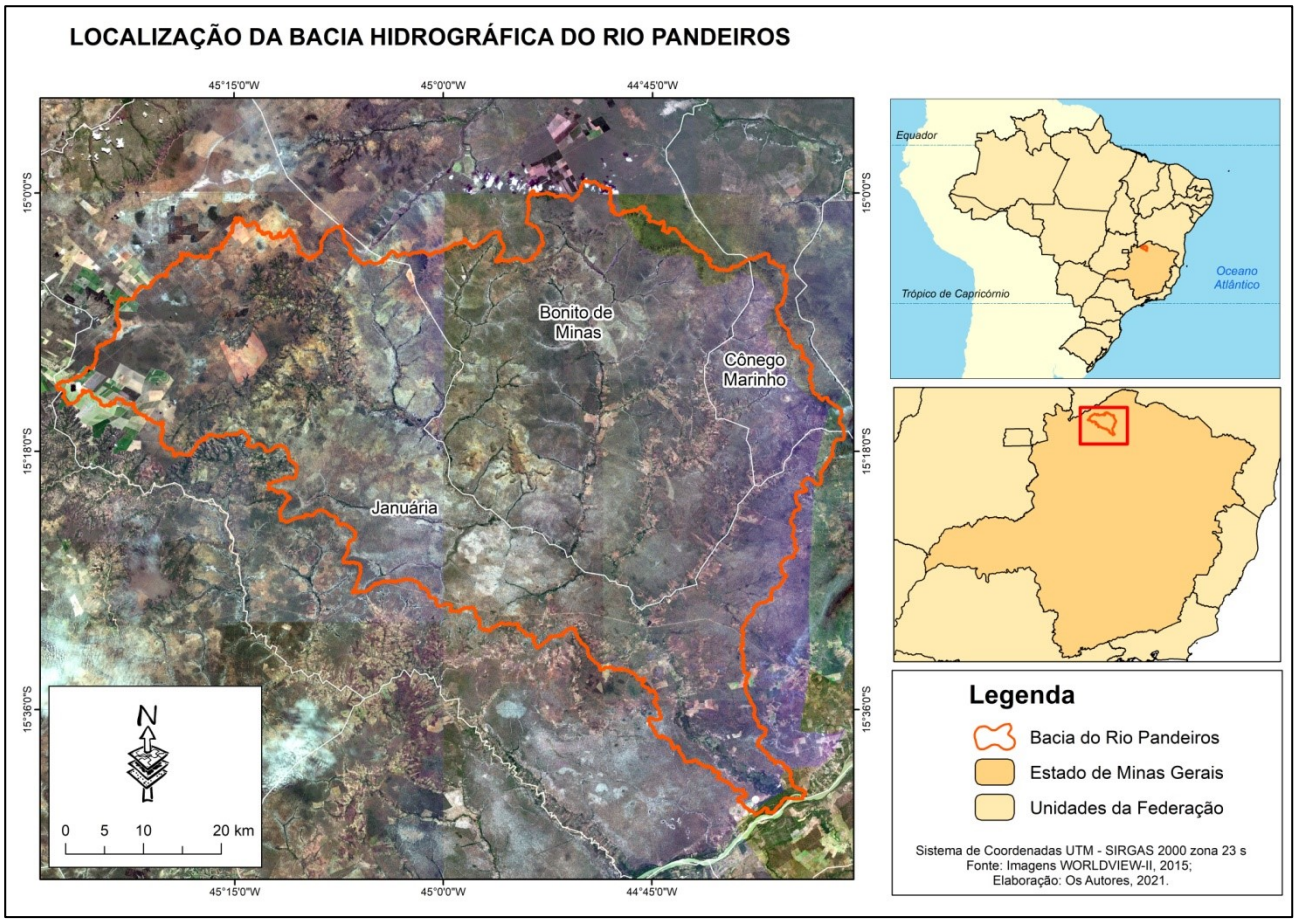

Figura 1 - Localização da área de estudo
Fonte: IBGE, 2010; ALOS PALSAR, 2011; Imagens *WORLDVIEW-II*, 2015. Elaboração: Os Autores, 2021.

A bacia do rio Pandeiros encontra-se totalmente inserida no clima semiúmido, com média anual de 4 a 5 meses secos e temperaturas acima de 18 ºC (IBGE, 2010). Cerca de 90% da bacia é composta por vegetação em estado natural ou em regeneração,

ISSN 2318-2962
DOI 10.5752/p.2318-2962.2022v32n.69p.508

compreendendo fitofisionomias do bioma Cerrado do tipo cerrado *sensu stricto*, mata seca, mata ciliar e vereda (BORGES, 2018).

Conforme o CPRM (2009) o relevo é composto por chapadas, patamares e depressões do alto-médio da bacia do rio São Francisco, com níveis altimétricos que permeiam entre 432 e 847 metros. De acordo com Oliveira; Augustin; Fonseca (2017) o Pandeiros é composto por 6 domínios geomorfológicos com características de formação, dinâmica e evolução, diferentes entre si. O compartimento de número 3 possui maior abrangência espacial, em que é composto por arenitos do grupo Urucuia, com afloramento do embasamento do Cráton São Francisco próximo às drenagens do Catolé, Borrachudo, São Domingos e Manoel Velho, denominado Complexo Januária. As vertentes são marcadas por trechos com diferentes gradientes de inclinação, o que fornece vários graus de energia à bacia do rio Pandeiros.

2.2. Procedimentos Operacionais

O mapeamento das áreas úmidas foi feito de forma manual a partir da utilização de imagens *WorldView-II* (2015) de 1,20 metros de resolução espacial, concedidas gratuitamente pelo Laboratório de Geoprocessamento da Unimontes. Primeiramente fez-se uma interpretação visual de imagens (fotointerpretação) com base em parâmetros da imagem, como a tonalidade, textura, estrutura e localização geográfica, ambos baseados em Panizza e Fonseca (2011) e Borges (2018). Em seguida, essas áreas foram vetorizadas com auxílio do *software* ARC GIS versão 10.5.

Foram identificadas cerca de 6 tipos de áreas úmidas (vereda, pântano, hidromorfismo no canal, AUs relictuais, AU artificial e AUs de áreas inundáveis). As veredas compreendem estratos arbóreos, arbustivos e herbáceos, o que reflete em diferentes respostas espectrais dos elementos que a compõe. A sua tonalidade nas imagens de satélite corresponde a distintas nuances de verde em seu interior, além do seu envoltório composto por solos arenosos de tom esbranquiçado. A textura é lisa ou levemente ondulada variando conforme os estratos vegetais apresentados, a estrutura é retilínea ou levemente ondulada e a localização geográfica por sua vez, é em áreas de relevo relativamente aplanadas, acompanhando os cursos d'água.

O pântano compreende tonalidades esverdeadas, esbranquiçadas e acastanhadas relativo à alternância dos tipos de vegetação situada nestas áreas, o que reflete em sua textura que é do tipo ondulado e heterogêneo. A estrutura é considerada contornada e a sua localização é em áreas mais baixas e planas da bacia.

ISSN 2318-2962
DOI 10.5752/p.2318-2962.2022v32n.69p.508

O hidromorfismo no canal apresenta estrutura irregular, pois a presença de estratos vegetais e a dimensão espacial não são padronizadas. Há áreas apenas com estratos arbóreo-arbustivos, arbóreo-herbáceos, arbustivo-herbáceos e outras com apenas um estrato. A tonalidade é um atributo importante em sua identificação, haja vista que a umidade presente nestas áreas as diferencia das demais fitofisionomias do Cerrado. A textura é lisa ou ondulada, depende da presença e transição entre os estratos. Quanto à localização, esta se situa nas margens dos afluentes do Pandeiros.

As AUs relictuais possuem a estrutura e localização similares àquelas apresentadas pelas veredas, uma vez que são registros de paleo-ambientes. A sua tonalidade é branca e a textura é lisa e homogênea, devido à presença de solos arenosos em sua maior parte ou em sua totalidade.

A AU artificial e as AUs de áreas inundáveis apresentam tonalidades esverdeadas e rosadas na imagem de satélite, textura heterogênea e estrutura contornada. Ambas localizam-se nas margens do rio principal, em áreas do médio (AUs de áreas inundáveis) e baixo (AU artificial) curso.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi identificada e delimitada na bacia hidrográfica do rio Pandeiros uma área de 204,16 km² equivalente às áreas úmidas (AUs) dos tipos: vereda, pântano, hidromorfismo no canal, AU relictual, AU artificial e AU de áreas inundáveis. As veredas (132,19 km²) compreendem 65% das AUs da área de estudo e se localizam próximas às cabeceiras de drenagem, principalmente do médio curso do Pandeiros (córregos São Domingos, Catolé, Pindaibal, Lavrado, Panela e riacho Borrachudo).

Considerado como Refúgio de Vida Silvestre pelo decreto nº 43.910 de 05 de novembro de 2004, o pântano do Pandeiros (49,72 km²) situa-se no baixo curso da bacia e é alimentado pelas veredas que abrigam grande parte das nascentes. Esse pântano pode apresentar oscilações de áreas conforme as estações do ano (seca e chuvosa), o que depende do volume de água e de sedimentos recebidos. Nesse mapeamento, a área delimitada refere-se ao período seco (inverno).

O hidromorfismo no canal refere-se a uma área de 4,64 km² situada ao longo das drenagens dos tributários da margem direita do Pandeiros, como os córregos Catolé e São Domingos. A ocorrência dessas AUs é indicativa de que as áreas de veredas eram maiores, no passado, e que devido ao processo natural de evolução dos relevos de chapadas, as veredas foram descaracterizadas e substituídas por outras fitofisionomias de Cerrado (ex:

ISSN 2318-2962
DOI 10.5752/p.2318-2962.2022v32n.69p.508

cerrado *sensu stricto* e mata ciliar), restando apenas indícios dessa paleopaisagem. Essa ideia de evolução das veredas para outros ambientes pode ser visualizada nos trabalhos de Melo (1992; 2008).

As AUs de áreas inundáveis correspondem a 11,09 km² (5%) e encontram-se concentradas na bacia do médio Pandeiros, ao longo das margens de seu curso principal. Essas áreas possivelmente foram formadas devido ao extravasamento das águas do canal em períodos chuvosos. A presença de áreas úmidas resultante de inundações periódicas corrobora com Gomes e Magalhães Júnior (2020) quando citam a ocorrência de AUs de áreas inundáveis na bacia do rio Pandeiros, formando verdadeiras lagoas nas margens dos cursos d'água.

As AUs relictuais (5,89 km²) correspondem a feições com tonalidade, textura, estrutura e localização sugestivas de áreas úmidas do tipo veredas, mas que perderam as características que as pudessem ser assim consideradas, como a presença de estratos vegetativos, renques de buritis, etc. (Figura 2), restando em sua maior parte, apenas um solo de característica arenosa. Essas áreas estão distribuídas ao longo da bacia, nos altos cursos de canais encaixados, em braços de veredas bastante impactadas e à montante de algumas veredas.

Sobre a AU artificial, esta possui área de 0,54 km² e sua localização é nas proximidades da pequena central hidrelétrica (PCH Pandeiros) próxima à jusante da bacia. Ao que tudo indica, essa AU foi formada devido ao represamento das águas a partir da instalação da PCH Pandeiros em 1957, atualmente desativada. As AUs na bacia do rio Pandeiros vêm sofrendo vários impactos antrópicos, o que consequentemente afeta as funções desempenhadas por esses ambientes. A abertura de estradas vicinais nas bordas das AUs ou atravessando seu interior são responsáveis por contribuir para o assoreamento e compactação dessas áreas. A presença de moradores que residem dentro do limite das veredas é outro agravante, pois há o despejo de esgotos domésticos e plantio de cultivos no meio da vereda, o que compromete a qualidade de suas águas e a sua função de armazenamento.

As queimadas no período seco, embora não foram aqui mapeadas devido à ausência temporal de imagens de alta resolução espacial, são outro tipo de impacto que atinge as AUs do Pandeiros conforme Neves (2011), fazendo com que o carbono presente nesses ambientes seja liberado para a atmosfera, redução dos espécimes de buritis, alterações climáticas locais/regionais, além de afetar as características dos solos.

Caderno de Geografia (2022) v.32, n.69
ISSN 2318-2962
DOI 10.5752/p.2318-2962.2022v32n.69p.508

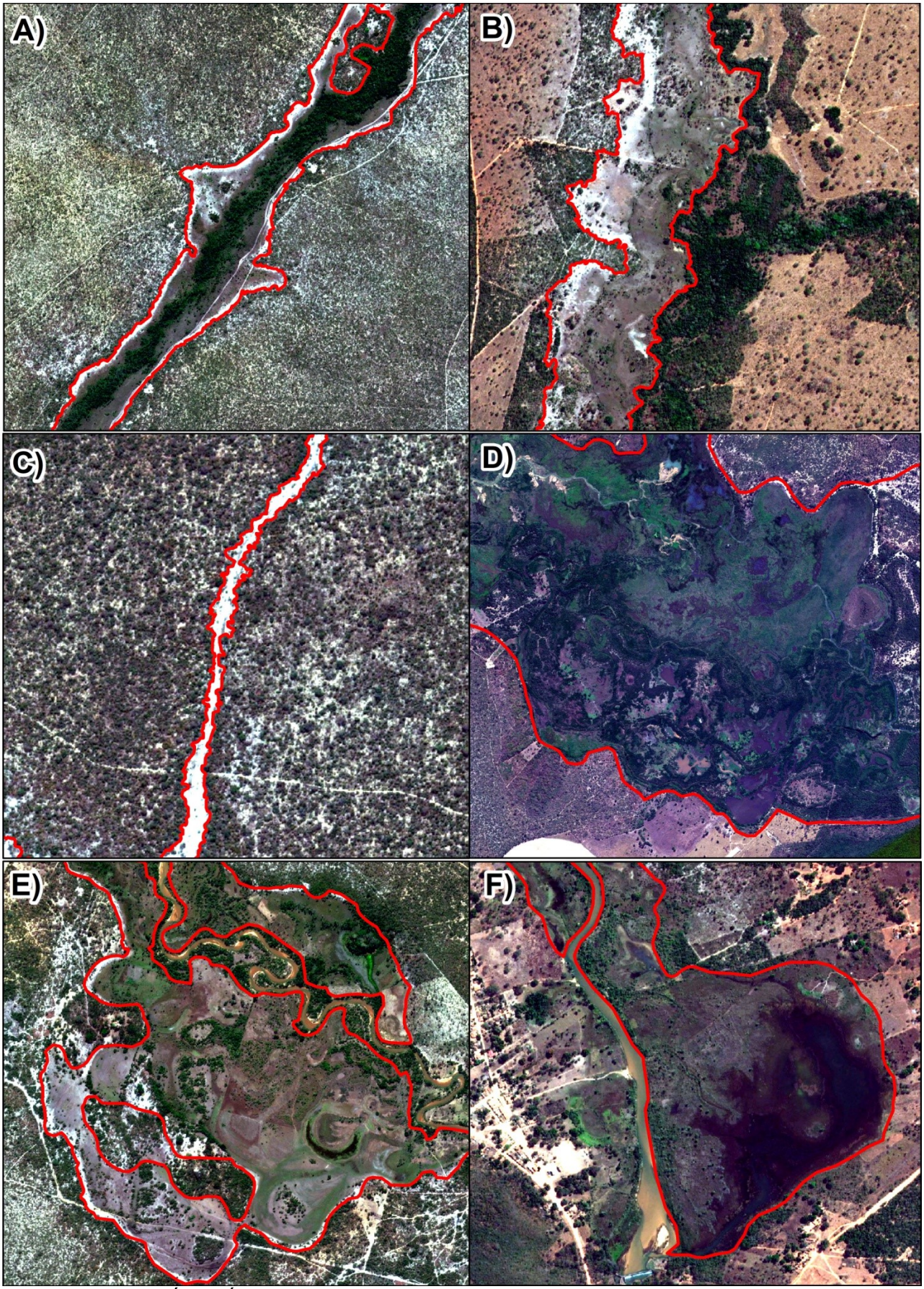

Figura 2 - Tipos de Áreas Úmidas na bacia do Rio Pandeiros – A) Vereda; B) Hidromorfismo no Canal; C) AU Relictual; D) Pântano; E) AU de Áreas Inundáveis; F) AU artificial.
Fonte: Imagens WORLDVIEW-II, 2015. Elaboração: Os Autores, 2021.

Caderno de Geografia (2022) v.32, n.69
ISSN 2318-2962
DOI 10.5752/p.2318-2962.2022v32n.69p.508

A ocorrência de atividades agropecuárias que existem na área desde o seu processo de ocupação, associado aos incentivos fiscais dados pelo Estado na década de 1970 para a expansão das áreas agrícolas contribuiu para degradação das AUs do tipo veredas, principalmente. A plantação de monoculturas de eucalipto e o desmatamento da vegetação para a produção de carvão vegetal foram as principais atividades fomentadas, e que contribuiu, ainda mais, para a abertura de estradas, ocorrência de queimadas, dentre outros impactos.

A implantação da pequena central hidrelétrica (PCH Pandeiros) no baixo curso do Pandeiros, operante entre os anos de 1957 e 2008, embora possa ter contribuído na retenção de sedimentos que atingiria o pântano a jusante, pode ter causado impactos como a alteração da qualidade das águas superficiais, o regime hídrico, o clima local, a biodiversidade, entre outros. Em estudos realizados por Linares e Callisto (2019); Souza et al., (2019) contatou-se a presença de espécies aquáticas invasoras, como a *Corbicula fluminea* e a *Melanoides tuberculata* na parte de jusante do empreendimento, consideradas uma ameaça às espécies nativas.

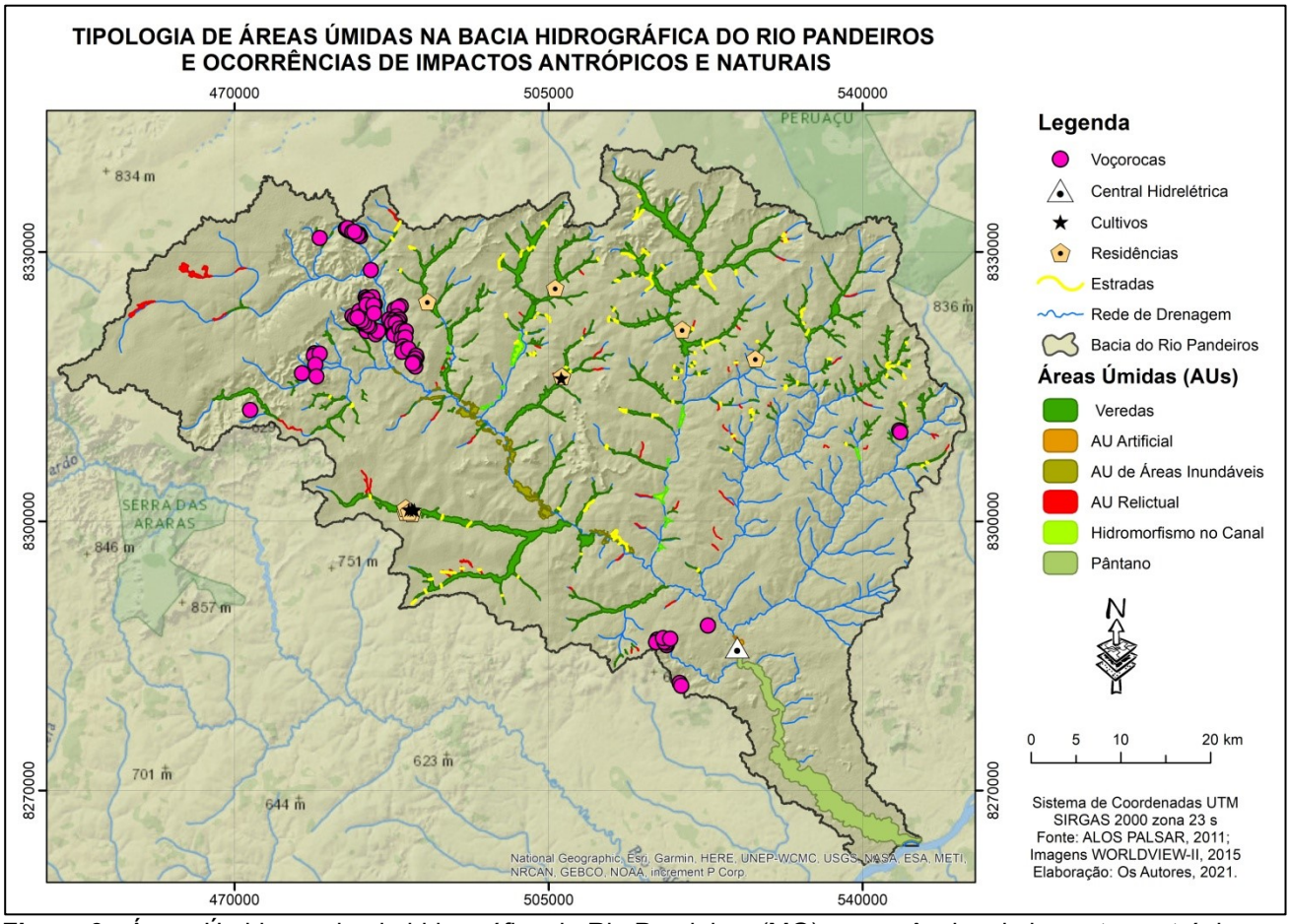

Figura 3 - Áreas Úmidas na bacia hidrográfica do Rio Pandeiros (MG) e ocorrências de impactos antrópicos e naturais
Fonte: ALOS PALSAR, 2011; Imagens WORLDVIEW-II, 2015. Elaboração: Os Autores, 2021.

ISSN 2318-2962
DOI 10.5752/p.2318-2962.2022v32n.69p.508

O estabelecimento dessa área como Unidade de Conservação (UC) do tipo Área de Proteção Ambiental (APA) ocorreu no meio da década de 1990, a partir do decreto 11.901 de 01 de setembro de 1995 e contribuiu para a regeneração da vegetação de cerrado, devido à redução das áreas agrícolas na bacia. Mesmo com a transformação da área em APA, ainda persistem vários conflitos, que de acordo com Bethonico (2009, p. 37) refere-se à "[...] conciliar a preservação do ambiente com a sustentabilidade dos moradores", ou seja, o uso de fato sustentável.

Além dos impactos citados anteriormente, a presença de voçorocas é outro fator que contribui para a degradação das AUs na área de estudo. Essas feições erosivas fazem com que as áreas úmidas dispostas à jusante sejam assoreadas e que suas funções ecológicas sejam perdidas, além do impacto direto nos cursos d'água.

Conforme Lima (2019), o Pandeiros possui em média, cerca de 215 voçorocas, concentradas principalmente na alta e baixa bacia, em que a principal causa do voçorocamento é atribuído principalmente a fatores naturais, como a ocorrência de rupturas de declive (*knickpoints*), embora não seja desconsiderada a influência antrópica.

A Figura 4 apresenta dois locais na bacia do alto Pandeiros que aparentemente eram áreas úmidas, mas que foram descaracterizadas e perderam suas funções por causa do voçorocamento. Ao que tudo indica, as áreas úmidas (A) ocupavam maiores áreas na paisagem, no entanto, a ocorrência de voçorocas (B), proporcionando maiores perdas de sedimentos (C) das partes mais altas da vertente, adentra na área hidromórfica modificando-a, e segue, em direção a baixos gradientes, onde são depositados.

Além da degradação pela ação antrópica, as áreas úmidas do tipo veredas presentes na área de estudo estão passando por um processo de evolução, que se encontra em diferentes estágios, acompanhando a evolução do relevo de chapadas. De acordo com Melo (1992; 2008), Lima e Queiroz Neto (1996) essa evolução ocorre de forma natural, a partir da incisão dos vales e erosão remontante.

O processo de evolução das veredas pode ser visualizado nos aspectos vegetativos, em função da sensibilidade da vegetação às alterações do ambiente (SILVA; MAILLARD, 2011). Na bacia do rio Pandeiros, há a ocorrência de vários tipos de veredas, com heterogeneidade quanto aos estratos vegetais, extensão territorial, localização e umidade. Com base nesses atributos, foi possível identificar na área de estudo, a existência de áreas úmidas de veredas que se encontram em diferentes estágios evolutivos, conhecidas como veredas de nascentes, veredas típicas e veredas de transição.

Caderno de Geografia (2022) v.32, n.69
ISSN 2318-2962
DOI 10.5752/p.2318-2962.2022v32n.69p.508

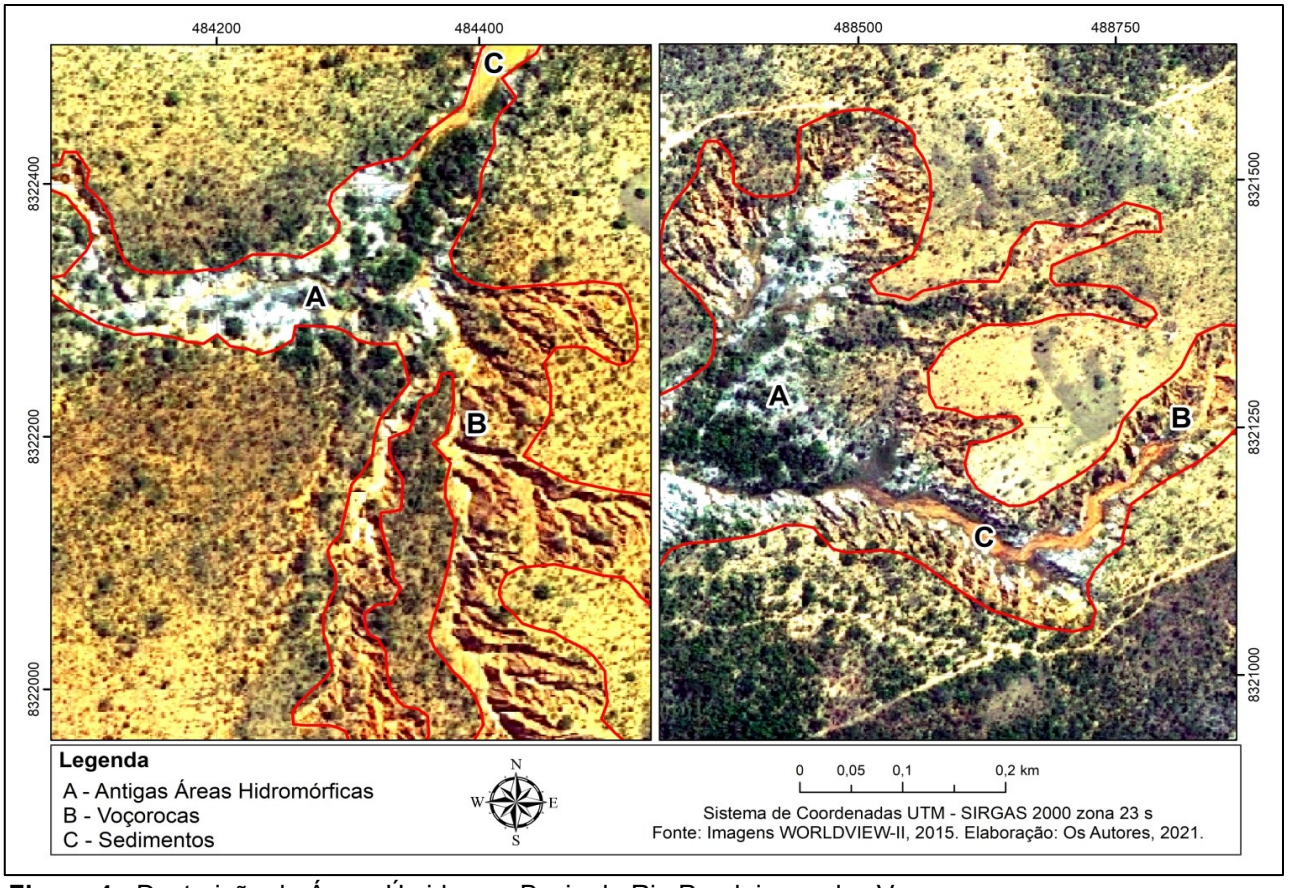

Figura 4 - Destruição de Áreas Úmidas na Bacia do Rio Pandeiros pelas Voçorocas
Fonte: Imagens WORLDVIEW-II, 2015. Elaboração: Os Autores, 2021.

As veredas de nascentes correspondem a um estágio inicial de evolução. A sua localização é nas cabeceiras dos córregos e rios, com predomínio de estratos herbáceo-arbustivo e a ocorrência estreita do estrato arbóreo na parte central, a sua dimensão geralmente é pequena e estreita e a umidade é menor do que aquelas apresentadas pelos estágios subsequentes. Considerando o corte transversal das veredas de nascentes, há a presença de cerrado, estratos arbustivo/herbáceo, arbóreo, arbustivo/herbáceo e cerrado, ou então, cerrado, estratos arbustivo/herbáceo e cerrado.

As veredas típicas representam um estágio intermediário de evolução, em que é possível visualizar claramente os seus limites. A sua localização na paisagem é indeterminada, ou seja, pode ocorrer na alta, média e baixa bacia, sua dimensão espacial é maior, tanto em largura como em extensão, com umidade que evidencia claramente o centro da vereda, podendo em certos trechos visualizar por imagem de satélite, o acúmulo de água. Esse tipo de vereda é marcado por um solo arenoso que separa o cerrado da parte úmida da vereda, que contém em seu interior, estrato herbáceo, arbóreo e herbáceo, com a presença marcante de renques de buritis na parte central.

Caderno de Geografia (2022) v.32, n.69
ISSN 2318-2962
DOI 10.5752/p.2318-2962.2022v32n.69p.508

As veredas de transição compreendem um estágio mais avançado de evolução, em que é possível visualizar a expansão da vegetação de cerrado sentido à vereda. Em determinados trechos ou em grande parte do percurso de algumas veredas, a identificação de seu limite exato por sensoriamento remoto é comprometida, justamente pela aglutinação da vereda com o cerrado *sensu stricto* - (Figura 5). Essas áreas estão localizadas no alto curso de canais encaixados, principalmente em áreas do médio curso dos tributários do Pandeiros.

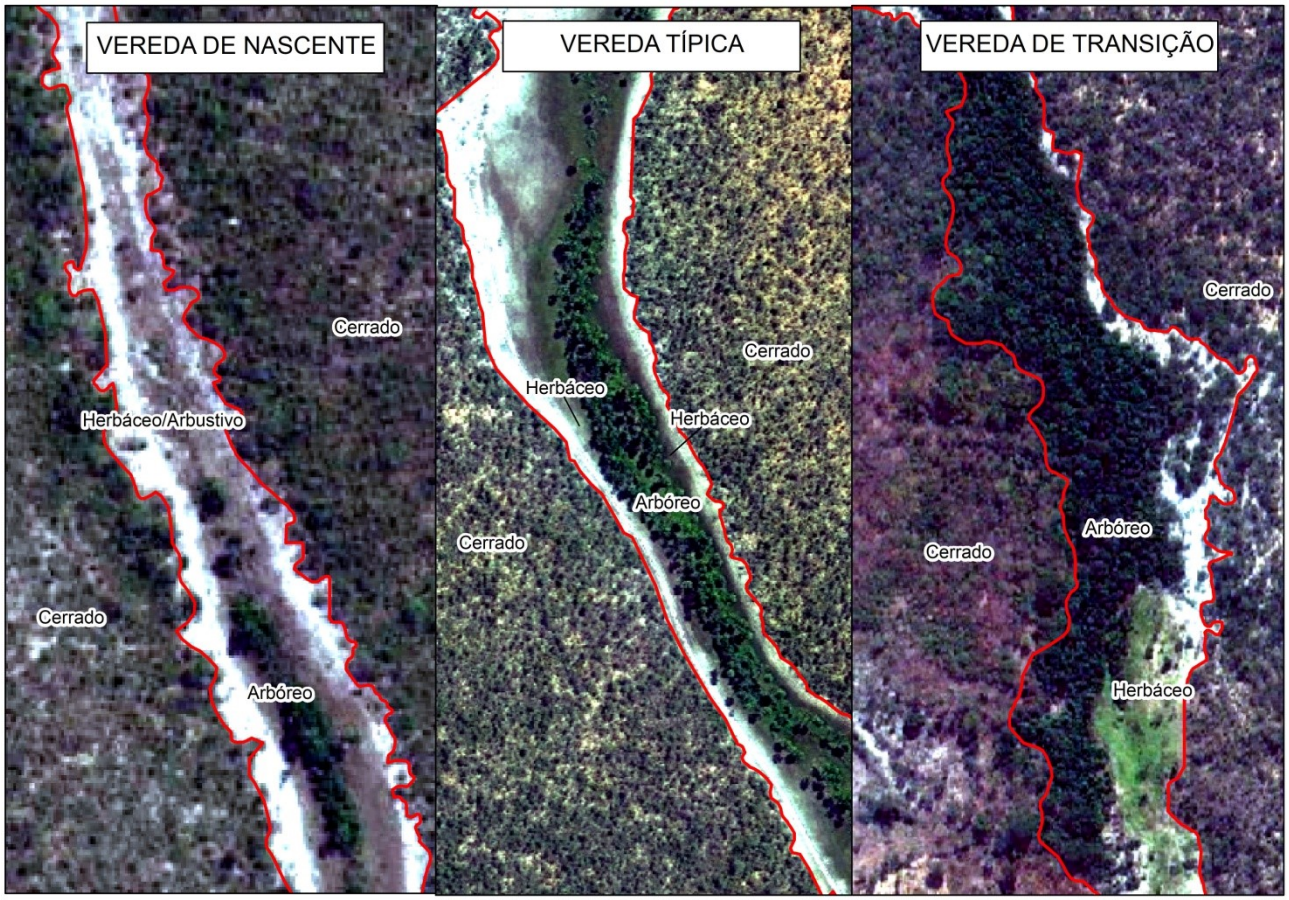

Figura 5 - Diferentes estágios evolutivos das veredas na área de estudo
Fonte: Imagens WORLDVIEW-II, 2015. Elaboração: Os Autores, 2021.

A determinação das tipologias (nascente, típica, transição) pode ser visualizada ao longo de toda a vereda ou apenas em trechos específicos. Há veredas que contemplam dois ou três desses estágios, como estágio inicial no alto curso, intermediário ou avançado no médio/baixo curso, avançado no alto curso e intermediário no baixo curso, e assim por diante.

ISSN 2318-2962
DOI 10.5752/p.2318-2962.2022v32n.69p.508

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base em imagens de alta resolução espacial foi possível identificar e delimitar as áreas úmidas do tipo pântano, vereda, hidromorfismo no canal, AUs relictuais, AU artificial e AUs de áreas inundáveis. Cada tipo de área úmida possui suas especificidades que as tornam um ambiente ímpar e de múltiplas funcionalidades. No entanto, esses ambientes são sensíveis a alterações do ambiente, causados pela ação antrópica ou pelo processo natural de evolução do relevo de chapadas.

As queimadas, abertura de estradas, cultivos e presença de residências dentro dos limites das áreas úmidas são exemplos de degradação dessas áreas pela ação do homem. A incisão dos vales e a erosão remontante, fornecem um incremento de energia ao sistema, contudo é um processo natural de evolução das paisagens e que leva a substituição das áreas úmidas do tipo veredas por outras fitofisionomias, como as matas ciliares. A presença de voçorocas na bacia do alto Pandeiros, hidromorfismo no baixo curso de seus tributários e solos paleo-hidromórficos à montante de canais encaixados são registros do processo evolutivo desses ambientes.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Laboratório de Geoprocessamento da Universidade Estadual de Montes Claros (Unimontes) pela concessão das imagens *WorldView-II*. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pela bolsa de doutorado.

REFERÊNCIAS

BETHONICO, M. B. M. Rio Pandeiros: território e história de uma Área de Proteção Ambiental no Norte de Minas Gerais. **Revista Acta Geográfica,** n. 5, p. 23-38, 2009.

BORGES, M. G. **Fitofisionomias do Cerrado e as áreas potenciais de ocorrência do pequizeiro (*Caryocar brasiliense*) e buritizeiro (*Mauritia flexuosa*) no Norte de Minas Gerais**. 2018. 109 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Estadual de Montes Claros, Montes Claros, 2018.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012.** Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília - DF, 2012.

CPRM. SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. 2009. Disponível em: http://www.cprm.gov.br/. Acesso em: 4 Mar. 2021.

FERREIRA, I. M.; TROPPMAIR, H. Aspectos do Cerrado: análise comparativa espacial e temporal dos impactos no subsistema de veredas do Chapadão de Catalão (GO). In: GERARDI, L. H. de O.; LOMBARD, M. A. (Orgs.). **Sociedade e Natureza na visão da Geografia,** Rio Claro: UNESP, 2004. p.135-152.

GOMES, C. S.; MAGALHÃES JÚNIOR. A. P. Classes hidrogeomorfológicas de áreas úmidas em Minas Gerais. **Revista Brasileira de Geomorfologia,** São Paulo, v. 21, n. 2, p. 313-327, 2020.

HAIGH, M.; KILMARTIN, M. P. Hydrology of disturbed peat-land, heads of the Valleys, Wales. In: KRECEK, J.; HAIGH, M. (Orgs.). **Environmental Role of Wetlands in Headwaters.** Marienbad, Czech Republic, p.95-106, 2006.

HAIGH, M.; KRECEK, J. Conclusion – wetlands in context. In: KRECEK, J.; HAIGH, M. (ORGs). **Environmental Role of Wetlands in Headwaters.** Marienbad, Czech Republic, 2006. p.313-338.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2010. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/. Acesso em: 8 jan. 2021.

KRECEK, J.; HAIGH, M. J. Headwater wetlands. In: KRECEK, J.; HAIGH, M. (ORGs). **Environmental Role of Wetlands in Headwaters,** Marienbad, Czech Republic, 2006. p.95-106.

LIMA, A. C. P. **Análise da distribuição espacial de voçorocas em domínio de rochas siliciclásticas:** bacia do rio Pandeiros-MG. 2019. 99 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2019.

LIMA, S. do, C.; QUEIROZ NETO, J. P. de. As veredas e a evolução do relevo. **Revista Sociedade & Natureza,** Uberlândia, v. 8, n. 15, 1996.

LINARES, M. S.; CALLISTO, M. Pequena Central Hidrelétrica de Pandeiros e seu efeito sobre moluscos aquáticos invasores. **MG BIOTA,** Belo Horizonte, v. 12, n. 1, 2019.

MELO, D. R. **As veredas nos planaltos do noroeste mineiro, caracterizações pedológicas e os aspectos morfológicos e evolutivos**. 1992. 218 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Estadual de São Paulo, Rio Claro, 1992.

_____. **Evolução das veredas sob aspectos ambientais nos geossistemas planaltos de Buritizeiro/MG.** 2008. 341 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

MINAS GERAIS. **Lei nº 9.682 de 12 de outubro de 1988.** Declara de interesse comum e de preservação permanente os ecossistemas das veredas no Estado de Minas Gerais. Diário do Executivo, Belo Horizonte - MG, 1988.

MINAS GERAIS. **Decreto nº 43.910 de 05 de novembro de 2004.** Cria o Refúgio Estadual de Vida Silvestre do Rio Pandeiros no Município de Januária. Diário do Executivo, Belo Horizonte – MG, 2004.

NEVES, W. V. **Avaliação da vazão em bacias hidrográficas com veredas em diferentes estádios de conservação, na APA do rio Pandeiros - MG**. 2011. 58 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal de Minas Gerais, Montes Claros, 2011.

NUNES, Y. R. F.; AZEVEDO, I. F. P.; NEVES, W. V.; VELOSO, M. D. M.; SOUZA, R. A.; FERNANDES, G. W. Pandeiros: O Pantanal Mineiro. **MG Biota,** Belo Horizonte, v. 2, n. 2, 2009.

OLIVEIRA, D. A.; AUGUSTIN, C. H. R. R.; FONSECA, B. M. Proposta de mapeamento e delimitação dos domínios geomorfológicos da bacia hidrográfica do rio Pandeiros-MG. PEREZ FILHO, A.; AMORIM, R. R. (ORGs). **Os desafios da geografia física na fronteira do conhecimento.** Campinas: UNICAMP, 2017.

PANIZZA, A. de C.; FONSECA, F. P. Técnicas de Interpretação Visual de imagens. **Revista GEOUSP - Espaço e Tempo,** São Paulo, v. 15, n. 3, p. 30-43, 2011.

RODRIGUES, B. H. M.; AUGUSTIN, C. H. R. R. Análise das condições geomorfológicas associadas à ocorrência de veredas no norte de Minas Gerais. In: SIMPOSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA. 9., 2012, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: UFRJ, p. 1-19.

SILVA, T. A.; MAILLARD, P. Delimitação, caracterização e tipologia das veredas do Parque Estadual Veredas do Peruaçu. **Geografias,** Belo Horizonte, v. 7, n. 2, p. 24-39, 2011.

SOUZA, R. C. R. de.; BUENO, M. L.; RUFINO, M. S.; MOREIRA, M. F.; POMPEU, P. S. Ampliando o conhecimento sobre os peixes do rio Pandeiros. **MG BIOTA,** Belo Horizonte, v. 12, n. 1, 2019.

Recebido: 20.09.2021
Aceito: 04.03.2022