

**VEREDAS DO NORTE DE MINAS GERAIS:  
IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO POR MEIO  
DO SENSORIAMENTO REMOTO**

**PATHS OF NORTH OF MINAS GERAIS: IDENTIFICATION  
AND CHARACTERIZATION THROUGH REMOTE  
SENSING**

**VEREDAS DEL NORTE DE MINAS GERAIS:  
IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN POR MEDIO DE  
LA SENSACIÓN REMOTA**

DOI 10.33360/RGN.2318-2695.2021.il.p.44-59

**Mariley Gonçalves Borges**

Mestrado pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGEO) da Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES)

E-mail: [marileigoncalvesborges@gmail.com](mailto:marileigoncalvesborges@gmail.com)

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5845-1539>

**Yule Roberta Ferreira Nunes**

Professora do Departamento de Biologia Geral da Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES)

Professora do Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia da Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES)

E-mail: [yule.rfnunes@gmail.com](mailto:yule.rfnunes@gmail.com)

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3328-7506>

**Marcos Esdras Leite**

Professor do Departamento de Geociências da Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES)

Professor do Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGEO) da Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES)

E-mail: [marcosesdrasleite@gmail.com](mailto:marcosesdrasleite@gmail.com)

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9020-6445>

**RESUMO**

As áreas úmidas do tipo veredas contribuem na manutenção da biodiversidade do Cerrado, na regulação dos regimes fluviais e no estoque de carbono. Estes ambientes são considerados como APPs, no entanto, no Norte de Minas Gerais, vem sendo alterados em função das ações antrópicas. O monitoramento ambiental por meio do sensoriamento remoto é uma ferramenta que pode auxiliar na conservação dessas áreas, pois permite a obtenção de informações dos elementos da superfície terrestre de forma rápida e constante. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi analisar a ocorrência das veredas no Norte de Minas Gerais a partir de imagens orbitais. Justifica-se pela ausência de dados oficiais relativos à sua localização, de maneira que possibilite o monitoramento ambiental dessas áreas. A metodologia utilizada consistiu no mapeamento manual e supervisionado das veredas por meio das imagens Landsat-8 e WorldView-II, interseção com os elementos do meio físico e a geração da densidade de Kernel. Como resultado, constatou-se que a baixa resolução espacial das imagens de satélite impede a identificação de veredas pequenas e estreitas da região, com diferença aproximada de 15% entre os mapeamentos. A localização das veredas concentra-se na margem esquerda do rio São Francisco, sobre superfícies aplanadas ainda conservadas do Cerrado.

**Palavras-chave:** Monitoramento Ambiental; Cerrado; Áreas Úmidas.

**ABSTRACT**

Wetlands of type paths contribute to the maintenance of the Cerrado biodiversity, to the regulation of river regimes and to the carbon stock. These environments are considered as APPs, however, in the North of



Minas Gerais, they have been altered due to anthropic actions. Environmental monitoring by means of remote sensing is a tool that can assist in the conservation of these areas, as it allows obtaining information on the elements of the earth's surface quickly and steadily. In this sense, the objective of this work was to analyze the occurrence of footpaths in the North of Minas Gerais using orbital images. It is justified by the absence of official data related to its location, in a way that allows the environmental monitoring of these areas. The methodology used consisted of manual and supervised mapping of paths through the Landsat-8 and WorldView-II images, intersection with the elements of the physical environment and the generation of the kernel density. As a result, it was found that the low spatial resolution of satellite images prevents the identification of small and narrow paths in the region, with an approximate difference of 15% between the mappings. The location of the paths is concentrated on the left bank of the São Francisco River, on level surfaces still conserved in the Cerrado.

**Keywords:** Environmental Monitoring; Cerrado; Wetlands.

## RESUMEN

Las áreas húmedas como las veredas contribuyen al mantenimiento de la biodiversidad del Cerrado, a la regulación de los regímenes fluviales y al stock de carbono. Estos ambientes son considerados como APPs, sin embargo, en el Norte de Minas Gerais, han sido alterados por acciones antrópicas. El monitoreo ambiental por medio de la teledetección es una herramienta que puede ayudar en la conservación de estas áreas, ya que permite obtener información sobre los elementos de la superficie terrestre de manera rápida y constante. En este sentido, el objetivo de este trabajo fue analizar la ocurrencia de las veredas en el Norte de Minas Gerais utilizando imágenes orbitales. Se justifica por la ausencia de datos oficiales relacionados con su ubicación, de forma que permita el seguimiento ambiental de estas áreas. La metodología utilizada consistió en mapeo manual y supervisado de las veredas a través de las imágenes Landsat-8 y WorldView-II, intersección con los elementos del entorno físico y la generación de la densidad del kernel. Como resultado, se encontró que la baja resolución espacial de las imágenes de satélite impide la identificación de veredas pequeños y estrechos en la región, con una diferencia aproximada del 15% entre los mapeos. La ubicación de las veredas se concentra en la margen izquierda del río São Francisco, sobre superficies planas que aún se conservan en el Cerrado.

**Palabras-clave:** Monitoreo Ambiental; Cerrado; Humedales.

## 1. INTRODUÇÃO

As veredas são um tipo de área úmida (*wetland*) que se encontram inseridas sobre as superfícies aplanadas do Cerrado brasileiro. Esses ambientes são responsáveis por manter os regimes fluviais e a qualidade das águas dos rios, comportar diversas espécies vegetais e animais, além de regular as mudanças climáticas devido o sequestro de carbono (BRIDON et al., 2006; HAIGH e KILMARTIN, 2006; MELO 2008).

Na literatura, as veredas são definidas como uma fitofisionomia do bioma Cerrado, composta pelos estratos arbóreo/arbustivo e herbáceo, cuja principal característica é a presença da palmeira buriti (*Mauritia flexuosa*) (RIBEIRO e WALTER, 1998). Seus solos são considerados orgânicos, hidromórficos e ácidos, cuja disposição ao longo da vereda dependem do comportamento do lençol freático. A parte superior das veredas geralmente é composta pelo lençol freático mais profundo, nesse caso encontram-se os Gleissolos Melânicos e Háplicos, e em sua parte inferior, o lençol freático aflora, compreendendo os Organossolos (RAMOS et al., 2006).



Os fatores que condicionam a ocorrência dos ambientes de vereda estão associados à presença de litologias sedimentares, superfícies planas que permitam o armazenamento das águas pluviais, a permeabilidade dos solos e o fluxo lento das águas (BOAVENTURA, 1981; MELO, 2008).

Devido à contribuição socioambiental que desempenham, no estado de Minas Gerais, esses ambientes são reconhecidos pela lei nº 9.682, de 12 de outubro de 1988 e pelo Código Florestal Brasileiro (Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012) como Área de Preservação Permanente - APP (MINAS GERAIS, 1988; BRASIL, 2012). As referidas leis visam proteger as veredas e suas faixas marginais (30-50m) de impactos antrópicos que possam modificar as características de sua ocorrência.

Embora sejam protegidos por leis, esses ambientes vêm sendo alterados devido ao desmatamento para a implantação de atividades agropecuárias e silviculturais, presença de incêndios naturais e criminosos, barramento da drenagem, captação d'água para irrigação de cultivos, deposição de lixo e esgotos, compactação dos solos, atividades extrativas sem uma organização estrutural, dentre outros (BOAVENTURA, 1981; BAHIA et al., 2009; NUNES et al., 2009). Esses impactos afetam diretamente as veredas e são responsáveis, juntamente com a incisão fluvial e dissecação dos relevos, por modificar os atributos físico-químicos de suas águas, além de sua morfologia (MELO, 2008).

Diante do exposto, ressalta-se a necessidade de identificação e monitoramento constante dessas áreas, haja vista que possibilita sua proteção e a efetividade das suas funções ambientais e sociais. Nesse contexto, o sensoriamento remoto é uma ferramenta que apresenta contribuições significativas às análises ambientais, proporcionando sua identificação, delimitação e monitoramento, por meio de atributos espaciais e espectrais da imagem.

O sensoriamento remoto aplicado no monitoramento ambiental está correlacionado ao comportamento espectral de elementos da superfície terrestre (vegetação, água, solo, etc.) no espectro eletromagnético (PONZONI et al., 2012). Em função de suas características, a reflectância dos elementos varia conforme os comprimentos de onda, em que as imagens de satélite são compostas (ROSA, 2009).

A utilização do sensoriamento remoto no mapeamento das áreas de veredas e demais sistemas úmidos podem ser vistos nos estudos de Maillard et al., (2009); França e Sano (2011); Almeida (2016); Silva et al., (2018), dentre outros. As dificuldades de mapeamento notadas por meios desses trabalhos estão relacionadas à resolução espacial das imagens de satélite, ausência de dados da localização geográfica das veredas e a sazonalidade climática.



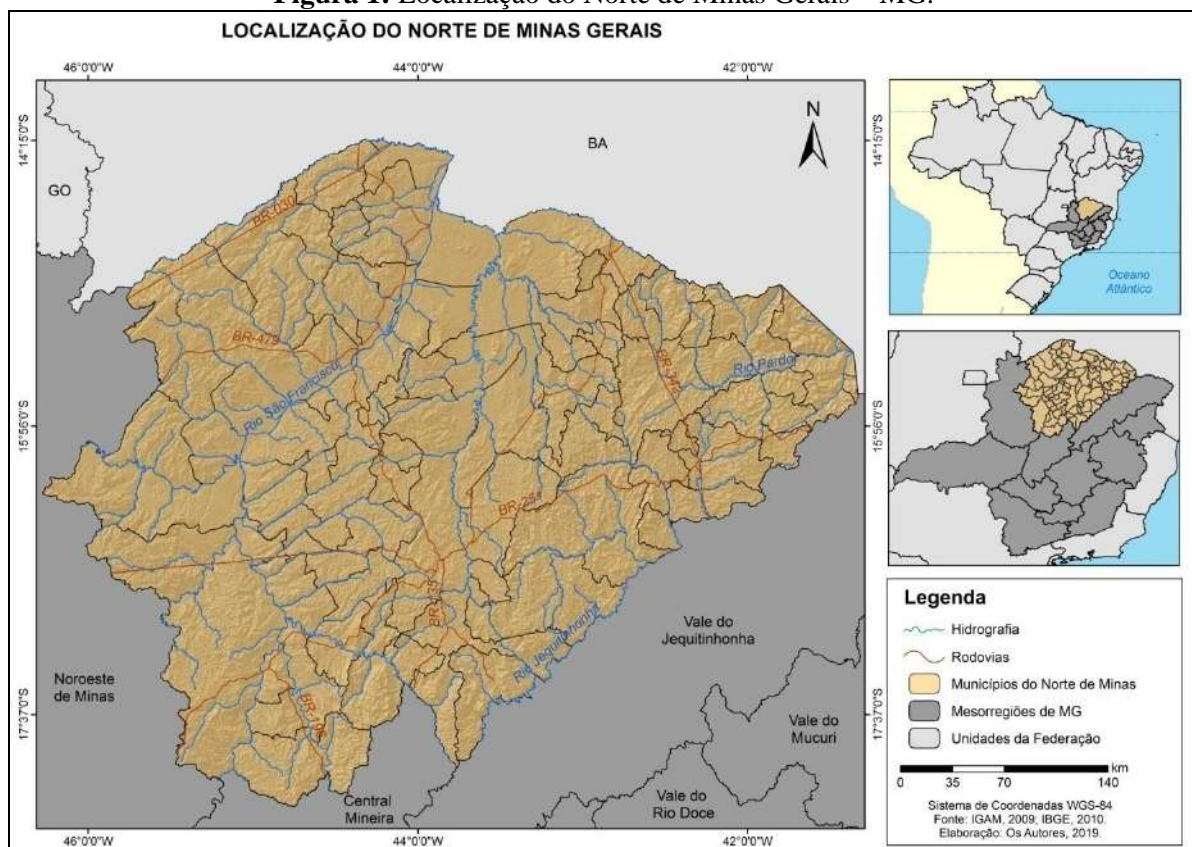
O objetivo deste trabalho foi analisar a ocorrência das veredas no Norte de Minas Gerais. Para tanto, usou-se imagens de satélites do ano de 2015. Essa pesquisa justificou-se pela escassez de dados sistemáticos e oficiais sobre a localização das veredas em todo o Norte de Minas Gerais, além disso, é necessário identificar as características desses ambientes, contribuindo para o monitoramento e para a conservação dessas áreas.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo localiza-se no norte do estado de Minas Gerais, conforme a figura 1, sendo composta por 89 municípios distribuídos em 7 microrregiões geográficas (Salinas, Grão Mogol, Januária, Janaúba, Montes Claros, Bocaiúva e Pirapora). A região abrange três principais bacias hidrográficas, a do Rio São Francisco, Rio Pardo e do Rio Jequitinhonha (IBGE, 2010).

**Figura 1:** Localização do Norte de Minas Gerais – MG.



Fonte: IGAM, 2009; IBGE, 2010. Elaboração: Os autores, 2019.

O Norte de Minas está composto por áreas dos biomas Cerrado, Mata Atlântica e Caatinga, e apresenta em seu território cerca de 19 Unidades de Conservação (UCs) correspondentes à Reservas de Desenvolvimento Sustentável, Reservas Biológicas, Áreas de Proteção Ambiental, Parques



Nacionais e Estaduais (IBGE, 2004). Os tipos climáticos da área são semiúmidos e semiáridos, com média de 4 a 6 meses secos durante o ano (IBGE, 2010).

## 2.2 PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS

A fim de cumprir o objetivo proposto, o primeiro procedimento efetuado foi uma revisão teórica sobre veredas, monitoramento ambiental e sensoriamento remoto. Em seguida, obtiveram-se as seguintes bases de dados:

❖ Imagens do sensor OLI a bordo do satélite Landsat-8 (2015) de 30 metros de resolução espacial, obtidas por meio da plataforma da *United States Geological Survey (USGS)*. As imagens correspondem a órbita/ponto 217/71-72, 218/70-71-72, 219/70-71-72 e 220/70-71. As bandas utilizadas referem-se ao Azul (0.45 - 0.51  $\mu\text{m}$ ), Verde (0.53 - 0.59  $\mu\text{m}$ ), Vermelho (0.64 - 0.67  $\mu\text{m}$ ), Infravermelho Próximo (0.85 - 0.88  $\mu\text{m}$ ) e Infravermelho Médio (1.57 - 1.65  $\mu\text{m}$ );

❖ Imagens do satélite *WorldView-II* (2015) de 1,20 metros de resolução espacial, concedidas pelo Laboratório de Geoprocessamento da Universidade Estadual de Montes Claros (Unimontes);

❖ Modelo Digital de Elevação (MDE) de 30 metros de resolução espacial, proveniente da missão *Shuttle Radar Topography Mission (SRTM)*, disponibilizadas pela *United States Geological Survey (USGS)*;

❖ Base vetorial referente aos limites das unidades federativas, mesorregiões de Minas Gerais, municípios da mesorregião Norte de Minas e da malha rodoviária, através do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE);

❖ Base vetorial da rede hidrográfica da área de estudo por meio do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM);

❖ Base das variáveis físicas (pedologia, geomorfologia e litologia) através do Serviço Geológico do Brasil (CPRM).

No mapeamento das veredas foi utilizado somente as imagens Landsat-8 e *WorldView-II*, as demais imagens/bases serviram apenas para a sobreposição de camadas, de forma que tornasse possível a caracterização do seu ambiente de ocorrência.

Para dar início ao mapeamento, foram feitas a composição espectral de imagens, utilizando as bandas do Infravermelho Médio, Infravermelho Próximo e do Vermelho (RGB 6/5/4) do Landsat-8, o mosaico das cenas e a interpretação visual de imagens com base em atributos espaciais e espectrais da imagem (forma, localização, tonalidade e estrutura). Em seguida, deu-se início ao



processo de coleta das amostras da reflectância espectral das imagens, a fim de realizar a classificação supervisionada com o algoritmo da máxima verossimilhança (Maxver).

O Maxver é um classificador baseado na análise espectral de cada pixel da imagem e a partir das amostras de treinamento fornecidas, o algoritmo identifica as áreas iguais ou similares a aqueles valores (COSTA et al., 2016). A escolha por esse classificador justifica-se em função da possibilidade de seleção das amostras representativas das áreas de veredas, o que possibilita a supervisão do mapeamento. Como é uma classificação que depende da escolha do analista, se forem fornecidas amostras que não correspondem a determinada classe, o dado final será inconsistente. O Maxver é bastante utilizado na literatura e tem apresentado resultados satisfatórios, principalmente em classificações de uso e cobertura do solo, conforme apresentado nos trabalhos de Moreira et al. (2014), Costa et al. (2016) e Silveira et al. (2020).

A identificação e delimitação das veredas na imagem Landsat-8 apresentaram restrições devido à escala das imagens, uma vez que há veredas que possuem os estratos arbóreo-arbustivo e herbáceo em áreas menores que um pixel (30 x 30 metros). Desta forma, somente a resposta de um elemento é predominante, ou seja, há casos em que a resposta espectral é somente do estrato herbáceo ou vice-versa. Portanto, a delimitação final das veredas do Norte de Minas Gerais foi realizada manualmente, tendo como base as imagens *WorldView-II* (2015) de 1,20 metros de resolução espacial. Em função do uso de imagens de alta resolução e de trabalhos que pontuaram a localização de algumas veredas da região, como Scolforo (2006), IBGE (2010) e Neves (2011) não foram realizados trabalhos de campo na área de estudo.

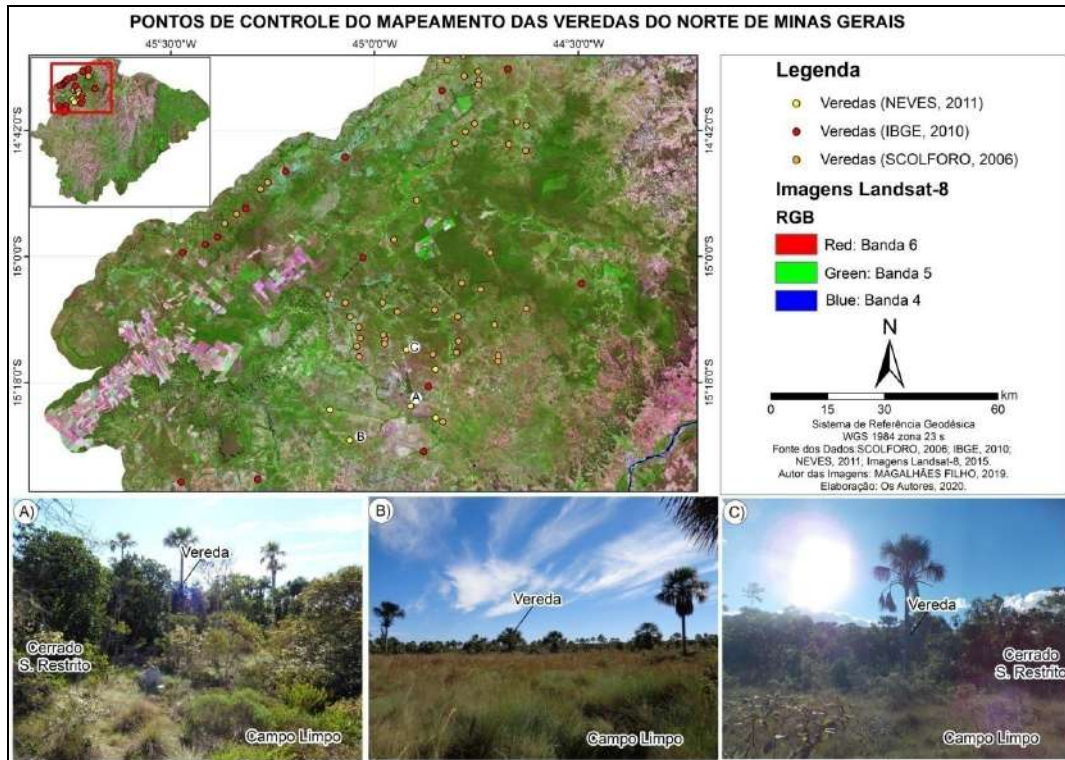
As características das veredas apresentadas em ambas as imagens de satélite são: estrutura retilínea e/ou com poucas curvaturas, localização sobre superfícies aplanadas e nas proximidades dos canais fluviais, estratos arbóreo-arbustivo e herbáceo, e transição com fitofisionomias de Cerrado como o cerrado sentido restrito, campo limpo e o cerradão.

A fim de auxiliar na identificação das áreas de veredas no Norte de Minas Gerais usaram-se como pontos de controle os dados gerados por Scolforo (2006), IBGE (2010) e Neves (2011). Esses dados pontuais estão localizados principalmente na bacia do rio Pandeiros, situada na porção oeste da região (Figura 2). Ressalta-se que os pontos de localização serviram como base no mapeamento das veredas, embora não tenha ficado restrito apenas a essas áreas.

Após a identificação das veredas na imagem de satélite, o próximo passo consistiu na criação de máscaras correspondente à sua ocorrência. Essa etapa foi importante, pois minimizou a área utilizada para a classificação supervisionada, e dessa forma, os usos do solo que tivessem resposta espectral similar às veredas, não foram computados, pois retirou-os por meio das máscaras.



**Figura 2:** Pontos de Controle do Mapeamento das Veredas no Norte de Minas Gerais.



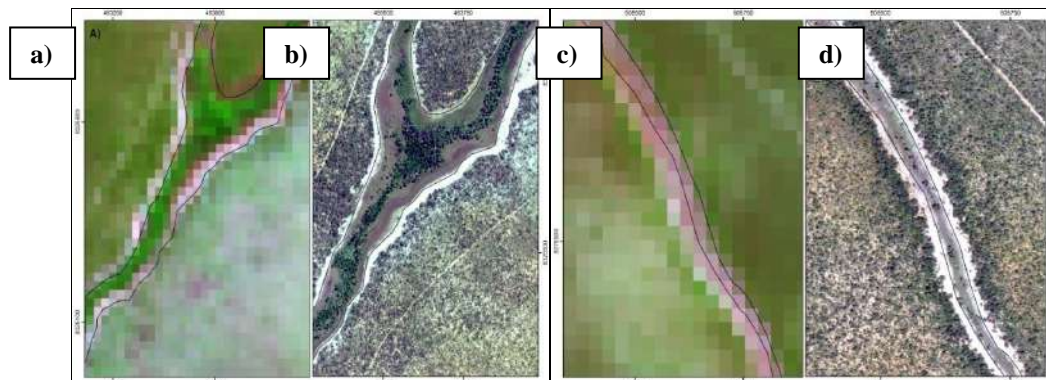
Fonte: SCOLFORO, 2006; IBGE, 2010; NEVES, 2011; Imagens LANDSAT-8, 2015.

Autor das Imagens: MAGALHÃES FILHO, 2019.

Elaboração: Os Autores, 2020.

A figura 3 apresenta a delimitação de duas veredas no Norte de Minas Gerais e demonstra a diferença entre a resolução espacial das imagens Landsat-8 (A e C) das imagens *WorldView-II* (B e D) em seu traçado. Conforme a dimensão da vereda, utilizando somente imagens Landsat-8, não é possível identificá-la, logo, impede sua delimitação.

**Figura 3:** Imagens Landsat-8 (a e c) e WorldView-II (b e d) de Veredas do Norte de Minas Gerais.



Fonte: Imagens LANDSAT-8, 2015;

Imagens WORLDVIEW-II, 2015.



Por último, gerou-se a densidade das veredas no Norte de Minas Gerais, usando o estimador de intensidade Kernel (*Kernel Density*), uma técnica geoestatística que permite obter dados de densidade por meio da interpolação espacial, sua função baseia-se principalmente na ponderação de dados vizinhos (KAWAMOTO, 2012). A escolha pelo estimador Kernel em detrimento dos demais, foi devido ser um método simples e não-paramétrico, que permitiu a localização das áreas de maior intensidade das veredas na região. As vantagens da utilização do Kernel são: a suavização de áreas e a análise para diferentes recortes espaciais. Quanto às desvantagens, há a dependência do raio a ser utilizado e o nível de suavidade, o que pode mascarar os dados.

Na literatura, o kernel tem sido aplicado na análise espacial dos conflitos de arborização de vias públicas (MAYER et al., 2015), identificação de áreas suscetíveis a riscos hidrológicos (ROCHA; FERNANDES, 2014), localização de incêndios (WEBER; WOLLMANN, 2016) e mapeamento da dissecação dos relevos (SAMPAIO e AUGUSTIN, 2014).

Na confecção do mapa de kernel foram testados vários valores para o raio de influência, sendo que o valor de 7.000 m foi o escolhido, pois apresentou resposta satisfatória na representação da intensidade da localização das veredas na região. O produto gerado foi classificado em 5 classes de densidade (muito baixa, baixa, moderada, alta e muito alta).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O mapeamento realizado a partir das imagens Landsat-8 identificou 159 veredas em dezenove municípios norte-mineiros, com uma área total de 197,7 km<sup>2</sup>. Quanto ao mapeamento realizado com as imagens *WorldView-II*, foram identificadas 436 veredas em vinte e cinco municípios da região, totalizando 233,6 km<sup>2</sup>. A diferença entre os dois mapeamentos corresponde a 36 km<sup>2</sup>, ou seja, 15,4% a mais de área de veredas.

Essa distinção entre o número e a área total deve-se a existência de veredas estreitas e pequenas na região, e com a baixa resolução espacial das imagens de satélite não tornaram possíveis a sua identificação. Como comprovação disso, o município de Buritizeiro possui o maior número de veredas (90), porém não apresenta a maior área (12,5 km<sup>2</sup>), enquanto o município de Januária possui menor quantidade (57) e maior área total (49,4 km<sup>2</sup>).

Tendo como produto final o mapeamento realizado com as imagens *WorldView* por ser mais detalhado, ou seja, em maior escala, constatou-se que no Norte de Minas Gerais, o número mais elevado de veredas é encontrado nos municípios de Buritizeiro (90), Bonito de Minas (87), Januária (57), Chapada Gaúcha (43) e Cônego Marinho (35). Sendo os municípios de Bonito de Minas (70,7



km<sup>2</sup>) e Januária (49,4 km<sup>2</sup>) os que comportam as maiores áreas, conforme a tabela 1. Em 64 municípios da região não há veredas, o que possivelmente pode estar associado aos aspectos do meio físico (relevo, solo, vegetação, etc.) que não favorecem a sua ocorrência. Há também aqueles municípios que apresentam apenas uma vereda em seu território, como os casos de Miravânia, Japonvar, Claro dos Porções e Várzea da Palma.

**Tabela 1:** Quantidade e superfície de Veredas por Municípios do Norte de Minas Gerais.

Municípios	WorldView		Landsat		Municípios	WorldView		Landsat	
	Nº	Área (km <sup>2</sup> )	Nº	Área (km <sup>2</sup> )		Nº	Área (km <sup>2</sup> )	Nº	Área (km <sup>2</sup> )
Buritizeiro	90	12,6	15	8,5	Rio Pardo de Minas	3	1,9	3	1,9
Bonito de Minas	87	70,7	40	66,1	Mirabela	3	1,2	-	-
Januária	57	49,4	22	44,2	Botumirim	3	2,2	3	2,2
Chapada Gaúcha	43	35,5	33	33,9	Montezuma	3	2,7	3	2,7
Cônego Marinho	35	6,0	2	2,6	Patis	3	0,9	-	-
Urucuia	26	18,1	11	14,9	Pintópolis	3	0,4	1	0,1
Montalvânia	19	3,5	6	2,9	Lassance	2	0,9	1	0,8
São Romão	18	9,1	2	6,5	Ponto Chique	2	0,1	-	-
Grão Mogol	9	4,4	9	4,4	Miravânia	1	0,2	-	-
São João da Ponte	9	2,4	2	0,9	Japonvar	1	0,04	-	-
Santa Fé de Minas	8	6,3	1	1,8	Claro dos Porções	1	1,5	1	1,2
São Francisco	6	1,6	-	-	Várzea da Palma	1	1,1	1	1,1
Gameleiras	3	0,9	3	1	-	-	-	-	

Fonte: IBGE, 2010; Imagens LANDSAT-8, 2015;

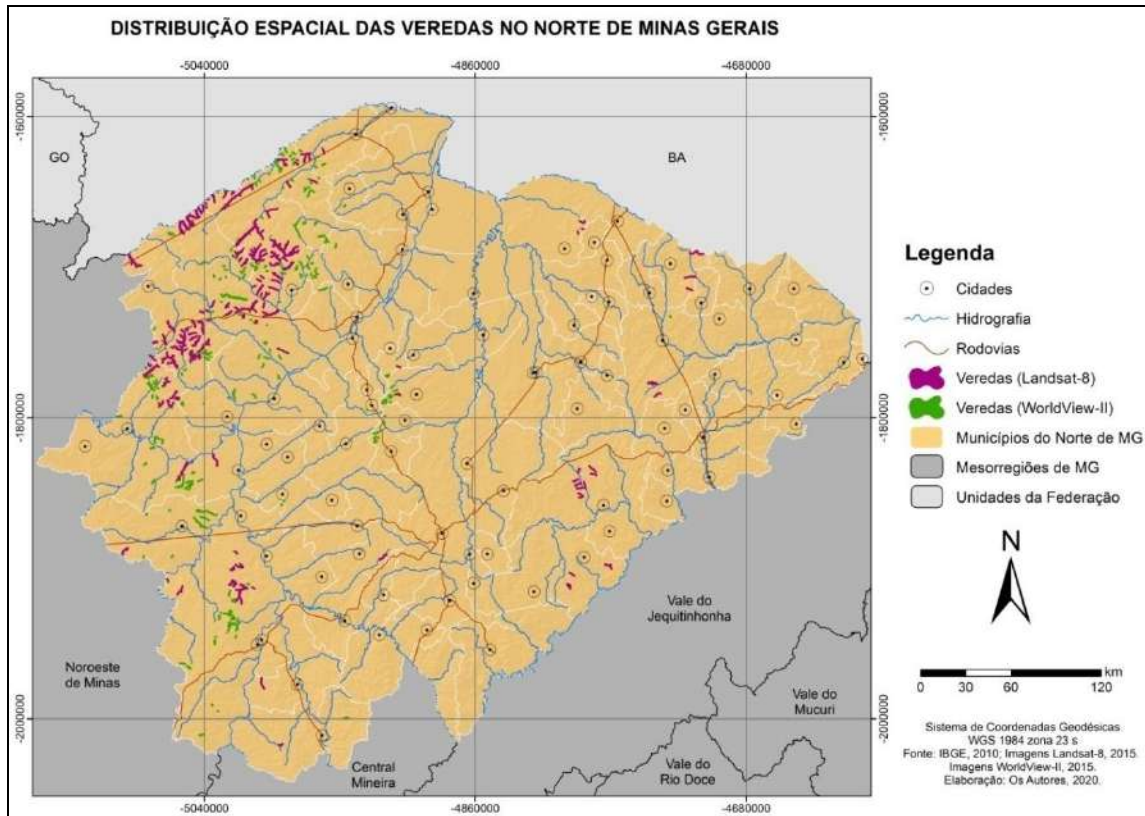
Imagens WORLDVIEW-II, 2015.

Elaboração: Os autores, 2019.

No Norte de Minas Gerais, as veredas situam-se de maneira concentrada na margem esquerda do rio São Francisco e em menores proporções, na margem direita (Figura 4). A sua concentração na porção oeste da região está relacionada à existência de superfícies de aplanamento, ainda conservadas, que possibilitam o armazenamento das águas, o maior tempo de residência das águas nas bacias e a menor capacidade erosiva, ou seja, possuem características que favorecem a ocorrência das áreas úmidas do tipo veredas



**Figura 4:** Distribuição Espacial das Veredas no Norte de Minas Gerais.



Fonte: IBGE, 2010; Imagens LANDSAT-8, 2015;

Imagens WORLDVIEW-II, 2015; Laboratório de Geoprocessamento da Unimontes, 2017.

Elaboração: Os Autores, 2020.

A presença de superfícies de aplanamento na região pode ser constatada por meio do trabalho de Mantovani (2020), em que foram mapeadas as superfícies conservadas e dissecadas referente aos remanescentes dos aplanamentos Sul-Americano, Sul-Americano I e Sul-Americano II. Essas áreas que ainda se encontram conservadas apresentam relevo aproximadamente plano e baixas declividades, logo o escoamento das águas é prolongado e a capacidade de infiltração dos solos é maior, em função de maior permeabilidade.

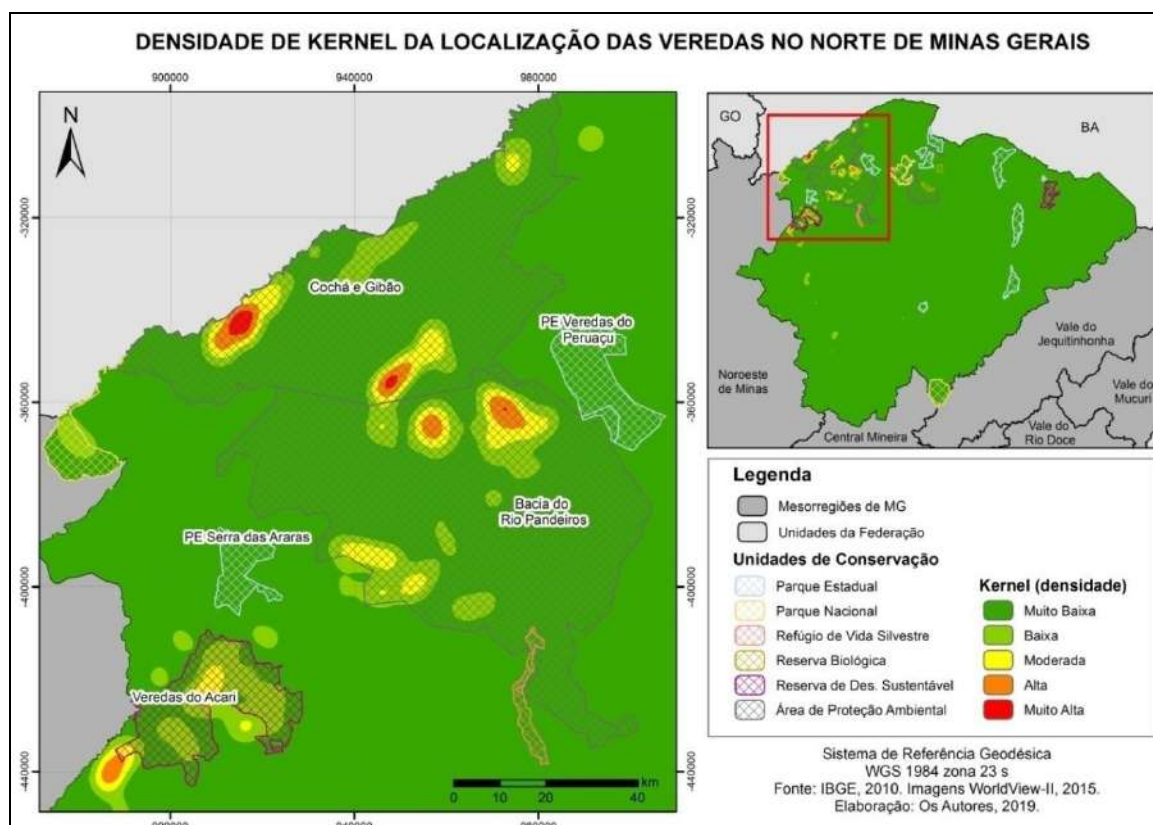
A partir da associação entre os dados das veredas com as unidades de conservação do Norte de Minas Gerais, constata-se que a APA do Rio Pandeiros e a APA Cochá e Gibão apresentam destaques no número de veredas. A APA do Rio Pandeiros foi criada em 1995, pela Lei estadual nº 11.901, cujo objetivo foi justamente conservar as veredas e a diversidade biológica da área. A sua extensão territorial corresponde a 393.060 hectares, compreendendo áreas dos municípios de Bonito de Minas, Januária e Cônego Marinho, e seu limite espacial, corresponde à delimitação dos interflúvios da própria bacia hidrográfica do rio Pandeiros.



A APA Cochá e Gibão foi criada pelo Decreto Estadual nº 43.911, de novembro de 2004, e tem como objetivo a proteção da vegetação do Cerrado. O interior de seu recorte espacial corresponde a 296.422,95 hectares, e assim com a APA do Rio Pandeiros, abrange áreas dos municípios de Bonito de Minas, Januária e Cônego Marinho.

A concentração das veredas, localizadas nas APAs Pandeiros, Cochá e Gibão, pode ser notada a partir do estimador de densidade Kernel (Figura 5). Essas APAs destacaram-se perante as demais UCs, apresentando densidade moderada a muito alta de veredas nessas áreas. A APA Veredas do Acari, criada pelo Decreto s/nº, de outubro de 2003, apresentou densidade moderada, e as demais UCs da região apresentaram densidade muito baixa. O mapeamento das veredas e a densidade de Kernel corroboram com os estudos já verificados por Bahia et al., (2009) e Nunes et al., (2009) sobre a concentração das veredas em áreas de APAs.

**Figura 5:** Densidade de Kernel da Localização das Veredas no Norte de Minas Gerais.



Fonte: IBGE, 2010.

Imagens WORLDVIEW-II, 2015.

Elaboração: Os Autores, 2019.

Com base na sobreposição entre o mapeamento das veredas com os elementos do meio físico (pedologia, clima, geologia, litologia e a geomorfologia), constatou-se que as veredas estão



inseridas em sua maioria no clima semiúmido (99%). Os seus solos podem ser classificados, conforme o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SIBICs), em Gleissolos e Organossolos, embora os dados do CPRM (2009) indiquem ocorrência sobre Neossolos Quartzarênicos (52%), Latossolos Vermelhos (23,2%) e Cambissolos Háplicos (3%). Essa discrepância ocorre em função de generalizações cartográficas devido à escala de mapeamento realizado pelo CPRM.

Suas principais áreas de ocorrência são em litologias sedimentares, sobretudo das coberturas elúvio-coluvionares (32%), do Grupo Urucuia (28%) e das coberturas detrítico-lateríticas com concreções ferruginosas (11%). As coberturas elúvio-coluvionares são materiais arenosos e argilosos que cobrem o topo das chapadas, enquanto as coberturas detrítico-lateríticas correspondem a superfícies com materiais ferruginosos solidificados, que sustentam os aplanamentos. Sobre o Grupo Urucuia, este compreende arenitos e argilitos cretáceos.

As veredas estão localizadas predominantemente sobre relevos aplanados conservados e dissecados pelos ciclos de erosão citados por King (1956), que deram origem as formas atuais conhecidas como chapadas, patamares e platôs da bacia do São Francisco. Em áreas da Serra do Espinhaço, na margem direita do rio São Francisco, também há a presença de veredas, porém em menor número.

Com base na hipsometria gerada a partir do MDE, as veredas estão situadas em altitudes superiores a 462m e inferiores a 1.104m, com amplitude altimétrica de 642m. O predomínio do percentual mais elevado (56%) ocorre entre os intervalos de 528,3 a 686,9 metros, as menores proporções são encontradas em altitudes superiores a 845m (37%) e menores do que 528,3m (7%) (Figura 6).

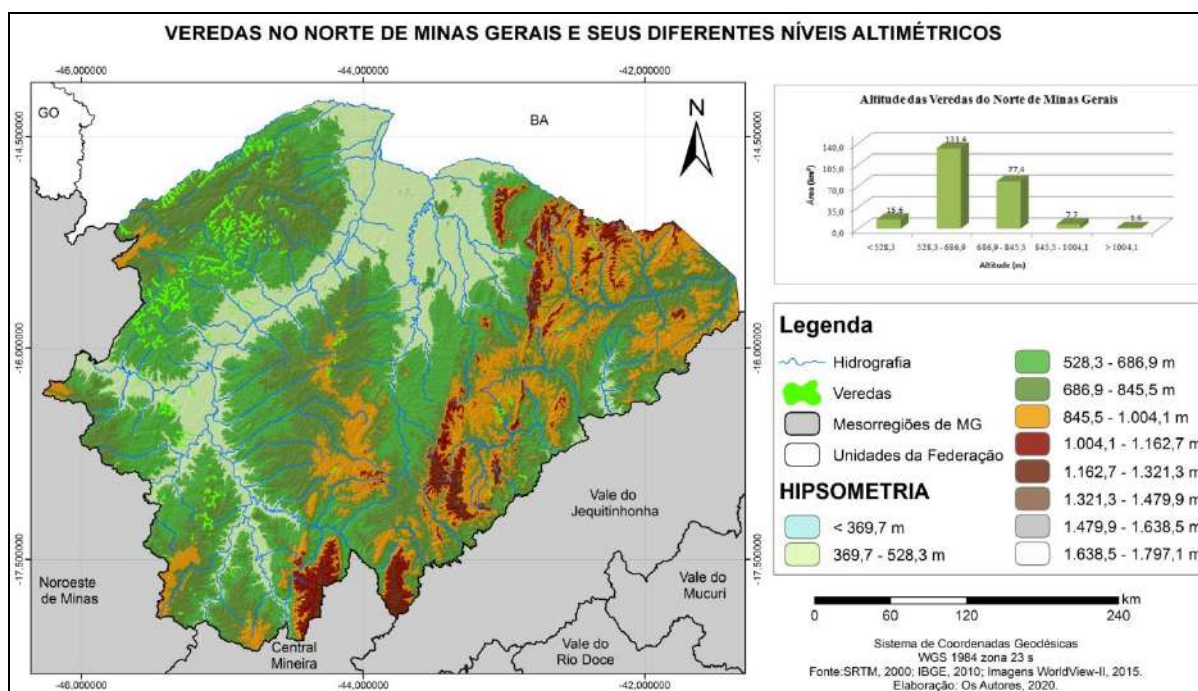
Embora exista um expressivo número de veredas no Norte de Minas Gerais, algumas delas vêm sofrendo impactos ambientais em função da erosão dos solos, desmatamento da cobertura vegetal, abertura de estradas, criação de barragens, incêndios, usos agropecuários, dentre outros. Estes impactos são considerados como um processo que ocasiona a “descaracterização das veredas” (BAHIA et al. 2009, p. 8), pois alteram as condições de ocorrência das espécies vegetais e animais presentes nestes ambientes, como também o sistema fluvial devido ao aumento da produção de sedimentos.

Além da importância de conservar as veredas, as áreas de seu entorno devem também ser protegidas, conforme recomendado em Lei (Leis nº 9.682 de 12/10/1988 e nº 12.651, de 25/05/2012), pois a vereda é um sistema que possui relação direta com a paisagem na qual se encontra inserida. Como exemplo dessa necessidade de proteção, cita-se o desmatamento da cobertura vegetal, fato que gera maior suscetibilidade a erosão dos solos nos períodos chuvosos, provocando o assoreamento das veredas. Outro exemplo trata-se dos usos para atividades



agropecuárias próximas às veredas, gerando a compactação dos solos e alteração da qualidade de suas águas.

**Figura 6:** Veredas do Norte de Minas Gerais e seus Diferentes Níveis Altimétricos.



Fonte: SRTM, 2000; Imagens WORLDVIEW-II, 2015; Laboratório de Geoprocessamento da Unimontes, 2017. Elaboração: Os Autores, 2020.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do mapeamento das áreas úmidas do tipo veredas, realizado por meio das imagens Landsat-8 e *WorldView-II*, constatou-se uma diferença de 15,4% de suas áreas. Essa divergência nos valores, ocorreu em função da resolução espacial das imagens de satélite, pois conforme a dimensão da vereda, não foi possível a sua identificação.

No Norte de Minas Gerais, as veredas concentram-se na margem esquerda do rio São Francisco, sobretudo nas APAs do Rio Pandeiros, Cochá e Gibão. A sua localização se dá em superfícies aplanadas do Cerrado, com o predomínio em cotas altimétricas entre 528 a 686 metros. Os solos são considerados orgânicos e hidromórficos, na qual se encontram dispostos sobre litologias sedimentares.

Esses ambientes vêm sendo alterados por causa de ações antrópicas, mesmo sendo reconhecidos por leis como Áreas de Preservação Permanente. Logo, o monitoramento contínuo das



veredas por meio do sensoriamento remoto é um instrumento importante que pode ser utilizado como auxílio na conservação dessas áreas.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Programa de Pesquisa Ecológica de Longa Duração (PELD) executado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq (Processo 441440/2016-9), pela bolsa de Mestrado, ao Laboratório de Geoprocessamento da UNIMONTES pelas imagens concedidas e à FAPEMIG pela bolsa de pesquisa.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Jefferson William Lopes. **Métodos de sensoriamento remoto no mapeamento de veredas na APA Rio Pandeiros**. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2016. 91p. (Dissertação, Mestrado em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais).
- BAHIA, Thaíse de Oliveira; LUZ, Giovana Rodrigues da; VELOSO, Maria das Dores Magalhães; NUNES, Yule Roberta Ferreira; NEVES, Walter Viana; BRAGA, Lílian de Lima; LIMA, Paulo César Vicente de. Veredas na APA do Rio Pandeiros: Importância, Impactos Ambientais e Perspectivas. **MG Biota**. Instituto Estadual de Florestas - MG, Belo Horizonte, v. 2, nº 3, 2009.
- BOAVENTURA, Ricardo Soares. Contribuição ao estudo sobre a evolução das veredas. In: **Plano de Desenvolvimento Integrado do Noroeste Mineiro: Recursos Naturais**, Belo Horizonte, CETEC, v. 2, 1981.
- BRASIL, Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nº 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 nº 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.
- BRIDON, James; ROA-GARCIA, Maria Cecília; BROWN, Sandra; SCHREIER, Hanspeter. Integrating wetlands in to watershed management: effectiveness of constructed wetlands to reduce impacts from urban storm water. **Environmental Role of Wetlands in Headwaters**. Marienbad, Czech Republic, 2006, p. 143-154.
- COSTA, Elias Mendes; ANTUNES, Mauro Antonio Homem; DEBIASI, Paula; ANJOS, Lúcia Helena Cunha dos. Processamento de imagens RapidEye no mapeamento de uso do solo em ambiente de Mar de Morros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 51 nº 9, 2016.
- CPRM, Serviço Geológico do Brasil. 2009. Disponível em: <<https://www.cprm.gov.br/>>. Acesso em: 01 de dezembro de 2017.
- FRANÇA, Andréia Maria da Silva; SANO, Edson Eyji. Mapeamento de áreas de campo limpo úmido no Distrito Federal a partir de fusão de imagens multiespectrais. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia - MG, v. 23, nº 2, 2011.



HAIGH, Martin; KILMARTIN, Marianne. Hydrology of disturbed peat-land, heads of the Valleys, Wales. **Environmental Role of Wetlands in Headwaters**. Marienbad, Czech Republic, 2006, p. 95-106.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2004. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 01 de dezembro de 2017.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2010. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 01 de dezembro de 2017.

KAWAMOTO, Márcia Tiemi. **Análise de técnicas de distribuição espacial com padrões pontuais e aplicação a dados de acidentes de trânsito e a dados de dengue de Rio Claro - SP**. (Dissertação, Mestrado em Biociências: Biometria). São Paulo: Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, 2012. 69p.

KING, Lester. A geomorfologia do Brasil oriental. **Revista Brasileira de Geografia**, Ano XVIII, nº 2, 1956.

MAILLARD, Philippe; PEREIRA, Doralice Barros; SOUZA, Cláudio Gregório de. Incêndios florestais em veredas: conceitos e estudo de caso no Peruaçu. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 4, nº 61, 2009.

MANTOVANI, José Roberto Amaro. **Mapeamento de superfícies de aplanamento no centro-norte da Amazônia**. (Tese, Doutorado em Geografia). Goiânia-GO: Universidade Federal de Goiás, 2020. 129p.

MAYER, Cleverson Luis Dias; OLIVEIRA FILHO, Paulo Costa; BROBOWSKI, Rogério. Análise espacial de conflitos da arborização de vias públicas: caso Irati, Paraná. **Revista Floresta**. Curitiba-PR, v. 45, nº 1, 2015.

MELO, Dirce Ribeiro de. **Evolução das veredas sob aspectos ambientais nos geossistemas planaltos de Buritizeiro/MG**. (Tese, Doutorado em Geografia). Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2008. 341p.

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.

MOREIRA, Adriana Aparecida; FERNANDES, Fernando Hiago Souza; NERY, César Vinícius Mendes. Mapeamento e análise do uso e ocupação do solo na bacia do Rio Vieira no município de Montes Claros/MG. **Revista Brasileira de Geomática**, Pato Branco-PR, v. 2, nº 2, 2014.

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

NUNES, Yule Roberta Ferreira; AZEVEDO, Islaine Franciely Pinheiro; NEVES, Walter Viana; VELOSO, Maria das Dores Magalhães; SOUZA, Ricardo de Almeida; FERNANDES, Geraldo Wilson. Pandeiros: o Pantanal Mineiro. **MG Biota**. Instituto Estadual de Florestas - MG, Belo Horizonte, v. 2, nº 2, 2009.



PONZONI, Flávio Jorge; SHIMABUKURO, Yosio Edemir; KUPLISH, Tatiana Mora. **Sensoriamento Remoto da Vegetação**. 2ª ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2012.

RAMOS, Marcus Vinícius Vieitas; CURI, Nilton; MOTTA, Paulo Emílio Ferreira da; VITORINO, Antonio Carlos Tadeu; FERREIRA, Mozart Martins; SILVA, Marx Leandro Naves. Veredas do Triângulo Mineiro: solos, água e uso. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras - MG, v. 30, nº 2, 2006.

RIBEIRO, José Felipe; WALTER, Bruno Machado Teles. Fitofisionomias do Bioma Cerrado. **Cerrado: Ecologia e Flora**. Brasília-DF: Embrapa Informação Tecnológica, 1998.p. 89-166.

ROCHA, Luciana Santiago; FERNANDES, Vivian de Oliveira. Análise espacial através do estimador de intensidade Kernel para as áreas sujeitas a riscos hidrológicos no município de Salvador-BA. **GeoUERJ**. Rio de Janeiro, v. 1, nº 25, 2014.

ROSA, Roberto. **Introdução ao Sensoriamento Remoto**. 7ª ed. Uberlândia: EDUFU, 2009.

SAMPAIO, Tony Vinicius Moreira; AUGUSTIN, Cristina Helena Ribeiro Rocha. Índice de concentração da rugosidade: uma nova proposta metodológica para o mapeamento e quantificação da dissecação do relevo como subsídio a cartografia geomorfológica. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, São Paulo, v. 15, nº 1, 2014.

SCOLFORO, José Roberto; CARVALHO, Luis Marcelo Tavares de. **Mapeamento e Inventário da Flora e dos Reflorestamentos de Minas Gerais**. 2ª ed. Lavras: UFLA, 2006.

SILVA, Lucas Augusto Pereira da; LEITE, Manoel Reinaldo; MAGALHÃES FILHO, Raul de. Estimativa por sensoriamento remoto do comportamento da temperatura de superfície em áreas de veredas. **Geografia em Questão**, v. 11, nº 1, 2018.

SILVEIRA, Aldalfran Herbert de Melo; SILVA, Fernando Moreira da; HADAD, Renato Moreira; LIBÓRIO, Matheus Pereira. Aplicações, preferências e comparações entre métodos de classificação supervisionada: o caso de Natal/RN. **Ra'e Ga - O Espaço Geográfico em Análise**. Curitiba, v. 47, nº 1, 2020.

VALADÃO, Roberto Célio. Geodinâmica de superfícies de aplanamento, desnudação continental e tectônica ativa como condicionantes da megageomorfologia do Brasil Oriental. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 10, nº 2, 2009.

WEBER, André Ademir; WOLLMANN, Cássio Arthur. Mapeamento dos incêndios residências na área urbana de Santa Maria, RS, Brasil utilizando o estimador de densidade Kernel. **Investigaciones Geográficas**, Chile, v. 51, 2016.