

Refinamento do mapa de solos do alto curso da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Santa Marta, Município de Iporá (GO), Brasil

Refining the soil map of the high course of hydrographic basin of Ribeirão Santa Marta, municipality of Iporá, state of Goiás, Brazil

Derick Martins Borges de Moura

Doutorando em Geografia pela Universidade Federal de Goiás (UFG), Brasil
derickmartins@hotmail.com

Ivanilton José de Oliveira

Professor Dr. em Geografia na Universidade Federal de Goiás (UFG), Brasil
ivanilton.oliveira@gmail.com

Diego Tarley Ferreira Nascimento

Professor Dr. em Geografia na Universidade Federal de Goiás (UFG), Brasil
diego.tarley@gmail.com

Flávio Alves de Sousa

Professor Dr. em Geografia na Universidade Estadual de Goiás (UEG), Brasil
flaueg@hotmail.com

Resumo

O Alto curso da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Santa Marta, manancial que pode ser futura fonte de abastecimento hídrico da cidade de Iporá (GO), foi a área escolhida para a realização deste trabalho, cujo objetivo central é apresentar um refinamento do mapa de solos existente, na escala original de 1:250.000 para a escala de 1:100.000. Foram empregadas técnicas de Mapeamento Digital de Solos (MDS), sob o aporte de geotecnologias para cruzamento de covariáveis ambientais (geologia e relevo), correlação com mapas existentes (geológico e pedológico), amostragem em campo, análises laboratoriais e descrição geral dos perfis de solo no campo. O mapeamento original apresentava as seguintes áreas de ocorrências por classes de solos: Latossolos (45,2%), Neossolos litólicos (24,5%), Argissolos (17,4%) e Cambissolos (12,9%). Com o refinamento para a escala 1:100.000, além de terem sido identificados Nitossolos (1,3%) e Gleissolos (5,3%), as proporções das outras classes foram consideravelmente alteradas: Cambissolos (26%), Argissolos (23,2%), Neossolos litólicos (22,2%) e Latossolos (22%). Esses resultados subsidiarão o planejamento e a gestão ambiental desse recurso, para a implementação de ações e políticas públicas de forma efetiva e eficiente, além de servir de base para trabalhos sobre a conservação dos solos e recursos hídricos em quantidade e qualidade adequadas para os diferentes usos.

Palavras-chave: Mapeamento digital de solos; Geotecnologias; Recursos Hídricos.

Abstract

Based on a case study of the Ribeirão Santa Marta high course of Hydrographic Basin, which may be a future source of water supply for the city of Iporá, in the state of Goiás, Brazil, the main objective of this work is to present a refinement of the existing soil map, the original scale of 1: 250,000 to the scale of 1: 100,000. Digital Soil Mapping (DSM) techniques were employed, using geotechnologies for crossing environmental covariates (geology and relief), correlation with existing maps (geological and pedological), collecting soil samples, laboratory analysis and general

description of the soil profiles in the field. The original mapping showed the following areas of occurrence by soil class: Oxisols (45.2%), Litholic Entisols (24.5%), Oxisols (17.4%) and Inceptisols (12.9%). With the refinement to the 1: 100,000 scale, in addition to the identification of Alfisols (1.3%) and Entisols (5.3%), the proportions of the other classes were considerably changed: Inceptisols (26%), Oxisols (23, 2 %), Litholic Entisols (22.2%) and Oxisols (22%). These results will subsidize the planning and environmental management of this resource, for the implementation of public actions and policies effectively and efficiently, in addition to serving as a basis for work on the conservation of soil and water resources in quantity and quality suitable for different uses.

Keywords: Digital Soil Mapping; Geotechnologies; Water Resources.

1. INTRODUÇÃO

Os pedólogos necessitam caracterizar um solo para o reconhecimento da sua aptidão ou para que possam entender ou mesmo solucionar determinado problema. Sabe-se que o solo é originado a partir da ação do clima, dos organismos e das características do relevo, agindo sobre o material litológico de origem durante certo intervalo de tempo. Se a distribuição espacial desses fatores na paisagem for conhecida, conclui-se que o solo pode ser compreendido a partir da obtenção de informações de campo e construção de um modelo de relação solo-paisagem (JENNY, 1941).

O território brasileiro possui mapeamento de solos em escalas pequenas, entre 1: 5.000.000 e 1:1.000.000, que são consideradas inadequadas para determinadas aplicações (DALMOLIN *et al.*, 2004). Apenas 35% do território possui mapeamento em escalas de 1: 600.000 a 1:100.000, e apenas uma área muito restrita tem mapas de solos com maior detalhamento (MENDONÇA-SANTOS; SANTOS, 2007).

Sousa (2006) salienta que apenas mapas pedológicos em escalas compatíveis podem efetivamente auxiliar no planejamento do uso e ocupação das terras, tendo em vista as potencialidades e fragilidades das coberturas pedológicas.

Para atender a demanda por mapeamento dos solos em escalas adequadas, existem procedimentos como o Mapeamento Digital de Solos (MDS), que compreende o uso de sistemas de informações geográficas e de modelagem ambiental para a inferência dos tipos de solos existentes em determinada localidade e, por vezes, de seus atributos, a partir de observações a campo, do conhecimento dos solos e da correlação de variáveis ambientais, especialmente geologia, relevo, clima e vegetação (LAGACHERIE; MCBRATNEY, 2007).

Assim, a descrição de perfis de solos em campo e a coleta e posterior análise de amostras em laboratório podem ser interpolados, servindo para a validação do mapeamento digital de solos, usando critérios rigorosos para garantir que as amostras sejam representativas, coletadas e

preparadas adequadamente, e que sejam utilizadas técnicas analíticas adequadas para que os resultados das análises laboratoriais sejam corretamente interpretados.

Sobre essa tema, Sousa (2015) complementa que a elaboração de mapas pedológicos deve considerar as condições físicas inerentes aos solos (profundidade, cor, teor de matéria orgânica, grau de diferenciação e drenagem no perfil e características do material de origem), integradas a outros aspectos tais como litologia, clima e topografia e uso e ocupação das terras. Isso somado às condições litológicas, climáticas e de relevo é que vão formar as diferentes classes de solos.

Na abrangência da área de estudo, o mapa de solos disponível com maior resolução espacial é o mapa com escala de 1:250.000 produzido pela Agência Goiana de Assistência Técnica, Extensão Rural e Pesquisa Agropecuária (EMATER-GO, 2017). Foi constatado que o mapeamento existente não condiz plenamente com a realidade percebida em campo. Dessa forma surgiu a necessidade de implementar a proposta de refinamento para a obtenção de um mapeamento com maior acurácia.

Tendo em vista que o planejamento e a gestão de uma bacia hidrográfica podem ser subsidiados por meio de análise dos aspectos físicos, principalmente o pedológico, que se materializa na superfície do relevo e se apresenta de grande importância no comportamento hidrológico das unidades ambientais, é que se busca, no presente trabalho, apresentar uma proposta de refinamento do mapa de solo existente em escala de 1:250.000 (reconhecimento de média intensidade) do alto curso da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Santa Marta (BHRSM), situada entre Iporá (GO) e Amorinópolis (GO) para a escala de 1:100.000 (reconhecimento de alta intensidade) de acordo com o Manual Técnico de Pedologia do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2007).

A escolha da BHRSM como estudo de caso é devido sua importância para a garantia de abastecimento público da cidade de Iporá (GO), uma vez a atual captação de água ocorre por meio da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Santo Antônio (BHRSB), com características morfométricas e geoambientais que favorecem o escoamento superficial e dificultam a recarga do lençol freático (MOURA, 2017), com recorrentes episódios de escassez hídrica, especialmente no período de seca. Por isso, a BHRSM tem sido avaliada como um futuro manancial de captação de água para abastecimento de Iporá. Dessa forma é necessário conhecer as características pedológicas da bacia em questão para poder compreender o comportamento do ciclo hidrológico no solo e avaliar as potencialidades como manancial de captação de água.

1.1. Localização da área de estudo

A BHRSM está localizada na Região de Planejamento do Oeste Goiano, no estado de Goiás - Brasil, compreendendo uma pequena porção do município de Iporá (GO) e praticamente metade do município de Amornópolis (GO) (Figura 1), entre as coordenadas geográficas $16^{\circ}28'10.2''S / 51^{\circ}08'01.8''O$ e $16^{\circ}49'24.1''S / 50^{\circ}57'17.1''O$.

A bacia possui uma área de 274,32 km² até o ponto escolhido como exutório (local mais próximo à montante da cidade de Iporá). O Ribeirão Santa Marta (canal principal da bacia), deságua no Rio Claro, que por sua vez deságua e integra a bacia hidrográfica do Araguaia/Tocantins (PFAFSTETTER, 1989).

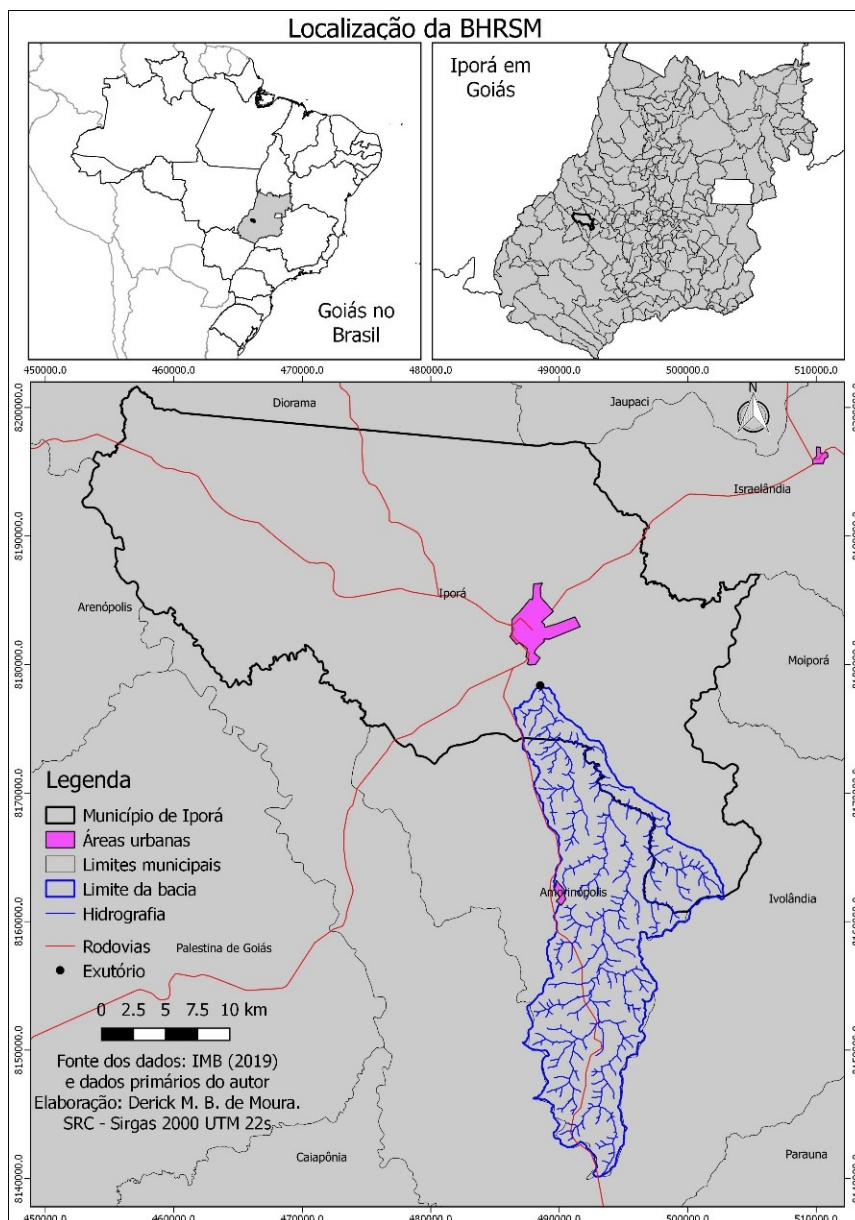


Figura 1 - Localização da BHRSM, Oeste Goiano, Brasil.
Fonte: organizado pelo autor (2019).

O Ribeirão Santa Marta possui 53,8 km de extensão, nascendo no município de Amorinópolis, precisamente dentre as coordenadas geográficas 16°49'14.7"S / 51°03'53.5"O, a 850 m de altitude com relação ao nível do mar. O exutório (possível ponto futuro de captação) localiza-se no município de Iporá, próximo da área urbana, nas coordenadas geográficas 16°28'36.4"S e 51°06'24.1"O, com altitude de 446m e um desnível de 404m.

2. METODOLOGIA

Os procedimentos metodológicos consistiram em 1) obtenção das bases de dados e elaboração de mapas temáticos dos aspectos preditores (geologia, solos e declividade); 2) realização de levantamentos de campo, com amostragem e descrição de perfis de solos; 3) análise, correlação e intersecção dos mapas temáticos com as informações derivadas do campo e das análises laboratoriais de descrição dos solos. Nos tópicos que seguem, são melhor detalhados os procedimentos metodológicos.

2.1. Obtenção de dados e elaboração de mapas dos aspectos preditores

No intuito de melhor entender os aspectos preditores dos elementos da paisagem da área de estudo, e refinar o mapa de solos existente, foram elaborados mapas de geologia, solos, declividade e hidrografia. Os mapas foram elaborados a partir das seguintes bases de dados:

a) Para compilação do mapa geológico foi utilizada a base de dados disponibilizada no Sistema de Geociências do Serviço Geológico do Brasil - CPRM GeoSGB (2019), através do *download* das folhas SE.22-V-B-III e SE.22-V-B-VI em formato *shapefile*, na escala de 1:100.000, sendo as folhas unidas e recortadas para a área da bacia, para então se proceder à quantificação e descrição das litologias presentes na área em estudo. O mapa geológico foi utilizado para correlação dos dados com a finalidade de obter informações sobre o material de origem dos solos;

b) Para o mapa pedológico foi utilizado como base o mapa de solos, em escala 1:250.000, produzido pela Agência Goiana de Assistência Técnica, Extensão Rural e Pesquisa Agropecuária (EMATER-GO, 2017) e disponibilizado no Sistema Estadual de Geoinformação (SIEG, 2019);

c) O mapa de declividade foi elaborado a partir de imagem *raster* do Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil (TOPODATA, 2019), que consistem em variáveis morfométricas extraídas do Modelo Digital de Elevação (MDE) derivado do processamento de imagens do *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) e refinamento da sua resolução original de 90 metros para 30 m. Considerando a resolução das imagens, a escala de tais produtos é de 1:150.000, sendo esse o quociente da divisão entre a resolução espacial da imagem (30 m) e o fator de acuidade visual transformado em escalar constante (0,0002). A partir do MDE, foi extraída a rede hidrográfica.

A organização e elaboração dos produtos cartográficos da bacia hidrográfica foram feitas por meio do *software* QGIS (v. 2.18.9). Foi utilizado para os mapas uma rede de coordenadas planas, baseada no sistema de referência geodésico SIRGAS 2000 (Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas), e projeção UTM (Universal Transversa de Mercator), Zona 22S.

2.2. Amostragem e descrição dos solos em campo

No intuito de levantar dados acerca dos tipos e das características dos solos na área em estudo, foram programadas e efetuadas duas incursões em campo, uma em 12/10/2019 e outra 07/11/2019.

Essa etapa foi caracterizada com um controle de campo, que consistiu em identificar, diretamente no terreno, 20 pontos previamente selecionados nos mapas para verificar as características do relevo, da geologia e, especialmente, dos solos. Para isso foi planejado um trajeto que abrangesse a diversidade de litologias, as formas do relevo e os tipos de solos. Nesse trajeto foram escolhidos seis locais representativos para amostragem e descrição do perfil de solo. Para facilitar a chegada aos locais, foi utilizado o *software* Google Earth Pro, na sua função de visualização em tempo real, por meio de conexão a um aparelho GNSS da marca Garmin e modelo Monterra.

Foram coletadas duas amostras de solos (Horizonte A e B) em cada um dos seis perfis. Em campo foi realizada a observação e a descrição do terreno ao alcance da vista, da presença de rochiosidade e pedregosidade, da litologia predominante, do tipo de uso da terra, e também realizadas a análise textural através de testes de campo e a identificação da cor através do sistema de cores de Munsell. Estas informações serviram para realizar as interpolações no mapa de solos e realizar a descrição dos solos.

Para classificação dos solos foi adotada a taxonomia usada por Sousa (2015) adaptada do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos - SiBCS (SANTOS *et al.*, 2013).

Para amostragem e descrição geral dos perfis em campo foi adotada a metodologia descrita no Manual de descrição e coleta de amostras de solo no campo (LEMOS; SANTOS, 1996), exemplificado pela tabela 1 tendo em vista um dos pontos amostrais.

Tabela 1 - Descrição geral do perfil de solo de um ponto amostral na área em estudo.

Data	12/10/2019
Provável Classificação	Cambissolos
Cor (Munsell)	Amarelo-brunado
Unidade de Mapeamento	Alto curso da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Santa Marta
Localização (coordenadas)	Ponto 01: UTM 22 K 486936 / 8175184
Situação, declive e cobertura vegetal sobre o perfil	Pastagem degradada em declividade de aprox. de 20 %
Altitude	592
Litologia	Sequência Metavulcanossedimentar Iporá - Amarinópolis Unidade Ácida
Formação Geológica	Sequência Metavulcanossedimentar Iporá - Amarinópolis
Cronologia	Ediacarano
Material originário	Metadacito intercalados com muscovita-quartzo xisto
Pedregosidade	Sim
Rochosidade	Não
Relevo local	Forte Ondulado
Relevo Regional	Forte Ondulado
Erosão	Não aparente
Drenagem	Moderadamente drenado
Vegetação primária	Cerrado Stritu Sensu
Uso atual	Pastagem
Clima	Aw, da classificação de Köppen
Descrito e coletado por	-

Fonte: Os autores. Adaptado de Lemos e Santos (1996).

2.3. Análise laboratorial para classificação textural das amostras de solo

As amostras de solos foram submetidas a uma classificação textural o laboratório de solos da Universidade Estadual de Goiás – Unidade Iporá, de forma gratuita. A classificação consistiu na secagem ao ar por um período de três semanas (Figura 2), seguida do processo de destorroamento com uso de um rolo de PVC e, posteriormente, foram submetidas ao peneiramento em malha de 2 mm (Figura 3), para separação do esqueleto do solo e aquisição da ‘terra fina seca ao ar’ (TFSA).



Figura 2 - Amostras coletadas sendo secas.

Fonte: Os autores.



Figura 3 - Separação do esqueleto do solo via peneiramento.

Fonte: Os autores.

A análise textural foi realizada com uma adaptação do método tradicional, o hidrômetro de Bouyoucos (1926), descrito em Sousa (2013), com separação por volume de frações texturais. Neste estudo o método foi adaptado devido à falta de um dos equipamentos existentes no laboratório adequado para a realização integral descrita pelo autor. A adaptação deveu ao fato da ausência do dispersor de solo, que se encontrava com problema elétrico, e por isso a agitação não foi realizada com o uso do mesmo, mas com um bastão de PVC. Com a ausência do dispersor a etapa de medição da densidade da mistura foi substituída por um processo de decantação da mistura por 48 horas.

De cada amostra de TFSA, foram pesados 50 g e adicionados ao copo do dispersor de solos com a adição de 25 ml de hidróxido de sódio (NaOH) a 10% mais 250 ml de água destilada. O conteúdo foi agitado por 10 minutos.

O material misturado foi separado em 100 ml, que passou em uma peneira de malha 0,53 mm, com auxílio de um funil para um Becker de 50 ml de volume. O montante que passou pela peneira é referente às frações silte e argila, ao qual se acrescentou um pouco de água destilada e deixou-se em repouso por 48 horas.

A parte retida na peneira que representa a areia total foi adicionada em outro Becker de 50 ml com adição de água destilada e também deixada em repouso pelo mesmo período de 48 horas (Figura 4).

Após 48 horas mediu-se com uma régua a altura da mistura argila + silte e da areia total. As medidas somadas consistem em 100% e, posteriormente, com base nas alturas das frações argila, silte e areia total foram calculadas as porcentagens referentes a cada uma (Tabela 02). A fração argila se concentra na parte superior da massa (silte+argila) em função do tamanho de suas partículas.

A classificação textural foi realizada conforme a descrição da pirâmide textural da Embrapa (1999).



Figura 4 - Sedimentação das amostras de solos para composição textural.

Fonte: Os autores.

Tabela 2 - Exemplo do modelo seguido para obtenção das frações granulométricas dos solos e caracterização textural.

Ponto 01	Horizonte A	Horizonte B
Fração	4,5 cm = 100 %	2,9 cm = 100 %
	Argila - 2,3 %	Argila - 10,3 %
	Silte - 53,7 %	Silte - 31,7 %
	Areia - 44 %	Areia - 58 %
Resultado	Textura franco-siltosa	Textura franco-arenosa

Fonte: Os autores.

2.4. Refinamento do mapa pedológico

Para refinamento e elaboração do mapa pedológico em escala de 1:100.000, foi organizado um banco de dados no software Qgis para análise, sobreposição e correlação dos *layers* de geologia (1:100.000), solos (1:250.000), declividade (1:150.000) e os dados georreferenciados da classificação textural das amostras e da descrição dos perfis de solos, para análise, correlação e interpretação dos dados tipos de solos existentes na área em estudo, abrangência dos limites e características mais detalhadas.

Para mapeamento da classe de Gleissolos, foi gerado um *buffer* de 30 metros ao longo dos canais hidrográficos, cotejado posteriormente ao mapa de declividades, para identificação das áreas coincidentes com inclinação do relevo entre 0 e 3%.

Os locais com declividade entre 0 e 6% quando fora do *buffer* de 30 metros dos mananciais foram pré-classificados como Latossolos, dependendo da descrição dos perfis no campo e dos resultados da análise textural.

As faixas com declividade entre 6 e 12% foram pré-classificadas como Argissolos ou Nitossolos, a depender do material de origem e das condições de relevo, sendo que sua validação foi realizada após descrição dos perfis no campo e dos resultados da análise textural.

Os Cambissolos foram pré-classificados em relevo ondulado e vertentes com inclinação igual ou superior a 12%, e eventualmente em declividades menores, quando a litologia é constituída por granitos, com grande presença de afloramentos.

Os locais com declividade superior a 20% foram pré-classificados como sendo a classe de Neossolos Litólicos, que dominam nas áreas de relevo ondulado a forte-ondulado e eventualmente ocorrem em declividades inferiores a 20%.

As classes de solos identificadas a partir das classes de declividades foram cruzadas com a imagem de satélite Landsat 8 com resolução espacial 15 m, para verificar sua posição no terreno e sua relação com o tipo de relevo. Outra ferramenta importante foi o sombreamento do relevo que favoreceu a identificação da rugosidade do terreno. Usando uma transparência de 50% no sombreamento foi possível definir as rugosidades do terreno e as classes de solos compatíveis com a mesma, bem como as áreas de abrangência de cada classe.

As informações serviram para refinamento do mapa de solos existente em escala de 1:250.000 para escala de 1:100.000.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Primeiramente são apresentados os dados sobre a caracterização da área de estudo considerando os mapas disponíveis de solo (1:250.000), geologia (1:100.000) e elaboração do mapa de declividade, para embasar a compreensão dos resultados do refinamento do mapa de solos. Em seguida são apresentados e discutidos os resultados do mapeamento dos solos em escala de 1:100.000, conforme o cruzamento das informações.

3.1. Caracterização da área de estudo

3.1.1. Geologia

A BHRSM está inserida na borda nordeste da Bacia Sedimentar do Paraná, no contato com o Arco Magmático de Goiás, contendo rochas da Bacia Sedimentar do Paraná, coberturas detrítico-lateríticas cenozóicas e também granitóides, sequências metavulcanossedimentares e rochas intrusivas máfica-ultramáficas do Arco Magmático de Goiás.

As litologias presentes na área de estudo abrangem os grupos de rochas ígneas, sedimentares e metamórficas, de idades que datam do Período Criogeniano ao Quaternário. Existem onze unidades geológicas na área de estudo (CPRM, 2019).

Na Tabela 3 e Figura 5, observa-se que na BHRSM predominam as formações sedimentares (66%) seguida das formações metamórficas (23,6%) e formações ígneas (10,4%).

Tabela 3 - Classes geológicas da BHRSM.

Unidade	Período	Litotipos	Área km ²	Área %
Coberturas detrito laterítica ferruginosas	Quaternário	Sedimentos argilo arenosos laterizados	1,1	0,4
Suíte Alcalina de Iporá-Amorinópolis	Cretáceo	Dunito, peridotito, piroxenito, serpentinito Gabros.	3,6	1,4
Formação Aquidauana	Carbonífero	Conglomerados basais com seixos de quartzo e Arenitos	5,5	2,0
Formação Ponta Grossa	Devoniano	Folhelhos intercalados com arenitos finos	68	24,6
Formação Furnas	Devoniano	Arenitos arcoseanos e arenitos conglomeráticos	106	39,0
Granito Serra do Roncador	Ediacarano	Biotita Sienogranito	26	9,0
Diorito Ribeirão Santa Marta	Ediacarano	Metadiorito foliado	2,1	0,8
Sequência metavulcanossedimentar Iporá-Amorinópolis - Unidade Ácida Sedimentar	Ediacarano	Metadacitos metarriolitos, metatufos e muscovita-quartzo xistos.	38,2	13,9
Sequência metavulcanossedimentar Iporá-Amorinópolis - Unidade Básica	Ediacarano	Metabasaltos	3,6	1,4
Sequência metavulcanossedimentar Iporá-Amorinópolis - Unidade Ultrabásica	Ediacarano	Talco xistos, serpentinitos	1,2	0,5
Metagranito Ribeirão Santo Antônio	Criogeniano	Metamonzogranitos a Metassienogranitos Porfíricos	19	7,0
Total			274,3	100

Fonte: Organizada pelo autor (2019) a partir de dados gerados CPRM (2019), disponibilizado pelo GeoSGB (2019).

A porção sul e leste da bacia são onde predominam as formações sedimentares, devido essa parte da bacia estar inserida na borda da bacia sedimentar do Paraná. As rochas sedimentares presentes na bacia são em sua maioria de arenitos. Os arenitos são rochas friáveis sendo mais susceptíveis a meteorização (CREPANI *et al.*, 2001). Onde há predominância desta litologia (sul e leste), a esculturação do relevo foi influenciada pela morfogênese, gerando um avanço cuestasiforme de vales entalhados com dissecação elevada e solos pouco desenvolvidos como os Neossolos litólicos e os Cambissolos.

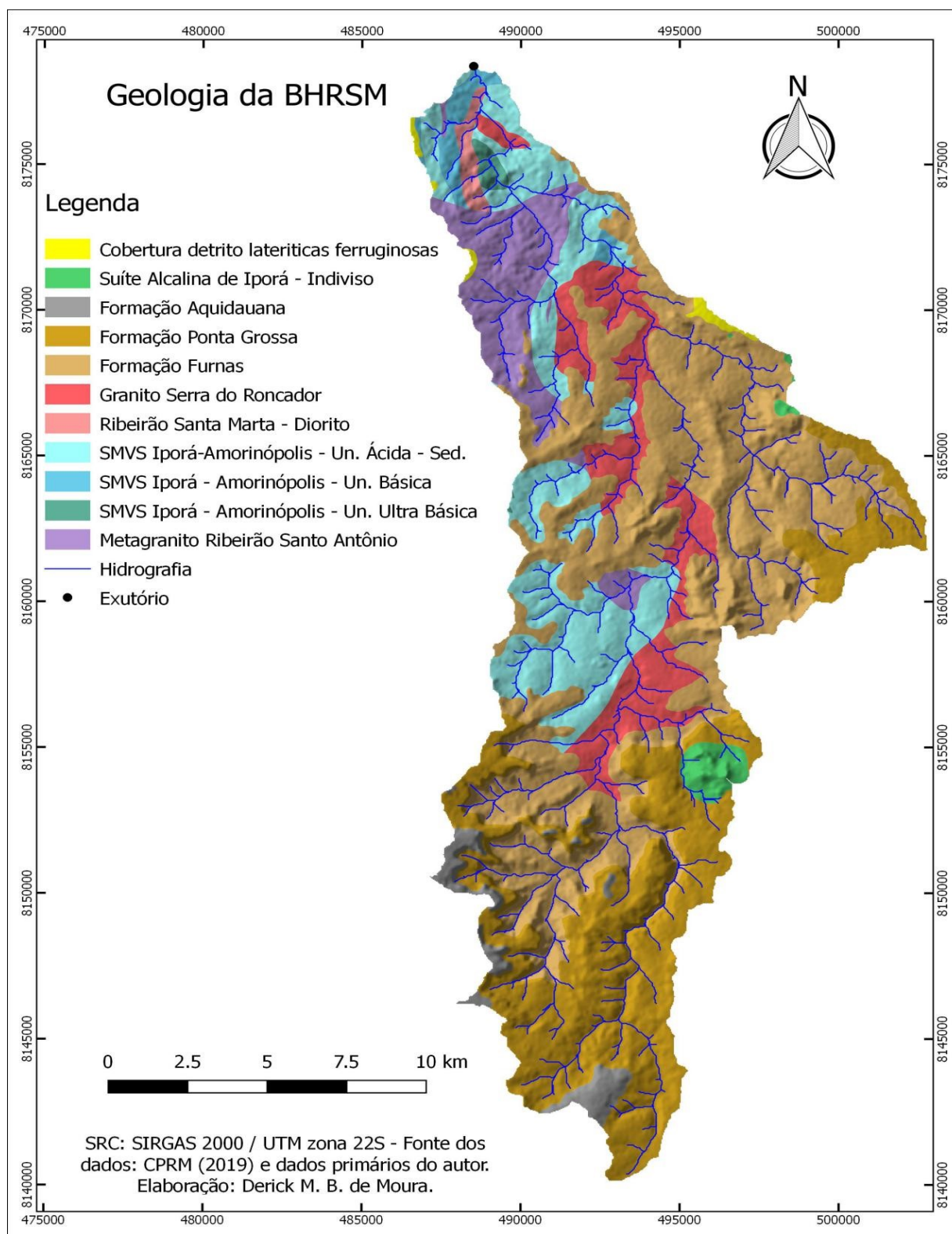


Figura 5 - Mapa geológico da BHRSM. **Fonte:** Mapa organizado pelo autor (2019) a partir de dados gerados pela CPRM (2019), disponibilizado pelo GeoSGB (2019).

Na parte central e norte da bacia predominam as rochas graníticas e metamórficas mais antigas, que foram exumadas por processos degradacionais nas rochas sedimentares mais friáveis que antes as cobriam. Nessas localidades há predominância de relevos menos movimentados onde a pedogênese prevaleceu, gerando solos das classes Latossolos e Argissolos.

Os corpos intrusivos da suíte Alcalina Iporá na pequena porção oeste da bacia possuem relevo dômico, sendo que nas maiores declividades prevalece a morfogênese, gerando solos pouco desenvolvidos como os Neossolos e em declividades médias prevalecendo a pedogênese, dando origem aos Nitossolos, que estão associados a rochas básicas, ultrabásicas ou alcalinas. Os solos hidromórficos (Gleissolos) estão relacionados pela proximidade das nascentes e dos cursos d'água.

3.1.2. Solos

Conforme o mapeamento das classes de solos realizado pela Agência Goiana de Assistência Técnica, Extensão Rural e Pesquisa Agropecuária - EMATER (2017), os principais solos presentes na área em estudo são os Argissolos, Latossolos, Neossolos litólicos e Cambissolos. Sousa (2015) também encontrou as mesmas classes para o município de Iporá, em um mapeamento realizado na escala de 1:100.000. Na Tabela 4 e Figura 6 são apresentadas as classes de solos da BHRSM segundo Emater (2017).

Tabela 4 - Classes de solos contidas na BHRSM segundo EMATER (2017).

Classes	Área em km ²	Área em %
Argissolos	47,7	17,4
Cambissolos	35,5	12,9
Latossolos	123,8	45,2
Neossolos	67,3	24,5
Total	274,3	100,00

Fonte: EMATER (2017), organizado pelo autor (2019).

De acordo com o mapeamento da EMATER (2017) os Latossolos são predominantes na área de estudo, a qual corresponde a 45,2% da área total da bacia hidrográfica em questão.

O mapeamento destaca a ocorrência predominante dos Neossolos Litólicos ao sul da bacia, relacionados com o *front* cuestasiforme do relevo, onde há maiores declividades e dissecação do relevo, prevalecendo a morfogênese. Porém é nítido que a escala não é compatível com a realidade, como demonstra as delimitações visualizadas do sombreamento do relevo com os limites das classes de solo.

O mapa de solos 1:250.000 representa um indicativo das ocorrências das classes de solos presentes na bacia, mas não delinea com acurácia as formas de relevo onde inferem as classes de solos. Percebe-se que alguns locais ao centro da bacia com relevo forte ondulado estão mapeados como sendo da classe de Latossolos, o que não foi confirmado em campo. Os Cambissolos ocorrem na porção norte da bacia associados a relevos ondulados e forte ondulados, sobre substratos rochosos das formações Metagrano Ribeirão Santo Antônio em sua maioria e também da Sequência metavulcanossedimentar Iporá-Amorinópolis. Os Argissolos ocorrem na porção centro-

sul e leste da bacia associados a relevos ondulados e forte ondulados, sobre substratos rochosos das formações Ponta Grossa, Furnas e Granito Serra do Roncador.

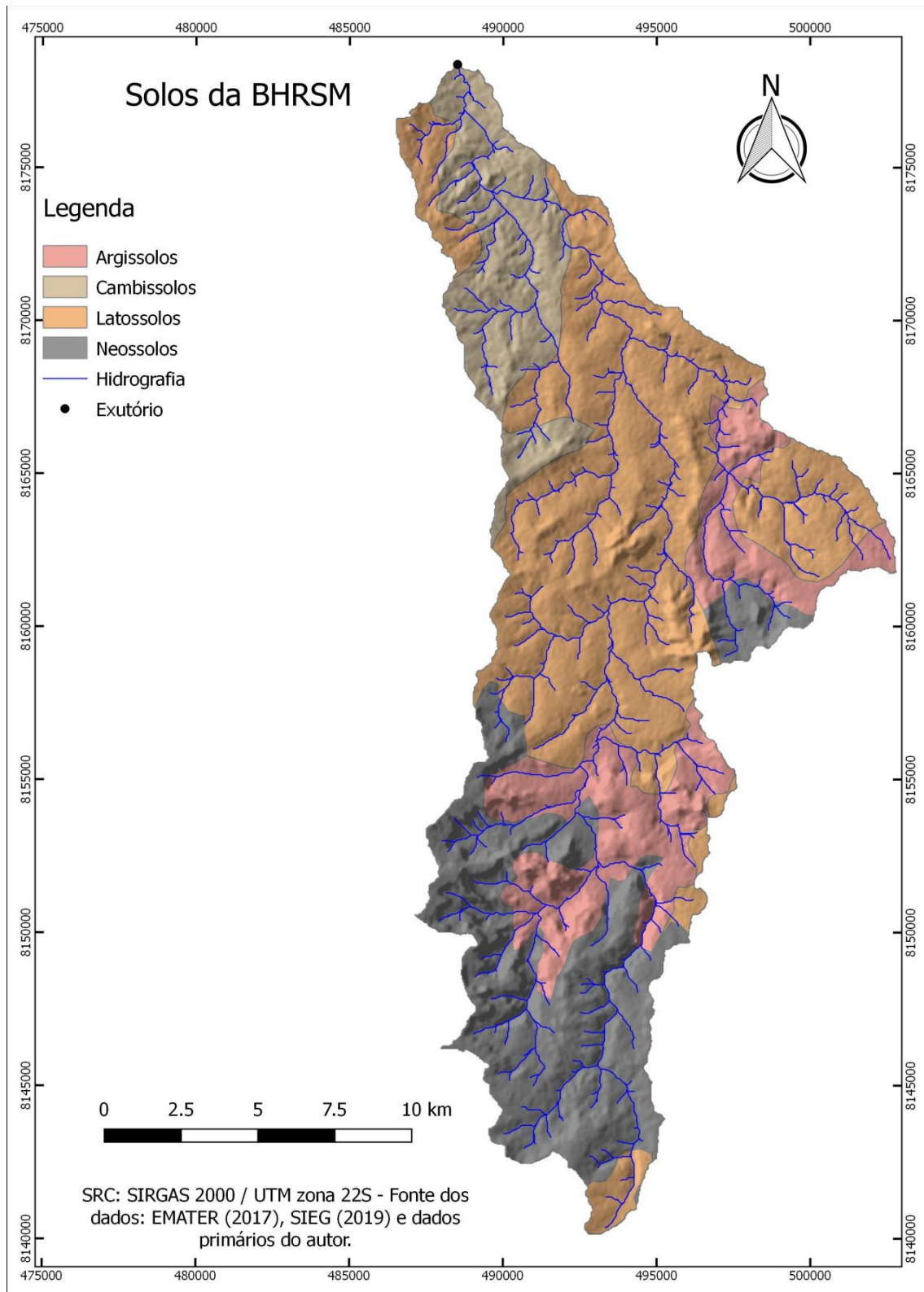


Figura 6 - Mapa de solos da bacia BHRSM segundo Emater (2017).
Fonte: EMATER (2017), organizado pelo autor (2019).

3.1.3. Declividade

Foram obtidas classes de declividades desde plano até montanhoso com máxima de 69% e média de 9,81% (Tabela 5 e Figura 7).

Tabela 5 - Classes de declividade (S) em %, área correspondente em km² e em % da BHRSM.

S (%)	Relevo	Área	
		km ²	%
0 – 3	Plano	15,55	5,66
3 – 8	Suave-ondulado	113,78	41,48
8 – 20	Ondulado	121,29	44,22
20 – 45	Forte-ondulado	22,38	8,15
45 – 75	Montanhoso	1,32	0,48
> 75	Forte-montanhoso	-	-
Total	-	274,32	100,00

Fonte: Elaborada pelo autor (2019) conforme a classificação da Embrapa (2013).

Conforme a proposta da Embrapa (2013) para a classificação da declividade, a BHRSM apresenta: 44,22% com declividade entre 8 a 20% (ondulado) seguida de 41,48% da área total com declividade entre 3 a 8% (suave-ondulado); 8,15% com declividade entre 20 a 45% (forte-ondulado); 5,66% com declividade entre 0 a 3% (plano); 0,48% com declividade entre 45 a 69% (montanhoso) e não apresenta áreas com a categorias de relevo forte-montanhoso.

Quando somado as áreas das classes de relevo ondulado e forte-ondulado, representam mais da metade da área da bacia (52,37%), caracterizando a bacia com relevo predominantemente movimentado.

Como verificado em campo, o relevo plano ocorre majoritariamente nos interflúvios, nos topos das vertentes e nos fundos de vales, nas margens dos cursos hídricos. As maiores declividades ocorrem nas encostas de morros e colinas, escarpas de serras e *fronts* cuestiformes.

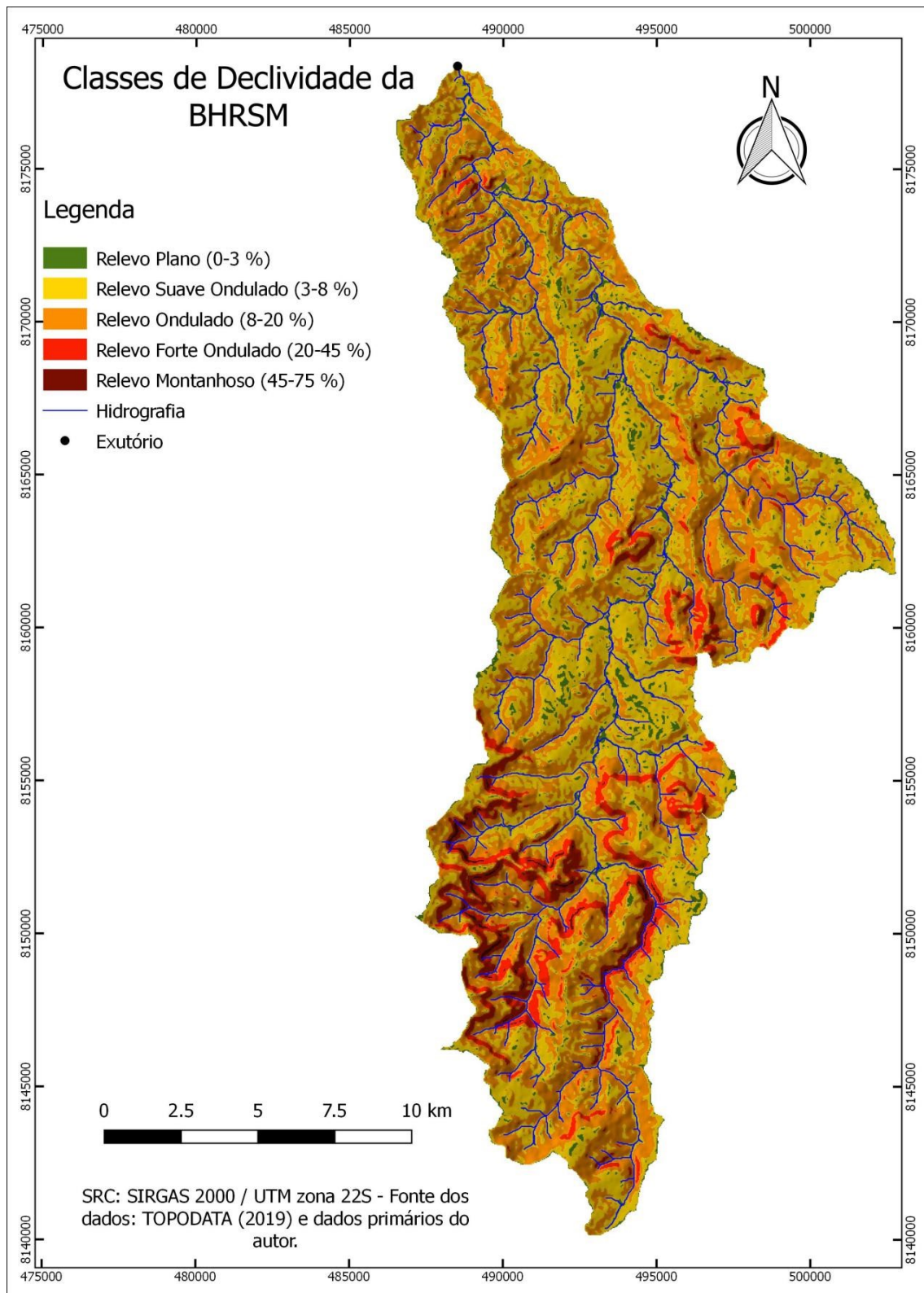


Figura 7 - Mapa das declividades da BHRSM.
Fonte: Topodata (2019), elaborado pelo autor (2019).

3.2. Análise textural e descrição dos perfis dos solos

Através dos resultados da análise laboratorial da classificação textural e da descrição dos perfis de solo em campo, foi possível identificar a ocorrência de seis classes de solos na BHRSM, sendo eles Cambissolos, Argissolos, Neossolos Litólicos, Latossolos, Gleissolos e Nitossolos. As

duas últimas classes não ocorriam na área em estudo no mapeamento em escala de 1:250.000 da EMATER, havendo também significativas mudanças em termos de proporção e distribuição espacial na área em estudo no refinamento. Essas classes são descritas em maior detalhe a seguir.

3.2.1. Cambissolos

Na bacia foram caracterizados como sendo solos pouco desenvolvidos, poucos profundos, de baixa permeabilidade, que ainda apresentam características do material originário evidenciado pela presença de minerais primários. É nítida a presença de horizonte diagnóstico B incipiente.

Foram identificados em ambientes associados a áreas de relevos muito movimentados (ondulados a forte-ondulados), com declividades entre 12 e 20%, ocorrendo raramente em áreas planas (baixadas), fora da influência do lençol freático.

Os perfis descritos e as análises texturais executadas mostraram essa classe representar os Cambissolos amarelo-brunado, A moderado, textura franco arenosa, relevo forte ondulado sobre substrato rochoso de diversas formações, em maioria da sequência metavulcanossedimentar - unidade ácida.

3.2.2. Argissolos

Sua ocorrência na área de estudo está relacionada, em sua grande maioria, a paisagens de relevos mais acidentados e dissecados, com superfícies menos suaves e declividades entre 6 e 12%.

Os perfis descritos e as análises texturais executadas na área de estudo mostraram ser Argissolos bruno-avermelhado-escuro, textura argilo-arenosa, sobrepostos a relevo suave ondulado e ondulado, descrito e coletado em corte de estrada com aproximadamente 8% de declive sob pastagem. Foram originados de litologias variadas com predominância de formações graníticas e metavulcanossedimentares.

3.2.3. Neossolos Litólicos

Os Neossolos Litólicos presentes na bacia são solos constituídos por material mineral, são rasos e muito pouco desenvolvidos, com pequena expressão dos processos pedogenéticos, onde a soma dos horizontes sobre a rocha não ultrapassa 50 cm, associados a relevos mais declivosos, com textura arenosa e frações grosseiras de cascalhos, calhaus e matacões.

Foram classificados como Neossolos Litólicos cinzento-oliváceo-claro, A moderado, textura franco arenosa, em relevos forte ondulados com declividades superiores a 20 % em substrato rochoso das formações Ponta Grossa em sua maioria, seguido da formação Furnas e demais. Foram descritos e coletados em corte de estrada.

3.2.4. Latossolos

Os perfis descritos e as análises texturais executadas na área de estudo mostraram ser Latossolos amarelo-avermelhado, A moderado, textura franca, em relevos planos a suaves ondulados, sobre substrato rochoso da formação Furnas em sua maioria e também graníticas, não predregosos, não rochosos, com erosão pouco aparente, fortemente drenados, descrito e coletado em perfil de corte de estrada com aproximadamente 4% de declive sob pastagem.

3.2.5. Gleissolos

Os Gleissolos (solos hidromórficos) presentes na bacia são constituídos por material mineral, que apresentam horizonte glei. O horizonte superficial apresenta cores desde cinzentas até pretas, com espessura normalmente entre 10 e 50 cm.

Na área de estudo foram identificados em sua maioria como sendo Gleissolos cinzento-brunado-claro, A moderado, textura franco-siltosa, muito mal drenados, sobre os substratos rochosos de diversas formações geológicas. Foram descritos e coletados numa proximidade de 20 m de curso hídrico.

3.2.6. Nitossolos

Os Nitossolos presentes na área de estudo são constituídos por material mineral, não hidromórficos, sendo definidos pela presença de horizonte diagnóstico subsuperficial B nítico, caracterizado pelo desenvolvimento de estrutura e de cerosidade. São profundos, bem drenados, de coloração vermelha. São identificados estando associados às áreas de relevos desde suave ondulado a forte ondulado sobre substrato de rochas básicas, ultrabásicas e alcalinas.

Foram classificados como Nitossolos vermelho-escuro, textura franco arenosa, A moderado, relevo ondulado sobre substrato de rochas da Suíte Alcalina Iporá-Amorinópolis. Foram descritos e coletados em corte de estrada em terço médio de encosta com 12% de declive sob pastagem.

3.3. Mapa de solos refinado

Através do cruzamento dos mapas e da interpolação dos pontos descritos em campo e amostrados em laboratório foi possível refinar o mapa de solos da BHRSM. A Tabela 6 e a Figura 8 ilustram a distribuição dos solos presentes na bacia. A Tabela 7 faz um comparativo das áreas (%) abrangidas pelas classes de solos nas escalas 1:250.000 (EMATER) e 1:100.000 (refinado) da BHRSM.

Tabela 6 - Classes de solos da BHRSM.

Solos	Área	
	km ²	%
Latossolos	60,4	22,0
Argissolos	64,5	23,2
Cambissolos	71,4	26
Neossolos litólicos	61,9	22,2
Nitossolos	3,8	1,3
Gleissolos	15,5	5,3
Total	274,3	100,0

Fonte: Elaborada pelo autor (2019).

Tabela 7 - Comparativo das áreas (%) abrangidas pelas classes de solos nas escalas 1:250.000 (EMATER) e 1:100.000 (refinado) da BHRSM.

Solos	Escala	
	1:250.000 Área %	1:100.000 Área %
Cambissolos	12,9	26
Argissolos	17,4	23,2
Neossolos Litólicos	24,5	22,2
Latossolos	45,2	22
Gleissolos	-	5,3
Nitossolos	-	1,3
Total	100	100

Fonte: Elaborada pelo autor (2019).

Como visto no mapa geológico, mais da metade da bacia é formada pelas rochas do Grupo Paraná - Formação Furnas e Ponta Grossa, onde estão concentradas as classes com maiores declividades, que também são mais da metade da área da bacia (52,37%) onde o relevo é ondulado a forte-ondulado, desfavorável à infiltração da água e favorável ao escoamento superficial, o que favorece a morfogênese em relação à pedogênese. Essa condicionante favoreceu a formação de solos pouco desenvolvidos, como os Neossolos Litólicos (22,25%) e os Cambissolos (26%), sendo que a maior parte está concentrada nas regiões sul e sudeste da bacia. Essas classes de solos juntas perfazem quase metade da área da bacia.

No mapeamento hidrogeológico do Estado de Goiás produzido por Almeida *et al.* (2006), classifica como aquíferos freáticos a camada do terreno constituída exclusivamente por coberturas regolíticas (solo e saprólito). Dessa forma, a capacidade de armazenamento e produção de água pelas classes de solos existentes na bacia pode ser discutida por essa ótica.

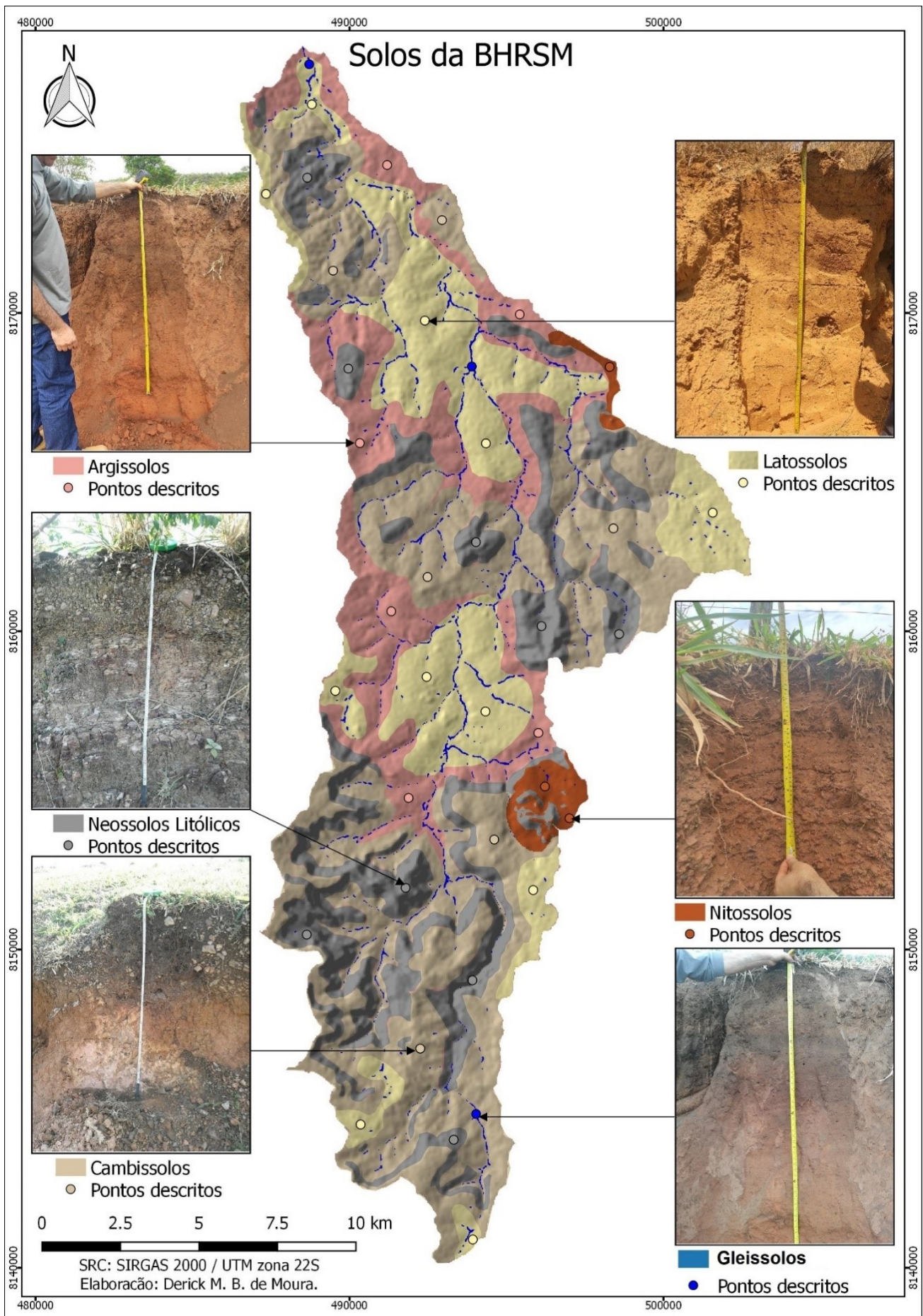


Figura 8 - Mapa de solos da BHRSM refinado para a escala 1:100.000.

Fonte: Mapa elaborado pelo autor (2019).

Os Cambissolos apresentam pequena profundidade e a ocorrência de rochas, cascalhos e matacões na massa do solo são as principais limitações para uso (SANTOS; ZARONI; ALMEIDA, 2019a). No caso onde há proximidade com os cursos hídricos, essa classe de solos é indicada para preservação da mata ciliar e de galeria (SANTOS, ZARONI, 2019). No trabalho de Almeida *et al.* (2006) os Cambissolos não são considerados aquíferos freáticos, pois não apresentam zona saturada perene rasa nem fluxo na porosidade intergranular e, portanto, não contribuem significativamente para o armazenamento e produção de água na bacia.

Os Argissolos, que representam 23,2% da área de estudo, foram relacionados a relevos com declividade entre 6 e 12%, geralmente nos fundos de vales e nos terços médios e inferiores das vertentes. Esses solos tendem a ser mais susceptíveis aos processos erosivos devido à relação textural presente nestes solos (textura média), que implica em diferenças de infiltração dos horizontes superficiais e subsuperficiais (ZARONI; SANTOS, 2019).

De acordo com Almeida *et al.* (2006), os Argissolos compõem um sistema aquífero freático intragranular livre, descontínuos e com distribuição lateral ampla. Apresentam pequenas importâncias hidrogeológicas relativas à função reservatório, podendo ser aproveitado, principalmente, para perfuração de poços de abastecimento em pequenas propriedades rurais. Do ponto de vista das funções recarga hídrica, filtragem e regulação, apresenta elevada importância hidrogeológica, uma vez que os horizontes mais ricos em argila funcionam como filtros de cargas contaminantes e retardam o fluxo. De forma geral apresentam espessuras médias inferiores a 15 metros (ALMEIDA *et al.* 2006). Sendo assim, possuem capacidade mediana para armazenamento e produção de água na bacia em estudo.

Os Latossolos compõem 22% da área de estudo e se concentram no centro-norte da bacia, em locais com relevo plano a suave ondulado, onde prevalece a pedogênese. Estão sobrepostos predominantemente as litologias da formação Furnas e também em formações graníticas e metavulcanossedimentares. Por serem profundos a muito profundos, acentuadamente drenados, friáveis, muito porosos e permeáveis, possuem baixa suscetibilidade a erosão. Esses solos estão situados em relevo plano a suave-ondulado, com declividade que raramente ultrapassa 6% (SOUSA; LOBATO, 2019). Devido às boas condições físicas e aos relevos mais suaves, há uso agrícola com plantio de soja onde ocorrem esses solos na bacia. Suas limitações estão mais relacionadas à baixa fertilidade e baixa retenção de umidade, quando de texturas mais grosseiras.

De acordo com Almeida *et al.* (2006) os latossolos compõem um sistema aquífero freático intragranular, contínuos, livres de grande distribuição lateral, com importância hidrogeológica principalmente relacionada às funções filtro e reguladora. De forma geral, possui alta condutividade hidráulica e elevada porosidade efetiva.

As espessuras totais dos regolitos associados aos latossolos são em torno dos 20 metros, por isso possuem capacidade alta de armazenamento e produção de água no sistema bacia hidrográfica (ALMEIDA *et al.*, 2006).

Os Neossolos Litólicos estão presentes em áreas com maiores declividades. As limitações ao uso das terras desses solos são relacionadas a pouca profundidade, presença de rocha e aos declives acentuados associados às áreas de ocorrência destes solos. Estes fatores limitam o crescimento radicular, o uso de máquinas e elevam o risco de erosão. São solos normalmente indicados para preservação da flora e fauna (SANTOS; ZARONI; ALMEIDA, 2019b). De acordo com Almeida *et al.* (2006), os Neossolos Litólicos também não são considerados aquíferos freáticos. Sendo assim os Neossolos litólicos possuem pouquíssimas ou nenhuma capacidade de armazenamento e produção de água na bacia hidrográfica.

Os Gleissolos, que perfazem um total de 5,3% da área em estudo, e encontram-se em áreas planas de terraços fluviais sujeitas a constante ou periódico excesso d'água, referente à sedimentos recentes nas proximidades dos cursos d'água e à materiais colúvio-aluviais sob condições de hidromorfia. São solos que ocorrem sob vegetação de várzea, vereda ou matas ciliares e de galeria com declividades até 3%. Nos Gleissolos a proximidade com os rios limita o uso agrícola desta classe de solos, sendo, também, área indicada para preservação das matas ciliares. No entanto, áreas fora da proteção ambiental apresentam potencial ao uso agrícola, desde que não apresentem teores elevados de alumínio, sódio e de enxofre (SANTOS, ZARONI, 2019).

Por suas características de forte deficiência de drenagem e por permanecerem saturados até a superfície na maior parte do tempo, são considerados como zonas exutórias (nascentes) ou locais de descarga dos aquíferos freáticos e eventualmente profundos (ALMEIDA *et al.* 2006). Esses solos recebem água advinda do lençol freático, onde o mesmo aflora e exfiltra água para a superfície do terreno, surgindo nascentes.

Os Nitossolos representam menor proporção na área em estudo (1,3%), relacionados às rochas da Suíte Alcalina Iporá-Amorinópolis e às declividades entre 6 e 12%. Esses solos apresentam alto risco de erosão devido aos relevos acidentados a que estão associados (SANTOS, ZARONI, 2019), o que exige adoção de práticas de conservação do solo para prevenção contra erosão, assoreamento de cursos hídricos etc. Conforme Almeida *et al.* (2006), assim como os Argissolos, os Nitossolos também compõem um sistema aquífero freático intragranular livre, com capacidade mediana de armazenamento e produção de água devido suas profundidades médias.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os resultados obtidos, a metodologia do refinamento mostrou-se adequada ao propósito de se alcançar uma melhor escala do mapeamento de solos para a área em estudos – 1:100.000. Os dados secundários referentes ao substrato geológico e o mapeamento de declividade contribuíram na inferência dos tipos de solo e garantiram maior acurácia da distribuição espacial e dos limites das unidades pedológicas. De mesma maneira, as incursões em campo para descrição dos perfis de solo e a coleta das amostras para análise laboratorial textural foram essenciais para uma classificação mais detalhada dos tipos de solo.

Em campo foi constatado que as classes de solos estão associadas com os seguintes tipos de uso e cobertura: os Neossolos Litólicos estão associados aos locais com remanescente de vegetações naturais; os Cambissolos estão associados ao uso por pastagem, por apresentar ocorrência de rochas, cascalhos e matacões, limitando o uso por agricultura. Quando ocorrem próximos aos cursos hídricos possui cobertura vegetal natural em forma de mata de galeria; os Argissolos e Nitossolos estão associados ao uso pela agricultura e pastagens, por serem mais férteis. Porém esses solos são mais susceptíveis aos processos erosivos, sendo necessário um manejo adequado; os Latossolos estão associados ao uso pela agricultura, devido as formas planares do relevo; os Gleissolos estão associados as vegetações naturais de matas de galerias inundáveis e as veredas.

O refinamento evidenciou classes de solos antes não existentes no mapa de solos em escala de 1:250.000, como os Nitossolos e os Gleissolos. E diferentemente do mapa de solos em escala 1:250.000 onde mostrava a que os Latossolos eram predominantes na bacia (45,2 %), o refinamento para a escala de 1:100.000 mostrou que os Cambissolos predominam na área em estudo (26%), seguidos pelos Argissolos (23,2%), Neossolos Litólicos (22,2%) e, então, Latossolos (22%), Gleissolos, (5,3%) e os Nitossolos (1,3%). De forma geral, a utilização das técnicas em conjunto possibilitou um mapeamento mais confiável e a obtenção de uma escala compatível ao planejamento em nível local.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L. D.; RESENDE, L.; RODRIGUES, A. P.; CAMPOS, J. E. G. Hidrogeologia do estado de Goiás e Distrito Federal. **Goiás, Secretaria de Indústria e Comércio, Superintendência de Geologia e Mineração**. Série Geologia e Mineração, 2006. 132p.

CPRM. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. **Carta Geológica-Geofísica**. Folhas SE.22-V-B-III e SE.22-V-B-V. Escala 1:100.000. Joffre Valmório de Lacerda Filho (Organizador) Goiânia, 2019. Disponível em: <http://geosgb.cprm.gov.br/> Acesso em: 02 nov. 2019.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S.; AZEVEDO, L.G.; DUARTE, V.; HERNANDEZ, P.; FLORENZANO, T; BARBOSA, C. **Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicados ao Zoneamento Ecológico Econômico e ao Ordenamento Territorial**. 1. ed. INPE: São José dos Campos, SP, 2001. 103p.

DALMOLIN, R. S. D.; KLAMT, E.; PEDRON, F. A.; AZEVEDO, A. C. D. Relação entre as características e o uso das informações de levantamentos de solos de diferentes escalas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 5, p. 1479-1486, 2004.

DALMOLIN, R. S. D.; TEN CATEN, A. Mapeamento Digital: nova abordagem em levantamento de solos. **Investigación Agraria**, v. 17, n. 2, p. 77-86, 2015.

EMATER - Agência Goiana de Assistência Técnica, Extensão Rural e Pesquisa Agropecuária. **Mapa de Solos 1:250.000**. Disponível em: Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás - SIEG. Downloads/SIG – Shapefiles - Solos - Solos 1:250.000. <http://www.sieg.go.gov.br/produtosIMB.asp?cod=4715>. Acesso em: 3 fev. 2017.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília: EMBRAPA, 2013. 356p.

IBGE. **Manual Técnico de Pedologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. 2018. 316p.

JENNY, H. **Factors of soil formation: a system of quantitative pedology**. 1. ed. Courier Corporation, 1941. 281p.

LAGACHERIE, P.; MCBRATNEY, A. B. Chapter 1: Spatial soil information systems and spatial soil inference systems: perspectives for digital soil mapping. **Developments in soil science**, v. 31, p. 3-22, 2007.

LEMOS, R. C.; SANTOS, R. D. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 1. ed. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1996. 102p.

MENDONÇA-SANTOS, M. L.; SANTOS, H. G. The state of the art of Brazilian soil mapping and prospects for digital soil mapping. In: LAGACHERIE, P.; MCBRATNEY, A. B.; VOLTZ, M. (Ed.). **Digital Soil Mapping: an introductory perspective**. Amsterdam: Elsevier, 2007. p. 39–54.

MOURA, D. M. B. **Avaliação ambiental e fisiográfica da bacia hidrográfica do Ribeirão Santo Antônio, com vistas ao abastecimento hídrico da cidade de Iporá (GO)**. 2017. 107 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Goiás, Jataí, 2017.

PFAFSTETTER, O. **Classificação de bacias hidrográficas – Metodologia de codificação**. Rio de Janeiro: Departamento Nacional de Obras de Saneamento (DNOS), 1989. 19p.

REICHERT, J. M.; DALMOLIN, R. **Fatores e Processos de Formação do Solo**. Universidade Federal de Santa Maria, 2011. Disponível em: <http://www.fiscadosolo.ccr.ufsm.whoos.com.br>. Acesso em: 02 ago. 2018.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; FILHO, J. C. A.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3. ed. Brasília: Embrapa, 2013. 353p.

SANTOS, H. G.; ZARONI, M. J. Agência Embrapa de Informação Tecnológica. **Nitossolos**. Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/.html. Acesso em: 23 mai. 2019.

SANTOS, H. G.; ZARONI, M. J.; ALMEIDA, E. P. C. Agência Embrapa de Informação Tecnológica. **Cambissolos Háplicos**. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/.html. 23 mai. 2019a.

SANTOS, H. G.; ZARONI, M. J.; ALMEIDA, E. P. C. Agência Embrapa de Informação Tecnológica. **Neossolos Litólicos**. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais.html. Acesso em: 23 mai. 2019b.

SISTEMA ESTADUAL DE GEOINFORMAÇÃO DE GOIÁS - SIEG. **Downloads/SIG – Shapefiles**. Disponível em: <http://www.sieg.go.gov.br/>. Acesso em: 3 fev. 2017.

SOUSA, F. A. **Uso e ocupação na bacia hidrográfica do ribeirão Santo Antônio em Iporá-Go, como subsídio ao planejamento**. 2006. 106 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Estudos Sócio-Ambientais. Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2006.

SOUSA, F. A. **A contribuição dos solos originados sobre granitos e rochas alcalinas na condutividade hidráulica, na recarga do lençol freático e na suscetibilidade erosiva – um estudo de caso na alta bacia hidrográfica do rio dos bois em Iporá (GO)**. 2013. 207 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2013.

SOUSA, F. A. Mapa de solos e aptidão agrícola do município de Iporá-GO: Primeira aproximação. In: I Simpósio Internacional de água, solos e geotecnologias. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE ÁGUA, SOLOS E GEOTECNOLOGIAS. 1., 2015, Uberaba. **Anais...** Uberaba, 2015. p. 26-39.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. Agência Embrapa de Informação Tecnológica. **Latossolos**. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia16/AG01/arvore.html>. Acesso em: 23 mai. 2019.

TOPODATA. **Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil**. Folha 16S525. Altitude. Disponível em: < www.webmapit.com.br/inpe/topodata/>. Acesso em: 17 jul. 2018.

ZARONI, M. J.; SANTOS, H. G. Agência Embrapa de Informação Tecnológica. **Argissolos**. Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais.html. Acesso em: 23 mai. 2019.

Trabalho enviado em 30/03/2020

Trabalho aceito em 03/08/2020