

---

## **BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO AREADO, MINAS GERAIS: CARACTERIZAÇÃO DAS UNIDADES GEOLÓGICAS, GEOMORFOLÓGICAS E SOLOS**

Juberto Babilônia de **SOUSA**

Professor no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado Mato Grosso –  
IFMT

E-mail: jubertobabilonia@yahoo.com.br

Flávio Rodrigues do **NASCIMENTO**

Universidade Federal do Ceará – Fortaleza – Ceará – Brasil

E-mail: flaviogeo@bol.com.br

Célia Alves de **SOUZA**

Professora no Curso de Geografia da Universidade do Estado de Mato Grosso.

E-mail: celialvesgeo@globo.com

**RESUMO:** O estudo objetivou identificar as ocorrências geológicas, as unidades geomorfológicas e a distribuição pedológica da bacia hidrográfica Ribeirão Areado/Alto Francisco, Minas Gerais. Para a realização da pesquisa alguns procedimentos foram necessários: compilação de mapas a partir de dados temáticos (geologia, geomorfologia, hidrológico e pedológico). Utilizou-se da tecnologia dos Sistemas de Informações Geográficas ArcGIS® para elaboração dos mapas e trabalho de campo para reconhecimento e validação de informações. Como resultados, registraram três ocorrências litológicas na bacia, a Formação Areado é caracterizada por arenitos, siltitos e folhelhos, ocupa a maior porção da área da bacia, 297,30 km<sup>2</sup>. O Grupo Mata da Corda (rochas vulcânicas e vulcanoclásticas) é representada por tufitos, ocupa 81,20 km<sup>2</sup> da bacia e o Grupo Bambuí (rochas metassedimentares) é representado por siltitos, arcósios filitos quartzitos, argilitos e folhelhos intercalados com calcário e dolomitos, ocupa 62,40 km<sup>2</sup> da bacia. A bacia hidrográfica do Ribeirão Areado possui três unidades geomorfológicas distintas: a superfície de aplainamento tabular, superfície dissecada e vales encaixados. Os solos denominados de classes dominantes e associações são diversificados quanto à classificação, em razão, principalmente, da diversidade do material de origem e posição topográfica presentes ao longo da bacia, os Latossolos Vermelho-Amarelos (Distróficos e Distroféricos) predominam ocupando 222,65 km<sup>2</sup> na bacia.

**Palavras Chaves:** Bacia hidrográfica. Geologia. Geomorfologia. Pedologia

### **RIBEIRÃO AREADO WATER BASIN, MINAS GERAIS: GEOLOGY, GEOMORPHOLOGY AND PEDOLOGY**

**ABSTRACT:** This study aimed to identify the geological occurrences, geomorphological units and pedological distribution of the Ribeirão Areado/Alto Francisco watershed, Minas Gerais. Some procedures were necessary: compilation of maps from thematic data (geology, geomorphology, hydrological and pedological). It used ArcGIS® Geographic Information Systems technology for mapping and fieldwork for information recognition and validation. Recorded three geological

occurrences in the basin, the Areado Formation is characterized by sandstones, siltstones and shales, occupies the largest portion of the basin area, 297.30 km<sup>2</sup>. The Mata da Corda Group (volcanic and volcanoclastic rocks) is represented by tufts, occupying 81.20 km<sup>2</sup> of the basin. The Bambuí Group (metasedimentary rocks) is represented by siltstones, quartzite filites, claystones and shales interspersed with limestone and dolomites, occupies 62.40 km<sup>2</sup> of the basin. The Ribeirão Areado watershed has three distinct geomorphological surfaces: the tabular planing surface, the dissected surface and the embedded valleys. The soils known as dominant classes and associations are diversified as to classification, mainly due to the diversity of the source material and topographic position present throughout the basin. in the basin. The study allowed the characterization of the environmental aspects of the basin.

**Keywords:** Watershed. Geological. Geomorphological. Pedological

### **RIBEIRÃO AREADO DE LA CUENCA DE AGUA, MINAS GERAIS: GEOLOGÍA, GEOMORFOLOGÍA Y PEDOLOGÍA**

**RESUMEN:** Este estudio tuvo como objetivo identificar las ocurrencias geológicas, unidades geomorfológicas y distribución pedológica de la cuenca del Ribeirão Areado / Alto Francisco, Minas Gerais. Algunos procedimientos fueron necesarios: compilación de mapas a partir de datos temáticos (geología, geomorfología, hidrología y pedología). Utilizó la tecnología de Sistemas de Información Geográfica ArcGIS® para mapeo y trabajo de campo para reconocimiento y validación de información. Registrada tres ocurrencias geológicas en la cuenca, la Formación Areado se caracteriza por areniscas, limolitas y lutitas, ocupa la mayor parte del área de la cuenca, 297.30 km<sup>2</sup>. El Grupo Mata da Corda (rocas volcánicas y volcánicas) está representado por mechones, que ocupan 81,20 km<sup>2</sup> de la cuenca. El Grupo Bambuí (rocas metasedimentarias) está representado por limolitas, arcos de filitos de cuarcita, arcillas y lutitas intercaladas con piedra caliza y dolomitas, ocupa 62,40 km<sup>2</sup> de la cuenca. La cuenca del Ribeirão Areado tiene tres superficies geomorfológicas distintas: la superficie de planeo tabular, la superficie disecada y los valles incrustados. Los suelos conocidos como clases y asociaciones dominantes están diversificados en cuanto a clasificación, principalmente debido a la diversidad del material fuente y la posición topográfica presente en toda la cuenca. en la cuenca. El estudio permitió caracterizar los aspectos ambientales de la cuenca.

**Resumen:** Cuenca. Geológica. Geomorfológica. Pedológica.

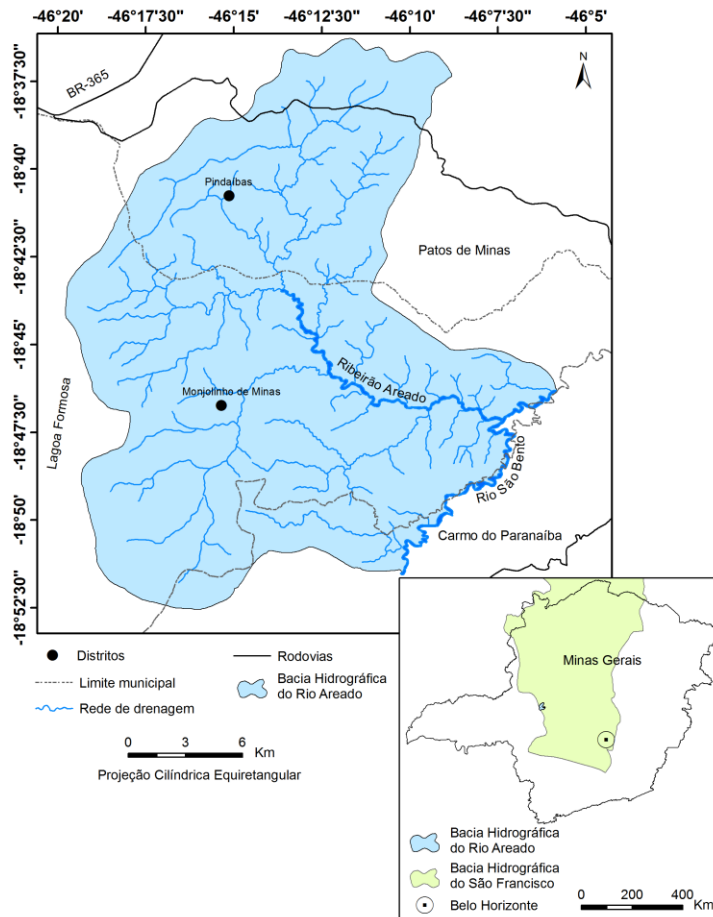
### **INTRODUÇÃO**

Os elementos físicos ambientais tais como o clima, a vegetação, capacidade de infiltração do solo, a influência geológica e a geomorfológica influenciam diretamente no escoamento superficial de uma bacia hidrográfica, indicando a quantidade total das águas das precipitações que chegam ao canal fluvial (SUGUIO; BIGARELLA, 1990).

Cunha (1998) considera que a bacia hidrográfica é uma unidade geomorfológica muito importante por agrupar vários fatores em interação, tais como: bióticos, abióticos, econômicos e sociais. Intervenções expressivas, principalmente de origem antrópica, em qualquer parte de uma bacia, geram alterações cujos impactos serão transferidos a jusante, influenciando no fluxo energético e na dinâmica fluvial.

Este estudo foi realizado na bacia hidrográfica do ribeirão Areado (440,90 km<sup>2</sup>) que está inserida na porção oeste do alto curso da bacia hidrográfica do rio São Francisco, Estado de Minas Gerais, localizado entre as coordenadas geográficas de 18° 30' e 19° 37' de latitude Sul e 46° 20' e 46° e 50' de longitude Oeste de Greenwich (Figura 1) e, representa 0,07% da área total da bacia do rio do São Francisco.

Figura 1: Bacia do ribeirão Areado/Alto Francisco - MG



Fonte: Adaptado a partir da carta topográfica Carmo Paranaíba na escala 1:100.000 do ministério do exército – DSG.

A Bacia encontra-se entre duas importantes bacias hidrográficas, a do rio Paranaíba (Paraná) a oeste, e a do rio São Francisco a leste. O alto curso da bacia hidrográfica do rio São Francisco, comporta principalmente rios e córregos de médio e pequeno porte. Como rios principais destacam-se o São Bento e o Areado, afluentes da margem esquerda do mesmo, com drenagem predominante do tipo meandrante e irregular. Compreende setores limítrofes do sul do município de Patos de Minas, norte do município de Carmo Paranaíba, leste do município de Tiros e oeste do município de Lagoa Formosa.

Lacerda e Alvarenga (2000) apontam que o relevo é ligado ao fator tempo na gênese dos solos, é, portanto, na paisagem brasileira, onde os processos pedogenéticos são ativos, ele tenha um papel crítico como controlador do tempo de exposição aos agentes bioclimáticos. As partes mais velhas (expostas ao intemperismo há mais tempo) são justamente as altas chapadas, comuns no território brasileiro, onde ocorrem os solos mais velhos e lixiviados, muitas vezes cobertos por vegetação de cerrado enquanto as partes rejuvenescidas, mais baixas e mais acidentadas, apresentam quase sempre, vegetação melhor sobre solos mais novos.

O estudo das características ambientais de uma bacia hidrográfica é um instrumento de pesquisa que permite conhecer a sua estrutura e o seu funcionamento. Essas características estão relacionadas aos aspectos geológicos, às formas de relevo, aos processos geomorfológicos e às características hidrológicas e climáticas, assim como à biota e o uso da terra (TORRES *et al.*, 2012).

O estudo objetivou identificar e caracterizar as ocorrências geológicas, as unidades geomorfológicas e distribuição pedológica da bacia hidrográfica Ribeirão Areado/Alto Francisco, Minas Gerais.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Procedimentos técnicos e metodológicos**

Compilação de mapas a partir de dados temáticos (geologia, geomorfologia, hidrológico e pedológico) da bacia.

Trabalho de campo, foram dois: a primeira atividade de campo de reconhecimento e o segundo para validação de informações plotadas nos mapas.

As ferramentas dos Sistemas de Informações Geográficas SIGs foram utilizadas em todas as fases do trabalho, mediante a técnica de interpretação visual e digital de fontes levantadas que mostrem aspectos sistemáticos dos recursos naturais. O estudo exigiu tratamento de informações, que constituiu a base de dados fundamentais para uma análise aplicada. A utilização do SIG *ArcGIS*®, desenvolvido pelo *Environmental Systems Research Institute* (ESRI) de Rodlans, Califórnia (ORMSBY, 2001), possibilitou o cruzamento de todas as informações disponíveis. A implantação da tecnologia oferecida pelos SIGs veio ao encontro dos objetivos propostos no presente estudo, facilitando assim, a operacionalização do mesmo. Essa técnica favoreceu a interpretação dos temas abordados, observando-se suas interrelações.

A cartográfica envolveu a adaptação dos seguintes mapas: básico, geológico, geomorfológico e pedológico. Na adaptação das cartas temáticas as escalas foram variáveis em razão da não existência de uma mesma escala sobre a base cartográfica.

O **mapa básico** da rede de drenagem foi elaborado a partir da carta topográfica Carmo Paranaíba, na escala de 1:100.000 do Ministério do Exército - DSG. Sendo criado no Programa *ArcGIS* as topologias rede de drenagem, povoado e vias de circulação.

O **mapa geológico** foi adaptado a partir folha SE.23-Y- B -Três Marias, na escala de 1:250.000, do Programa de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. A adaptação do mapa geológico se deu com a delimitação dos limites geológicos sobre a folha SE.23-Y-B-Três Marias.

O **mapa geomorfológico** foi adaptado a partir da carta topográfica Carmo Paranaíba, na escala de 1:100.000 do Ministério do Exército - DSG e 1:1.000.000 do IBGE. A adaptação do mapa geomorfológico se deu com a delimitação dos limites geomorfológicos sobre a carta topográfica Carmo Paranaíba na escala de 1:100.000 do Ministério do Exército - DSG e 1:1.000.000 do IBGE.

O **mapa pedológico** foi adaptado a partir do mapeamento realizado pela Fundação Estadual de Meio Ambiente de Minas Gerais, na escala de 1:250.000. A adaptação do mapa pedológico se deu com a delimitação dos limites pedológicos sobre o mapeamento realizado pela Fundação Estadual de Meio Ambiente de Minas Gerais, na escala de 1:250.000.

Por meio do software *SPRING 5.2* (Sistema de Processamento de Informação Georreferenciadas) realizou a vetorização das informações. Usou as ferramentas do Programa *ArcGIS* para delimitação, digitalização e georreferenciar a partir de informações contidas na carta topográfica e mapas temáticos (geológico, geomorfológico, pedológico). O *layout* e exportação do produto final (mapa temático) foi gerado pelo *software ArcGis 9.1*.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **Unidades geológicas**

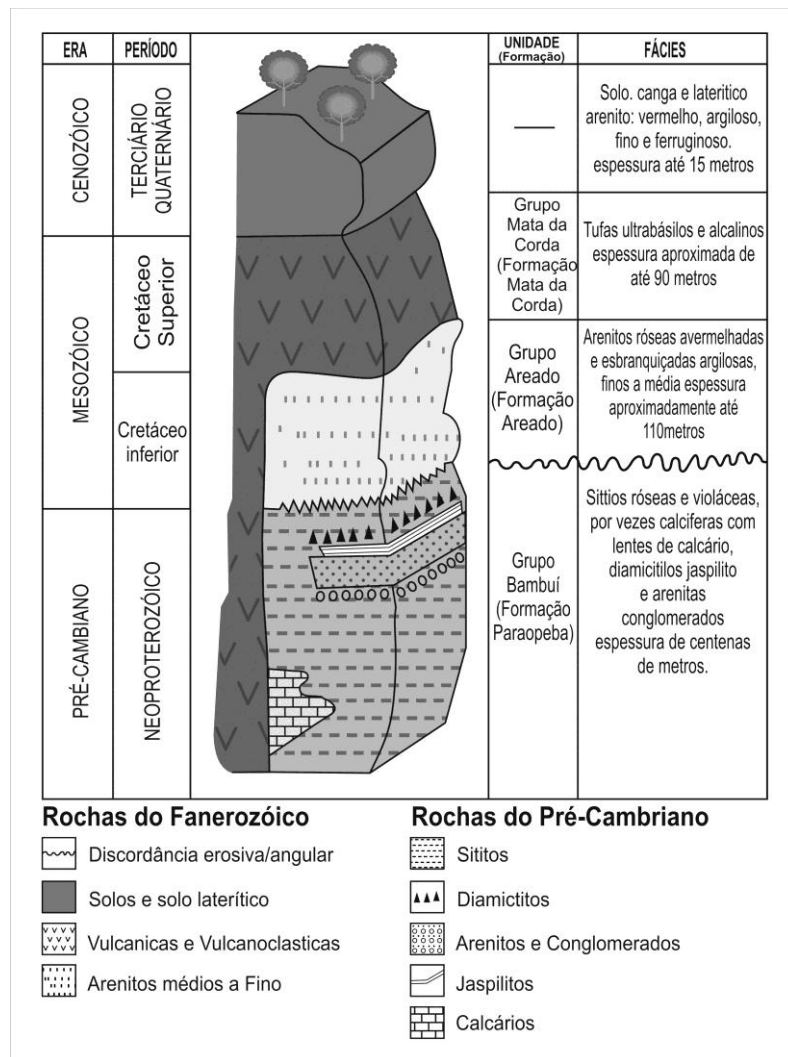
O substrato geológico que sustenta as superfícies geomórficas regionais apresenta-se constituído por litologias pertencentes ao embasamento de rochas pelíticas do Pré-Cambriano – Proterozóico Superior (2,5 a 544 milhões de anos antes do presente), cobertas por sedimentos flúvio-lacustres do Mesozóico – Cretáceo Inferior e Superior (146 a 65 milhões de anos antes do presente), afetadas por material piroclástico (ALMEIDA, 1979; UHLEIN *et al.*,

2010) conhecidos como tufos. Ocorre, ainda, uma extensa cobertura cenozóica areno-argilosa parcialmente laterizada (Figura 2).

Segundo Branco e Costa (1961), a borda oeste da bacia do São Francisco onde localiza-se a bacia hidrográfica do Ribeirão Areado é caracterizada por falhas normais de direções submeridianas e inclinadas para leste, controlada pela estruturação do embasamento cristalino, que condicionou a sedimentação da bacia.

Partindo de um contexto geológico regional, a Bacia do São Francisco, foi palco de cinco ciclos tectono-sedimentares ao longo de sua história evolutiva fanerozóica (544 milhões de anos até o presente) (SGARBI *et al.*, 2001).

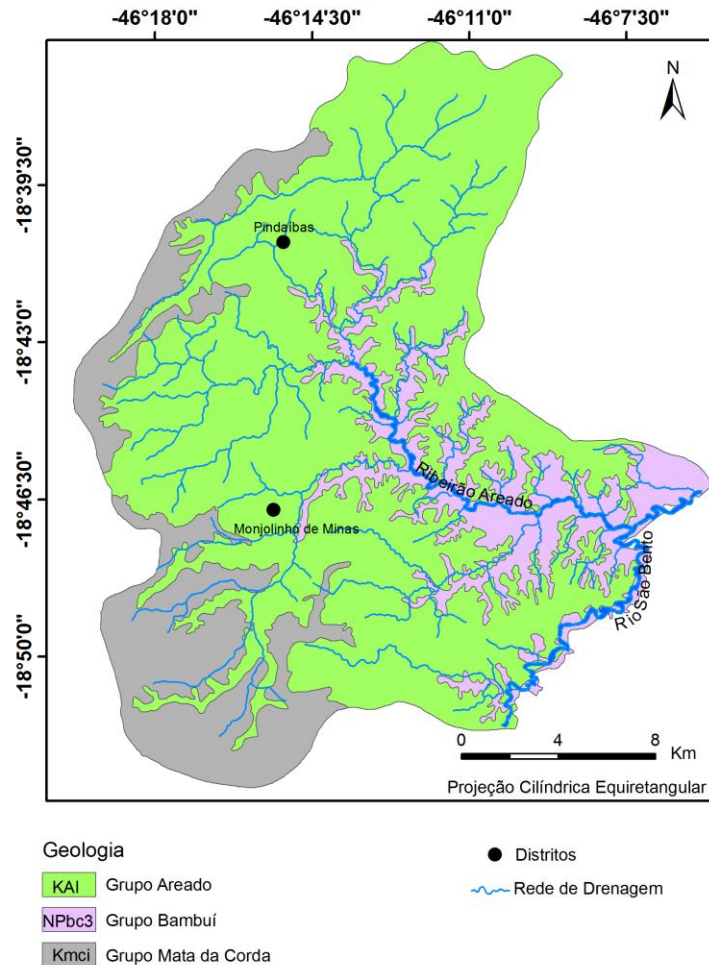
Figura 2: Coluna estratigráfica do Grupo Bambuí, Areado e Mata da Corda, para a Bacia Hidrográfica do Ribeirão Areado



Fonte: adaptado de Seer *et al.* (1989) e Baptista (2004).

Dentre os cinco ciclos tectono-sedimentares, dois ciclos sedimentares correspondem ao material geológico da área de estudo (alto curso da Bacia do São Francisco), que são (Figura 3):

Figura 3: Geologia da bacia hidrográfica do Ribeirão Areado



Fonte: Adaptado a partir da folha SE.23-Y-B-Três Marias na escala de 1: 250.000, do Programa de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil.

**a) Formação Mata da Corda pertencente ao Grupo Mata da Corda**, membro Patos, do período Cretáceo Superior, constituída por uma associação de rochas alcalinas kamafugíticas com sedimentos vulcanoclásticos;

**b) Formação Areado pertencente ao Grupo Areado**, membro Abaeté do período Cretáceo Inferior e seus vários depósitos de leques aluviais e de torrentes do tipo *wadi*, além de sedimentos lacustrinos fluviais e eólicos.

**c) Formação Paraopeba pertencente ao Grupo Bambuí** do período Proterozóico Superior (MINAS GERAIS, 1976; FRAGOSO *et. al.*, 2011). O embasamento corresponde às rochas do Grupo Bambuí.

A Formação Mata da Corda recobre a Formação Areado. Essa sequência de material geológico sofre variação na área de estudo. No campo, observa-se que nos locais de relevo com forte dissecação, as formações geológicas ocorrem na seguinte sequência: no topo a Formação Areado, na parte intermediária a Formação Mata da Corda e na Base a Formação Paraopeba. Pode-se dizer que essa sequência surgiu, inicialmente, pelo contínuo processo de intemperização e erosão que promoveu a dissecação das paisagens. Posteriormente, as áreas dissecadas foram preenchidas por material piroclástico (Formação Mata da Corda) e recobertas por sedimentos finos da Formação Areado.

A Formação Areado (rochas sedimentares) é caracterizada por arenitos, siltitos e folhelhos, ocupa a maior porção da área da bacia, 297,30 km<sup>2</sup>, o que corresponde a 67,45%. O Grupo Mata da Corda (rochas vulcânicas e vulcanoclásticas) é representada por tufitos, lavas melanocráticas, arenitos cineríticos e lentes de arenito conglomeráticas, ocupa 81,20 km<sup>2</sup> da área da bacia, o que corresponde a 18,41%. O Grupo Bambuí (rochas metassedimentares) é representado por siltitos, arcósios filitos quartzitos, argilitos e folhelhos intercalados com calcário e dolomitos, ocupa 62,40 km<sup>2</sup> da área da bacia, o que corresponde a 14,14% (Tabela 1) (CETEC, 1983; CAMPOS; DARDENNE, 1997).

Tabela 1: Áreas das diferentes Formações Geológicas e suas correspondências dentro da Bacia

<b>Geologia</b>	<b>Área total (km<sup>2</sup>)</b>	<b>%</b>
Grupo Areado	297,30	67,45
Grupo Bambuí	62,40	14,14
Grupo Mata da Corda	81,20	18,41
<b>Total</b>	<b>440,90</b>	<b>100</b>

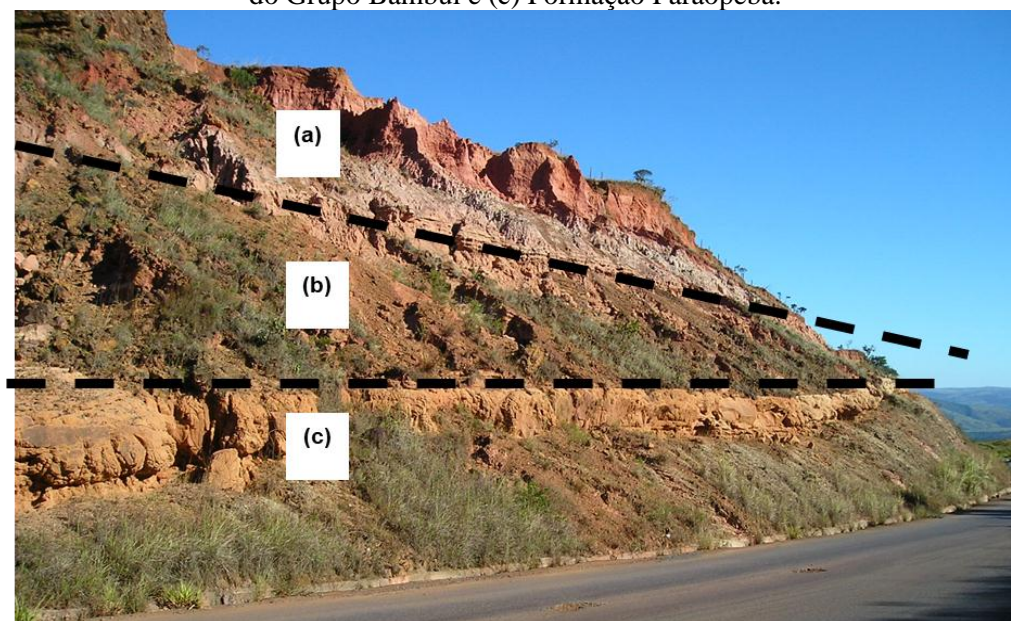
Fonte: Organizado por (Sousa, 2013).

A geologia da bacia apresenta feições geomorfológicas compartimentadas como uma superfície geomórfica intermediária entre o Planalto do São Francisco e a Depressão do São Francisco. Estas feições apresentam em sequência de três formas de relevo elaboradas sobre a geologia local, a saber: a) superfícies de aplainamentos tabulares (chapadões), b) superfícies dissecadas e c) vales encaixados, todas elaboradas sob a geologia local.



De modo geral, as tipologias das feições geomórficas se deram em função do tipo litológico, morfologia, posição topográfica e do grau do retrabalhamento erosivo atingidas pelas superfícies. Nas áreas de chapada a sequência geológica segue conforme demonstrado na figura 4.

Figura 4: Contato geológico entre as Formações: (a) Formação Areado, (b) Formação Mata da Corda do Grupo Bambuí e (c) Formação Paraopeba.



Fonte: Foto tirada pelos autores.

Nas áreas chapadas, diferentemente das áreas dissecadas, o Grupo Mata da Corda recobre em discordância erosiva a sequência terrígena do Grupo Areado. Dentro do contexto geológico, o contato discordante e erosivo, Mata da Corda/Grupo Areado, sugere a existência de um paleorelevo acentuado, esculpido principalmente nas rochas do Grupo Areado (SGARBI, 1991), o que caracteriza a feição superfície de aplainamento tabular.

Na Bacia, o Grupo Mata da Corda é mais evidente na forma de um cinturão ao longo das bordas de escarpas e evidenciando formas de relevo dissecadas que se apresentam como um conjunto de morrotes convexos com declividade acentuada e rampas curtas, razão dada pela sua alta friabilidade e capacidade de intemperização.

As formas deposicionais do Grupo Areado ao longo da Bacia sofrem forte remoção devido a sua menor estabilidade e formam as superfícies dissecadas e, em pontos de maior energia ocorre maior remoção dos sedimentos e há a formação de morros colinares. Estas feições contrapõem-se às feições da superfície de aplainamento tabular (Chapadão) com os fundos dos vales encaixados embasados com rochas do Grupo Bambuí que conferem formas em vales profundos e estreitos em forma de “U” que foram esculpidos pela rede de drenagem.

Do ponto de vista da geologia da bacia, como fornecedora de material para a elaboração dos solos, destaca-se o produto do intemperismo das rochas que compõem o Grupo Mata da Corda, o tufito.

Os tufos vulcânicos presentes na área de estudo estão localizados principalmente nas áreas dissecadas das paisagens. Estes tufos vulcânicos (Membro Patos) são conhecidos como “chaminés alcalinas”. São constituídos de fragmentos de tamanho médio e fino, provenientes de atividades vulcânicas explosivas ou de material resultante da pulverização de rochas pré-existentes (LADEIRA; BRITO, 1968; BARBOSA *et al.*, 1970). São de baixa densidade, muito porosos, tendo granulação em que parte é compreendida entre 0,1 m/m e 0,002 m/m e, que, constitui 90,16 % do total (LEINZ; LEONARDOS, 1971).

O tufito da área de estudo tem sua origem da Serra Negra, localizada a leste do município de Patrocínio. A cerca de 6 km do município, existe um domo que sugere um antigo vulcão extinto, cujas margens afuniladas e contorno oblongo sugerem antiga cratera vulcânica.

A constituição mineralógica do tufito é bastante variável, bem como a sua composição química total (Tabela 2). Os tufos contêm minerais acessórios de rochas ultrabásicas, tais como: magnetita, apatita, cromita, dentre outros (HASUI; HARALYI, 1991). A maior parte do Fe do tufito está ligado à magnetita (SEER *et al.*, 1989; HASUI; HARALYI, 1991). A cor verde do afloramento é constituída de pseudomorfos em nontronita e montmorilonita de constituintes ferro-magnesianos e feldspatos das rochas originais fragmentadas pelas explosões vulcânicas (LEINZ; LEONARDOS, 1971).

Tabela 2: Análise química total de material Tufito

Amostras	Composição química total									
	dag kg <sup>-1</sup>									
	SiO <sub>2</sub>	FeO <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CrO <sub>3</sub>	MgO	MnO <sub>2</sub>	CaO	K <sub>2</sub> O
	36	12	8	0,2	6	0,2	5	0,3	2	0,5
Tufitos	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	40	23	10	10	10	0,6	13	0,6	3	8

Fonte: Guimarães (1955); Rolim Neto (2002); Silva (2003). Organizado por (Sousa, 2013).

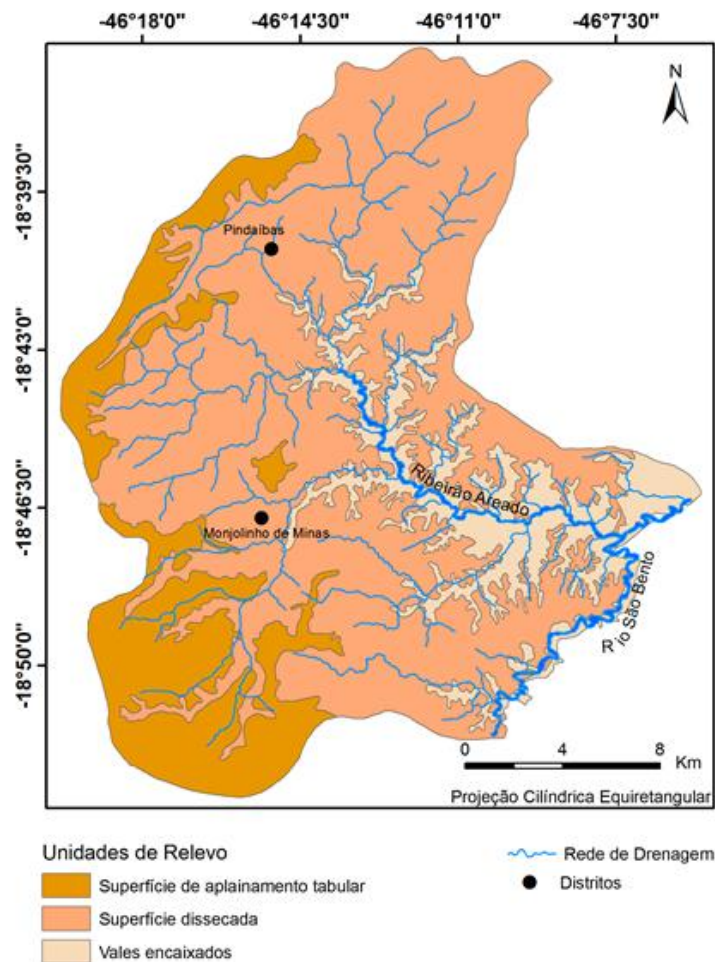
A geoquímica do material piroclástico apresenta na sua composição alguns elementos químicos fundamentais para o desenvolvimento de plantas, como o fósforo (P), magnésio

(Mg), cálcio (Ca) e potássio (K) e, elementos como o níquel (Ni), cromo (Cr), cobalto (Co) e cobre (Cu) que podem ser prejudiciais ao meio ambiente e, sobretudo, ao homem.

### Unidades geomorfológicas

Na bacia hidrográfica do Ribeirão Areado encontra-se os compartimentos morfopedológicos Planalto do São Francisco, Fundos de Vales e Áreas Dissecadas (Figura 5). O principal compartimento geomorfológico encontrado é o Planalto do São Francisco, seguido dos fundos dos vales e áreas dissecadas. O Planalto do São Francisco constitui-se num conjunto de relevos residuais de topo plano e de aspecto denudacional tabular plano, delimitado por escarpas erosivas variavelmente por amplos anfiteatros dissecados de vertentes convexas (OLIVEIRA; RODRIGUES, 2007).

Figura 5: Unidades de relevo da bacia hidrográfica do Ribeirão Areado.



Fonte: Adaptado a partir da carta topográfica Carmo Paranaíba, na escala de 1:100.000 do Ministério do Exército - DSG e 1:1.000.000 do IBGE

As superfícies geomórficas da bacia são produtos de múltiplos ciclos de erosão (BIGARELLA; ANDRADE, 1965), resultantes da atuação de processos morfoclimáticos, que foram extremamente favoráveis a elaboração de superfícies de aplainamento e ao aprofundamento dos cursos d'água que correm em direção ao São Francisco num direcionamento de oeste para leste. Abrange extensas chapadas, amplos vales cortando camadas de tufos vulcânicos e arenitos, representando paisagens regionais de grande relevância para a atual produção de grãos, conforme as condições topográficas favoráveis à mecanização agrícola.

As partes mais altas do relevo, correspondentes a superfícies de aplainamentos, são resultantes de processos erosivos que se estenderam às rochas regionais atingindo seu término com a pediplanação das estruturas antigas (BRANCO; COSTA, 1961). Remanescentes das primitivas superfícies, em forma de chapadões, ainda testemunham a ocorrência da pediplanação, sendo importantes aqueles que se estendem pelo divisor das Bacias dos Rios Paranaíba e São Francisco localizado a oeste da bacia do ribeirão Areado, em altitudes que oscilam entre 1100 e 1300 metros.

Hasui *et al.* (1975), mencionaram que no Mesozóico (cerca de 146 milhões de anos antes do presente) houve a configuração atual do bloco alto (Arco do Alto São Francisco) que corresponde ao divisor das bacias do Paranaíba a oeste e da bacia do São Francisco a leste. Essas superfícies correspondem àquelas geradas pelo ciclo geomorfológico Sul-Americano que, aparece, frequentemente, como chapadas que se elevaram sobre sistemas de vales (KING, 1956; BRAUN, 1970; VALADÃO, 1998).

Considerando que o relevo na bacia em estudo varia de menos de 800 a acima de 1000 metros, em escala de abrangência regional e, a partir de níveis altimétricos distintos do terreno, dividiu-se a bacia hidrográfica do Ribeirão Areado em três superfícies geomórficas distintas:

a) superfície de aplainamento tabular com altitudes acima de 1000 metros, que ocupa uma área de 82,7 km<sup>2</sup>, o que corresponde a 18,76 % da área total da bacia;

b) superfície dissecada com altitudes entre 800 e 1000 metros, que ocupa a maior área da bacia com 295,8 km<sup>2</sup>, o que corresponde a 67,10 % da área total e;

c) vales encaixados com altitude abaixo de 800 metros, que ocupa uma área de 62,40 km<sup>2</sup>, o que corresponde a 14,14 % da área total da bacia (Tabela 3).

Tabela 3: Áreas das unidades de relevo e suas correspondências dentro da Bacia

<b>Relevo</b>	<b>Área total (km<sup>2</sup>)</b>	<b>%</b>
Superfície de aplainamento tabular	82,70	18,76
Superfície dissecada	295,80	67,10
Vales encaixados	62,40	14,14
<b>Total</b>	<b>440,90</b>	<b>100</b>

Fonte: Organizado por Sousa.

### **Modelo de evolução da paisagem do Alto São Francisco**

O modelo de evolução da paisagem do Alto Francisco foi proposto por CARMO *et al.*, (1984). Neste modelo, dividido em quatro fases, inicialmente, as extensas chapadas foram resultantes da sedimentação eólica e fluviolacustre de arenitos (matriz argilosa do Bauru) sobre as rochas metapelíticas do Bambuí. Ainda, sob clima úmido, houve dissecação e consequente encaixe da drenagem, ambiente este altamente favorável ao processo intemperização - lixiviação.

Posteriormente, ainda, no decorrer da sedimentação Bauru procederam-se as manifestações vulcânicas que resultaram no preenchimento das partes dissecadas, formando os materiais piroclásticos conhecidos como tufos (MINAS GERAIS, 1976). Esse fato acarretou impedimento da drenagem, resultando em ambiente lacustre deposicional que originou, em sua fase final, os sedimentos finos sobrejacentes aos tufos.

A continuidade do processo de intemperização e erosão promoveu nova dissecação, com restabelecimento da rede de drenagem, que atualmente forma parte das Bacias dos Rios São Francisco e Paranaíba. Em um período semiárido posterior formaram-se os pedimentos, cujos vestígios das respectivas “ombreiras” compõem os elementos escalonados das encostas dos atuais vales, sendo que a encosta convexa situada no fundo do vale reflete a ação erosiva da fase úmida atual e/ou sub-atual (CARMO *et al.*, 1984).

A evolução da paisagem em questão é semelhante com o modelo proposto por Bigarella e Andrade (1964), o qual se baseia em processos diferenciais em condições climáticas diferentes: em clima úmido, há corte e intemperismo, enquanto em clima semiárido ou árido, há planação com formação de pedimentos.

Atualmente, o clima na região é úmido, promovendo naturalmente à retomada da ação erosiva com franca a acelerada evolução do dissecamento da paisagem, que vai depender do material rochoso e do tipo de uso e manejo adotado aos solos. Em áreas com influência de tufos vulcânicos os processos erosivos são mais intensos, tudo indica que em razão dos solos apresentarem uma textura mais argilosa, porosidade maior e uma estrutura em sua maioria em blocos com grau franco promovendo menor estabilidade/resistência dos solos aos processos erosivos. Diferentemente acontece, em áreas com presença de material geológico do Grupo Areado, formador de solos com textura mais arenosa, estrutura em sua maioria grãos simples e, portanto, menos instáveis/frágeis aos processos erosivos.

Associado a geologia e pedologia, considera-se, também, o desmatamento, o uso e manejo inadequado dos solos, como elementos que aceleram os processos de dissecação da paisagem. Esse fato ocorre, principalmente, na porção noroeste da bacia, na região do distrito Chumbo e Major Porto - porção da bacia com relevo suave ondulado e com material geológico do Grupo Areado, com dominância dos Argissolos associados aos Cambissolos.

### **Ocorrências pedológicas**

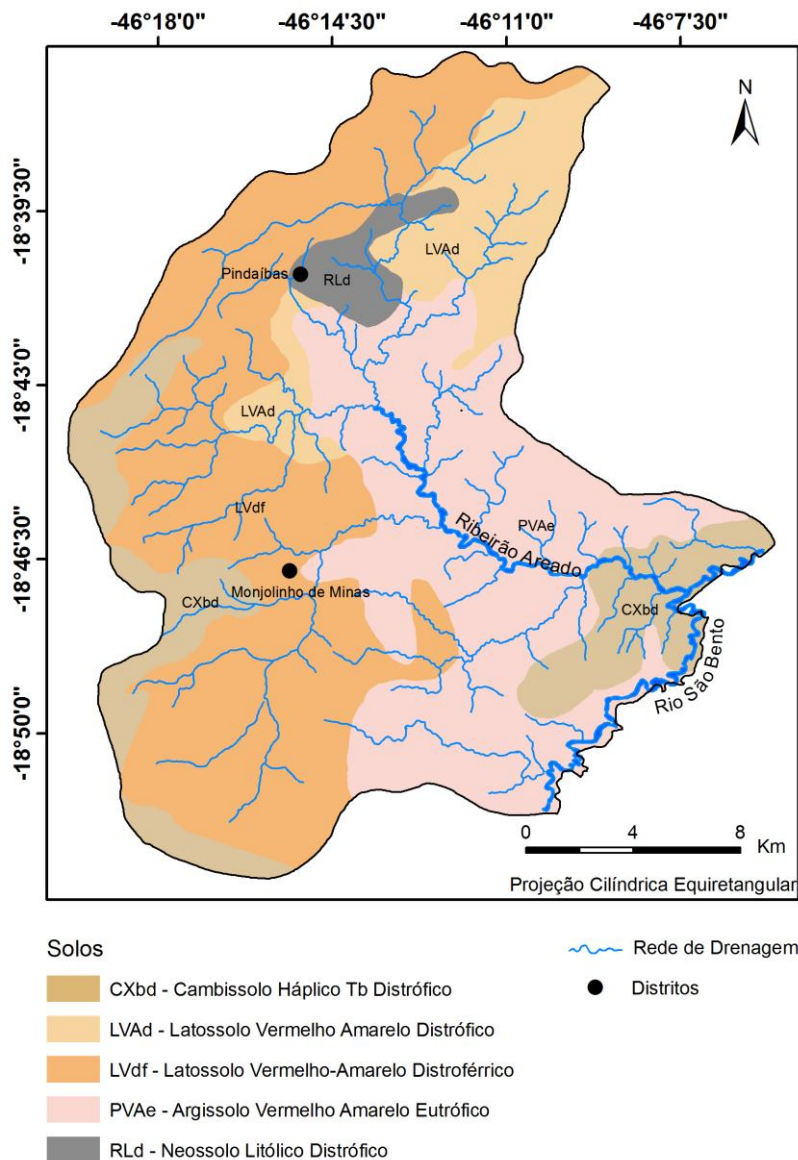
As interações complexas entre os diferentes fatores de formação dos solos ocorrem em padrões repetitivos, levando à formação de combinações que são a base para a definição, identificação e mapeamento de solo (ESTADOS UNIDOS, 1993). Neste sentido, o conhecimento dos componentes das paisagens, sobretudo, o geológico e o geomorfológico, têm importância fundamental.

Na prática, estabelece uma correlação que ocorre entre tipologias de solos e as diferentes unidades de paisagens, estabelecendo um modelo solo-paisagem. A partir deste modelo solo-paisagem os solos são teoricamente mapeados em unidades pedológicas dominantes e associações.

Em conexão com as variáveis geológicas e geomorfológicas, os solos apresentam padrões de ocorrência característicos nos ambientes que compõem a bacia hidrográfica do Ribeirão Areado e, estão agrupados em quatro ordens em escala de dominância, que incluem solos bem desenvolvidos (Latosolos) até solos menos desenvolvidos, como os Neossolos (ROLIM NETO, 2002; CARMO *et al.*, 1984) (Figura 6). A evolução pedológica das classes de solos presentes na bacia de estudo encontra-se na seguinte sequência cronológica de pedogênese, do mais desenvolvido para o menos desenvolvido: Latossolo – Argissolo – Cambissolo e Neossolo.

Os solos denominados de classes dominantes e associações são diversificados quanto à classificação, em razão, principalmente, da diversidade do material de origem e posição topográfica presentes ao longo da bacia. Em nível de paisagem, considerando a escala de 1:250.000 e classificação dos solos até o nível de grandes grupos (MINAS GERAIS, 2011), compreendem os Latossolos Vermelho-Amarelos (Distróficos e Distroféricos) que ocupam mais de 222,65 km<sup>2</sup> da área da bacia. Trata-se da classe que ocupa a maior porção correspondendo a 50,50 % da bacia (Figuras 6 e 7). A esta classe associa-se o Latossolo Vermelho Aluminoférrico e o Latossolo Vermelho Distrófico ocorrentes nas áreas aplainadas, caracterizadas como superfície de aplainamento tabular (chapadões).

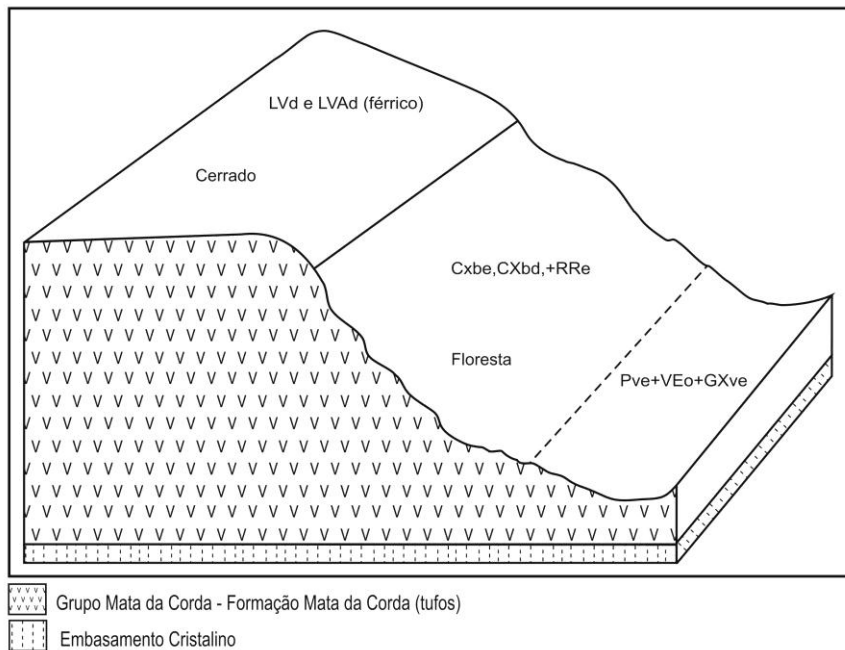
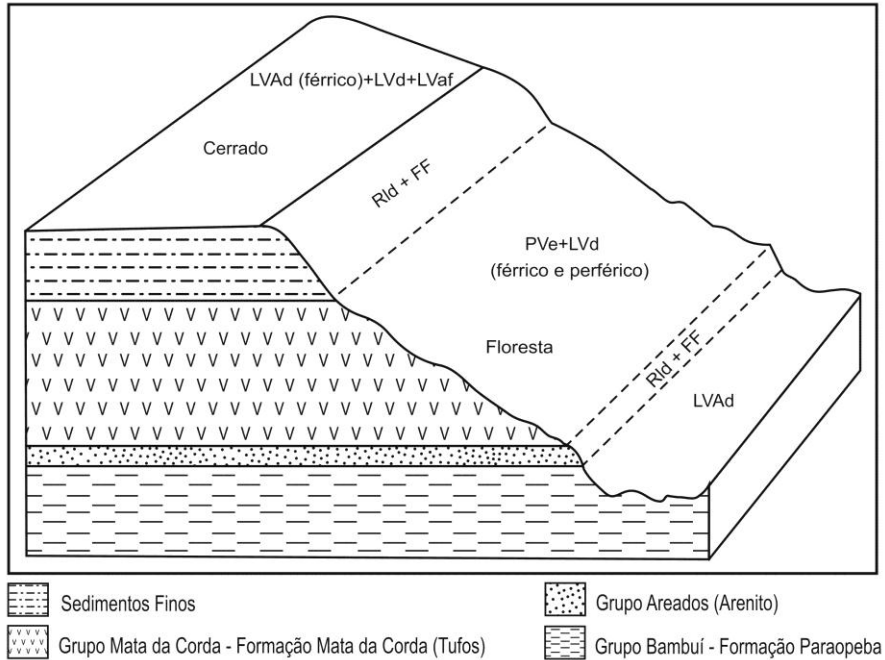
Figura 6: Unidades pedológicas dominantes da bacia hidrográfica do Ribeirão Areado.



Fonte: Adaptado a partir do mapeamento realizado pela Fundação Estadual de Meio Ambiente de Minas Gerais, na escala de 1:250.000.



Figura 07: Sequência e distribuição de solos nas paisagens, material de origem, vegetação e solos da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Areado, MG. LVAd= Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos (férricos); LVd = Latossolos Vermelho Distrófico (férricos e perférricos); PVe = Argissolos Vermelhos Eutróficos; RLd = Neossolos Litólicos Distróficos; FF = Plintossolo Pétrico; CXbe = Cambissolos Háplicos Tb Eutróficos e Distróficos; RRe = Neossolos Regolíticos Eutróficos; VEo = Vertissolos Ebânicos Órticos (Chernossólicos) e GXve = Gleissolo Háplico Ta Eutrófico.



Fonte: Elaborado por Sousa, 2013.

Deve-se considerar também, as ordens Cambissolo e Neossolo que ocupam 60,94 e 12,70 km<sup>2</sup>, respectivamente. O Cambissolo Háplico Tb Distrófico, correspondem a 13,82 % e



o Neossolo Litólico Distrófico 2,88 % da bacia. À classe Cambissolo Háptico Tb Distrófico estão associadas as classes Cambissolo Háptico (Distrófico e Eutrófico) presentes em áreas de intersecção da superfície aplainada com a superfície dissecada em relevo suave ondulado a ondulado e, o Neossolo Regolítico Eutrófico presentes nas superfícies mais movimentadas e topos remanescentes inseridas nas áreas aplainadas (chapadões) e, em meia encosta das vertentes. Nas bordas das chapadas ou em topo de relevo há sempre a ocorrência de material concrecionário associado a solo Plintosolo Pétrico.

Por outro lado, o Argissolo Vermelho-Amarelo ocupa mais de 144,61 km<sup>2</sup>, corresponde a 32,80 % da área da bacia, o que significa que 83,33 % da unidade de estudo são ocupados pelas ordens Latossolo e Argissolo. A esta classe associa-se o Argissolo Vermelho Eutrófico, Vertissolo Ebânico Órtico (Chernossólico) e Gleissolo Háptico Ta Eutrófico, ocorrentes no fundo dos vales encaixados; sendo que, em relevo suave ondulado encontram os Argissolos, em relevo deprimido o Vertissolo Ebânico Órtico e em áreas com excesso de água e próximos aos cursos de água o Gleissolo Háptico Ta Eutrófico.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O estudo apresenta a estreita relação no contexto espacial e temporal das variações de relevo, as estruturas geológicas e as características pedológicas na bacia hidrográfica no Ribeirão Areado.

Na Superfície de Aplainamento Tabular, ocorre o tufito do Grupo Mata da Corda, com provenientes de atividades vulcânicas, registram presença de Cambissolo Háptico Tb Distrófico e Latossolos Vermelho-Amarelos Distroférrico.

Na superfície dissecada encontra-se os arenitos, siltitos e folhelho da Formação Areado com predominância de Latossolos Vermelho-Amarelos (Distróficos e Distroférricos) e Argissolos Vermelho Amarelo Eutrófico.

Nos Vales Encaixados é representado por siltitos, arcósios filitos quartzitos, argilitos e folhelhos intercalados com calcário e dolomitos do Grupo Bambuí (rochas metassedimentares) com predominância de Argissolo Vermelho Amarelo Eutrófico e Neossolos Litólico Distrófico.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, J. R. **Cronossequência de solos originários de rochas pelíticas do grupo Bambuí**. 1979. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição Vegetal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1979.
- BAPTISTA, M. C. **Estratigrafia e evolução geológica da região de Lagoa Formosa (MG)**. 2004. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Universidade Federal de Minas Gerais, 2004.
- BARBOSA, O. *et al.* **Geologia da Região do Triângulo Mineiro**. Rio de Janeiro: DNPM, Divisão de Fomento da Produção Mineral, 1970.
- BIGARELLA, J. J.; ANDRADE, G. O. Considerações sobre a estratigrafia dos sedimentos cenozóicos em Pernambuco (Grupo Barreiras). **Arquivos UR. ICT**, Recife, n. 2, p. 1-14, 1964.
- BIGARELLA, J. J.; ANDRADE, G. O. Contribution to the studies of the Brazilian Quaternary. **Sp. Paper**. Geol. Soc. Am., v. 64, p. 433-451, 1965.
- BRANCO, J. J. R.; COSTA, M. T. Roteiro da Excursão Belo Horizonte/Brasília. *In.*: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 14., 1961, Belo Horizonte. **Anais [...]** Belo Horizonte: UFMG, 1961.
- BRAUN, O. P. G. Contribuição a Geomorfologia do Brasil Central. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v. 32, n. 3, p. 3-40, 1970.
- CAMPOS J. E. G.; DARDENNE M. A. Origem e evolução tectônica da Bacia Sanfranciscana. **Revista Brasileira Geociências**, v. 27, n. 3, p. 283-294, 1997.
- CARMO, D. N.; CURI, N.; RESENDE, M. Caracterização e gênese de Latossolos da Região do Alto Paranaíba (MG). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 8, p. 235-240, 1984.
- CUNHA. S. B. Bacias hidrográficas. *In.*: CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. (org.). **Geomorfologia do Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand do Brasil, 1998.
- ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture. Soil Survey Division. **Soil Vonservation Service**. Soil Survey Staff. Soil Survey Manual: revised. Washington: Enlag. Ed., 1993. (USDA. Agriculture handbook, 18).
- FRAGOSO, D. G. C. *et al.* Geologia dos grupos bambuí, areado e mata da corda na folha presidente olegário (1:100.000), MG: Registro deposicional do neoproterozóico ao neocretáceo da bacia do São Francisco. **Geonomos**, v. 19, n. 1, p. 28-38, 2011.
- FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS (CETEC). **Diagnóstico Ambiental do Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte: CETEC (Série de Publicações Técnicas, 10), v. 1, 1983.
- HASUI, Y. *et al.* The Phanerozoic tectonic evolution of the western Minas Gerais State. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 47, n. 3-4, p. 431-438, 1975.

HASUI, Y.; HARALYI, N. L. E. Aspectos lito-estruturais e geofísicos do soerguimento do Alto Paranaíba. **Geociências**, São Paulo, v. 10, n. 1, p. 57-77, 1991.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário**. Brasil. 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat>. Acesso em: 31 Jan. 2013.

KING, L. C. A Geomorfologia do Brasil Oriental. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 2, p. 147-266, 1956.

LACERDA, M. P. C.; ALVARENGA, M. I. N. Recursos naturais da microbacia. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, MG, v. 21, n. 207, 2000.

LADEIRA, E. A.; BRITO, O. E. A. Contribuição à geologia do Planalto da Mata da Corda. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 22., 1968, Belo Horizonte. **Anais [...]**. Belo Horizonte, SBG, v. 1, p. 181-199, 1968.

LEINZ, V.; LEONARDOS, O. H. **Glossário geológico**. São Paulo: Nacional, 1971.

MINAS GERAIS. Fundação Estadual de Meio Ambiente de Minas Gerais. **Mapa de Solos**. Disponível em: [www.feam.br](http://www.feam.br). Acesso em: 12 set. 2011.

MINAS GERAIS. Secretaria do Planejamento e Coordenação Geral. Instituto de Geociências Aplicadas. **Mapa Geológico do Estado de Minas**, 1976.

OLIVEIRA, P. C. A.; RODRIGUES, S. C. Cartografia do relevo: um estudo aplicado na região Oeste de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 8, n. 2, p. 37-44, 2007.

ORMSBY, T. **Getting to Know ArcGis desktop: basics of ArcView, ArcEditor and ArcInfo**. Califórnia: ESRI, 2001.

ROLIM NETO, F. C. **Gênese, Química, Mineralogia e Micromorfologia de Topolitosseqüências de Solos do Alto Paranaíba - MG**. 2002. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.

SEER, H. J.; MORAES, L. C.; FOGAÇA, A. C. C. **Roteiro Geológico para a região de Lagoa Formosa – Chumbo – Carmo do Paranaíba-MG**. Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Geologia, Núcleo de Minas Gerais. 1989.

SGARBI, G. N. C. Arenitos eólicos da Formação Areado (Bacia Cretácea do São Francisco): caracterização diagênese e aspectos químicos. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 21, n. 4, p. 342-354, 1991.

SGARBI, G. N. C. *et al.* Bacia Sanfranciscana: o Registro Fanerozóico da Bacia do São Francisco. *In*: PINTO, C. V.; MARTINS NETO, M. A. (ed.). **Bacia do São Francisco: Geologia e Recursos Naturais**. SBG MG, Belo Horizonte, 2001. p. 93-138.

SUGUIO, K.; BIGARELLA, J.J. **Ambientes fluviais**. 2.ed. Florianópolis: UFSC, UFPR, 1990.

TORRES, F. T. P.; MARQUES NETO, R.; MENEZES, S. O. **Introdução à geomorfologia**. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

UHLEIN, A. *et al.* A Formação Lagoa Formosa e a estratigrafia do Grupo Bambuí em Minas Gerais. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, XLV., 2010, Belém. **Anais** [...]. Belém, 2010.

VALADÃO, R. C. **Evolução de longo-termo do relevo do Brasil Oriental (desnudação, superfícies de aplanamento e soerguimentos crustais)**.1998. Tese (Doutorado em Geologia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 1998.

**Trabalho enviado em setembro de 2019**

**Trabalho aceito em maio de 2020**