

Universidade Federal do Triângulo Mineiro

Nathalia Barbosa Vianna

PEDOGEOLOGIA, MORFOMETRIA DE BACIA HIDROGRÁFICA E USO
DOS SOLOS COMO FATORES CONDICIONANTES DE QUALIDADE E
QUANTIDADE DE ÁGUA NA APA DO RIO UBERABA, TRIÂNGULO MINEIRO

Uberaba

2018

Nathalia Barbosa Vianna

PEDOGEOLOGIA, MORFOMETRIA DE BACIA HIDROGRÁFICA E USO
DOS SOLOS COMO FATORES CONDICIONANTES DE QUALIDADE E
QUANTIDADE DE ÁGUA NA APA DO RIO UBERABA, TRIÂNGULO MINEIRO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental, da Universidade Federal do Triângulo Mineiro, como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Thiago Torres Costa Pereira

Uberaba

2018

**Catálogo na fonte: Biblioteca da Universidade Federal do
Triângulo Mineiro**

V671p Vianna, Nathalia Barbosa
Pedogeomorfologia, morfometria de bacia hidrográfica e uso dos solos
como fatores condicionantes de qualidade e quantidade de água na APA do
rio Uberaba, Triângulo Mineiro / Nathalia Barbosa Vianna. -- 2018.
65 f. : il., fig., tab.

Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) -- Universi-
dade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba, MG, 2018
Orientador: Prof. Dr. Thiago Torres Costa Pereira

1. Bacias hidrográficas. 2. Hidrologia. 3. Geomorfologia. I. Pereira, Thia-
go Torres Costa. II. Universidade Federal do Triângulo Mineiro. III. Título.

CDU 556.51

NATHALIA BARBOSA VIANNA

PEDOGEOMORFOLOGIA, MORFOMETRIA DE BACIA HIDROGRÁFICA E USO DOS SOLOS COMO FATORES CONDICIONANTES DE QUALIDADE E QUANTIDADE DE ÁGUA NA APA DO RIO UBERABA, TRIÂNGULO MINEIRO

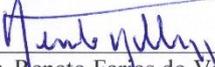
Dissertação apresentada à Universidade Federal do Triângulo Mineiro, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental, para obtenção do título de mestre.

Aprovada em 20 de agosto de 2018

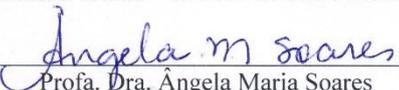
Banca Examinadora:



Prof. Dr. Thiago Torres Costa Pereira
Orientador – PPGCTA – UEMG / UFTM-PPGCTA



Prof. Dr. Renato Farias do Valle Junior
Membro Titular – IFTM / UFTM-PPGCTA



Profa. Dra. Ângela Maria Soares
Membro titular – UFU

Dedico a minha mãe (*in memoriam*), que
sempre foi e será a luz dos meus dias.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela vida.

À minha família, pelo carinho e amor de sempre, e de forma especial ao meu pai Salvador e meu irmão Renan pela compreensão e apoio.

À Universidade Federal do Triângulo Mineiro, ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental pela oportunidade de realização do Mestrado, e principalmente ao Laboratório de Geomorfologia, Clima e Solos (LAGECS) por ter sido meu local de estudos esses anos.

Ao Professor Thiago Pereira (UEMG), pela orientação e ensinamentos durante estes dois anos, que mesmo à distância se comprometeu e esteve presente de todas as formas possíveis e não mediu esforços para realização deste trabalho.

Aos Professores Carlos Campos, Carlos Póvoa, Josenilson Bernardo, Ricardo Ferreira e Fábio Sanchez pelo convívio, aprendizagem e amizade ao longo dos anos de graduação e mestrado.

Aos amigos do LAGECS Hygor Siqueira, Camila Gullo, Matheus Oliveira e Mauro Machado pelo companheirismo nos trabalhos de campo, incentivo e amizade.

Ao Professor Fábio Soares de Oliveira (UFMG) pela contribuição com as imagens micromorfológicas e ao Promotor Carlos Valera (MPMG) pela disponibilidade de dados de sua tese e autorização de uso de dados do Plano de Manejo da APA do rio Uberaba (no Prelo).

Aos funcionários Luciana, secretária do Programa e Sr. Afrânio, funcionário na unidade Urbano Salomão, pelo sorriso diário e prestatividade.

Aos amigos e pessoas especiais Felipe Vazon, Luiz Ricardo Silva, Carmen Thomé, Irene e José Freire, pelo incentivo, apoio, amor e compreensão de sempre.

Aos que não cito aqui, mas, que de alguma forma contribuíram para meu trabalho e aprendizado.

BIOGRAFIA

Nathalia Barbosa Vianna, filha de Salvador Vianna de Souza e Marilim Aparecida Barbosa Freire Vianna, nasceu em 30 de março de 1993, na cidade de Colômbia, São Paulo.

Em 2011 iniciou o Curso de Geografia na Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba-MG. Durante a graduação foi bolsista do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) por 3 anos, monitora das disciplinas de Hidrologia, Pedologia e Fisiologia da Paisagem. Participou de 2 projetos de extensão, sendo eles o Plano Municipal de Saneamento Básico do Consórcio Intermunicipal de Desenvolvimento Sustentável do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba – CIDES e do Plano de Mobilidade Urbana (PLAMU) dos municípios de Monte Alegre de Minas, Prata, Santa Vitória, Monte Carmelo e Ituiutaba.

Em 2015 iniciou o trabalho da Elaboração do Plano de Manejo da APA do rio Uberaba como técnica, na realização de trabalhos de campo para coleta de dados primários.

Em agosto de 2016 iniciou o Curso de Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental também pela Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba-MG com a defesa da dissertação em 20 de agosto de 2018.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

Figura 1: Mapa de localização da bacia hidrográfica do ribeirão Saudade, Uberaba-MG.....	24
--	----

CAPÍTULO 3

Figura 1: Mapa dos pontos de solos utilizados	45
Figura 2: Mapa das unidades do modelado do relevo na bacia hidrográfica do ribeirão Saudade	47
Figura 3: Mapa de uso dos solos da bacia hidrográfica do ribeirão Saudade.....	48
Figura 4: Paisagem dentro do covoal sobre o campo dos murunduns	49
Figura 5: Efetiva presença de água no GM (P6-2)	50
Figura 6: Presença de plintita no GM (P6-2)	50
Figura 7: Horizonte hístico de coloração escura no GM (P6-2)	51
Figura 8: Declividade e materiais grosseiros dispostos nos 50cm superficiais do CX (P1)	53
Figura 9: Transição abrupta dos horizontes no PVA (P9)	55
Figura 10: Perfil topográfico da bacia hidrográfica do ribeirão Saudade	56
Figura 11: Fotomicrografias dos horizontes dos solos estudados	57

LISTA DE QUADROS E TABELAS

CAPÍTULO 1

Tabela 1: Uso do solo na bacia do ribeirão Saudade.....	19
---	----

CAPÍTULO 2

Tabela 1: Parâmetros utilizados para classificação do IQA e ISTO	32
Tabela 2: Enquadramento das águas dos mananciais de acordo com o IAP.....	33
Tabela 3: Pontos de coleta para qualidade de água na bacia do ribeirão Saudade.....	33
Tabela 4: Pontos de medição de vazão na bacia do ribeirão Saudade.....	34
Tabela 5: Dados climáticos do ano de 2006 até 2016 da estação nº83577 do INMET...35	
Tabela 6: Índices morfométricos da bacia do ribeirão Saudade.....	36
Tabela 7: Classificação de qualidade da água para o córrego Borá pelo IAP.....	37
Tabela 8: Classificação de qualidade da água para o ribeirão Saudade pelo IAP.....	37
Tabela 9: Vazão no ribeirão Saudade no período de monitoramento.....	38
Tabela 10: Parâmetros utilizados na bacia do ribeirão Saudade.....	39

CAPÍTULO 3

Quadro 1: Níveis de análise geomorfológica na bacia do ribeirão Saudade.....	46
Tabela 1: Densidade e condutividade hidráulica dos solos coletados.....	50
Tabela 2: Classificação da micromorfologia dos pontos estudados.....	59

SUMÁRIO

RESUMO	11
INTRODUÇÃO GERAL	12
ORGANOGRAMA DO TRABALHO	13
CAPÍTULO 1	
AGENTES NATURAIS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO SAUDADE, PERTENCENTE A APA DO RIO UBERABA, TRIANGULO MINEIRO	14
RESUMO	14
1. INTRODUÇÃO	15
1.1.GEOLOGIA DO TRIÂNGULO MINEIRO.....	15
1.2.GEOMORFOLOGIA DO TRIÂNGULO MINEIRO.....	17
1.3.SOLOS DO TRIÂNGULO MINEIRO.....	18
1.4.USO DO SOLO DO TRIÂNGULO MINEIRO.....	19
1.5.CLIMA.....	19
1.6.HIDROGRAFIA E QUALIDADE DAS ÁGUAS DO TRIÂNGULO MINEIRO.....	20
2. MUNICÍPIO DE UBERABA-MG	22
3. ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL	22
4. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	23
5. CONCLUSÕES	23
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25
CAPÍTULO 2	
PARÂMETROS MORFOMÉTRICOS, VAZÃO E QUALIDADE DAS ÁGUAS DA BACIA DO RIBEIRÃO SAUDADE, UBERABA-MG	28
RESUMO	28
1. INTRODUÇÃO	29
2. MATERIAIS E MÉTODOS	30
2.1.PARÂMETROS CLIMÁTICOS:.....	30
2.2.PARÂMETROS MORFOMÉTRICOS:.....	30
2.3.PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS PARA ANÁLISE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS.....	32
2.4.PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS PARA MEDIÇÃO DE VAZÃO.....	33
3. RESULTADOS E DISCUSSÕES	34
3.1.VALORES DOS PARÂMETROS CLIMÁTICOS.....	34
3.2.VALORES DOS PARÂMETROS MORFOMÉTRICOS:.....	35
3.2.VALORES DA QUALIDADE DAS ÁGUAS.....	36

3.3.VALORES DA VAZÃO	38
3.4.DISSCUSSÕES ACERCA DOS RESULTADOS OBTIDOS.....	38
4. CONCLUSÕES	39
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	40
CAPÍTULO 3
ASPECTOS PEDOGOMORFOLÓGICOS E USO DOS SOLOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO SAUDADE, UBERABA-MG.....	42
RESUMO	42
1. INTRODUÇÃO	43
2. MATERIAIS E MÉTODOS	44
2.1.TRABALHOS DE CAMPO.....	44
2.2.ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS DOS SOLOS	44
2.3.ANÁLISE MICROMORFOLÓGICA	44
2.4.COMPARTIMENTAÇÃO TOPOGRÁFICA	45
2.5.GEOPROCESSAMENTO.....	45
3. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	45
3.1.PONTOS DE COLETA DE SOLOS	45
3.2.UNIDADES DO MODELADO DO RELEVO, SOLO E USO ASSOCIADO	46
3.3.PERFIL TOPOGRÁFICO	55
3.4.MICROMORFOLOGIA DOS SOLOS.....	57
4. CONCLUSÕES	60
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	61
ANEXOS.....	63
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	66

RESUMO

A bacia hidrográfica é considerada uma unidade de gestão e planejamento, por este motivo é comumente utilizada em trabalhos e estudos ambientais. Desta forma, o estudo proposto se fez na bacia hidrográfica do ribeirão Saudade, localizada na Área de Proteção Ambiental (APA) do rio Uberaba, uma das fontes de abastecimento público de água para município de Uberaba, região do Triângulo Mineiro-MG. Foram utilizados dois grandes eixos principais no trabalho: os componentes hidrológicos e os componentes pedogeomorfológico, que subsidiaram as coletas e análises, tanto da água quanto do solo, e conseqüentemente, diversos métodos a para compreensão dos elementos naturais que compõe esta paisagem de forma sistêmica. Os resultados revelaram, de forma geral, uma bacia hidrográfica com funcionamento equilibrado diante das suas principais variáveis naturais e com qualidade das águas classificada como boa. Além de uma marcante importância do relevo no condicionamento dos solos, e conseqüentemente, de seus usos na área estuda.

Palavras-chave: Bacias hidrográficas. Hidrologia. Geomorfologia.

ABSTRACT

The watershed is considered a management and planning unit, for this reason it is commonly used in environmental studies. Thus, the study was carried out in the watershed of the Saudade stream, located in the Environmental Protection Area at Uberaba river, one sources of public water supply for the municipality of Uberaba, Triângulo Mineiro-Brazil region. Two study lines were used: the hydrological and the pedogeomorphological components, which supported the sampling and analysis of water and soil, and consequently, several methods to understand the natural elements that compose this landscape in a systemic way. The results showed a watershed with balanced functioning in front of its main natural variables and the water quality classified as good. Besides, the relief influence in the soils conditioning, and consequently, of its uses in the studied area.

Key words: Watershed. Hidrology. Geomorphology.

INTRODUÇÃO GERAL

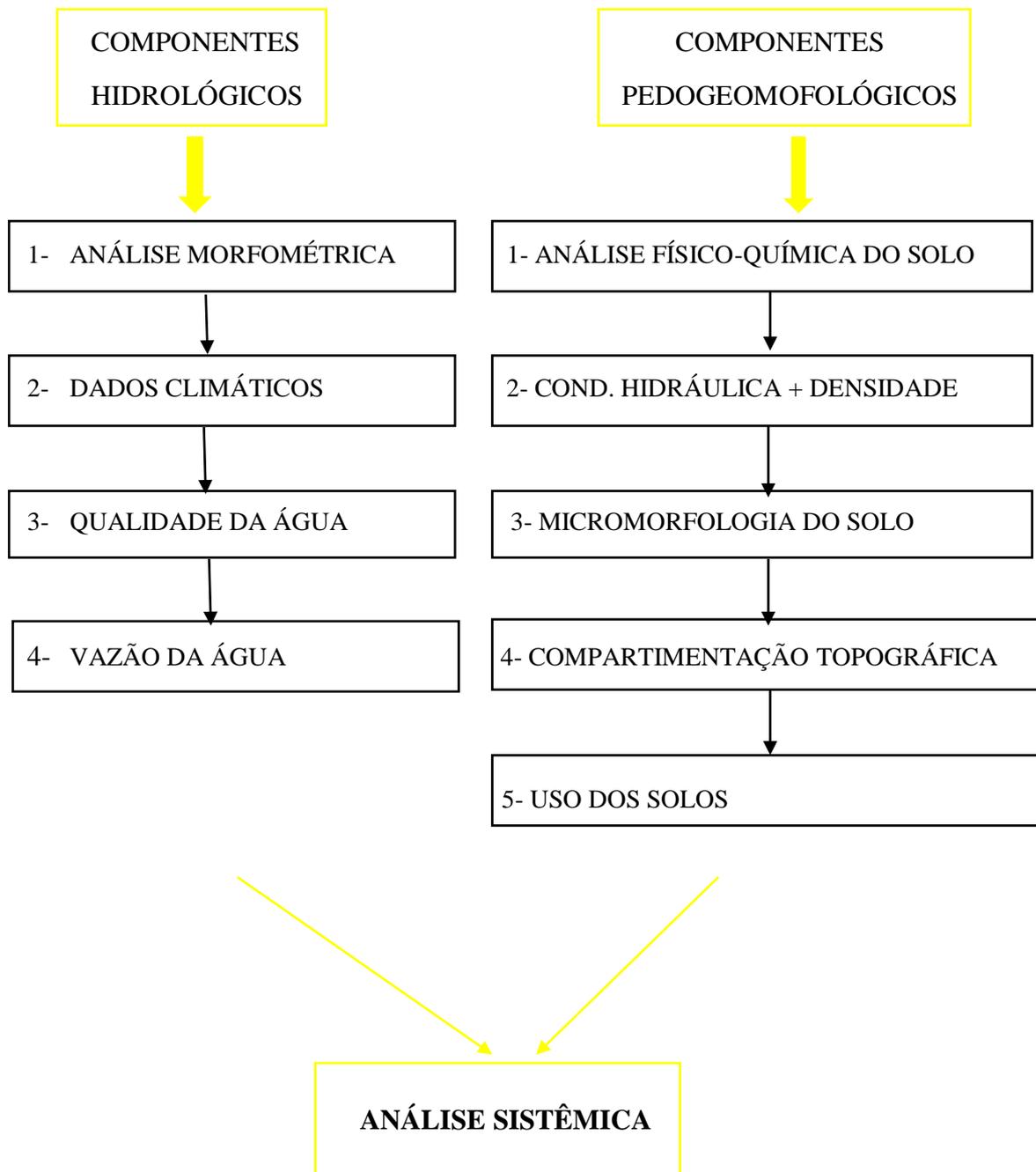
Na atualidade, vivemos um processo que estimula cada vez mais a sociedade de consumo, na qual o meio natural sofre um desbalanço com tais demandas impostas pelos ciclos econômicos e surgem os sintomas desses efeitos. Neste contexto, a análise integrada ou sistêmica se destaca, ao propor que a paisagem natural não seja a simples soma de elementos desconexos, mas sim o resultado da combinação dinâmica e instável dos elementos físicos, biológicos e antrópicos, que relacionando entre si, formam um conjunto único e indissociável, em constante evolução (BERTRAND, 2004).

O trabalho foi estruturado em três capítulos, cada um com objetivos e propostas específicas, mas que buscam conhecer a dinâmica e qualidade hídrica e também analisar a relação solo-paisagem a partir da proposta pedogeomorfológica da bacia hidrográfica do ribeirão Saudade, localizada na Área de Proteção Ambiental (APA) do rio Uberaba.

O capítulo 1 é introdutório e se constitui de uma revisão de literatura dos assuntos tratados nos capítulos seguintes, mas principalmente apresentando fundamentação teórica para cada um dos elementos estudados (geologia, solos, hidrografia, clima, etc.), em um recorte espacial saindo de uma escala regional, representada pelo Triângulo Mineiro até uma escala mais pontual, no caso, a bacia hidrográfica do ribeirão Saudade.

O capítulo 2 se refere ao monitoramento da vazão e da qualidade da água em determinado período do ano de 2016, a realização da análise morfométrica da bacia hidrográfica do ribeirão Saudade e também a utilização de dados climáticos como precipitação e temperatura, que foram utilizados para auxiliar na compreensão da dinâmica e funcionamento hídrico da bacia estudada.

O capítulo 3 trata a questão da pedogeomorfologia, ou seja, uma proposta que interliga a geologia, a geomorfologia e os solos da área de estudo. Para isso, foram realizados coletas físico-química dos solos, análises de densidade e condutividade hidráulica, análises micromorfológicas para auxiliar a compreensão da evolução pedológica e também a compartimentação topográfica, que subsidiou toda discussão pedogeomorfológica e de uso associado dos solos.

ORGANOGRAMA DO TRABALHO

CAPÍTULO 1
AGENTES NATURAIS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO
SAUDADE, PERTENCENTE À APA DO RIO UBERABA, TRIÂNGULO
MINEIRO

RESUMO

O capítulo representa um levantamento bibliográfico a cerca destes elementos que compõem a bacia hidrográfica do ribeirão Saudade, no município de Uberaba-MG. Por estar localizada em uma Área de Proteção Ambiental (APA), foi abordada também a caracterização da bacia hidrográfica, visando subsidiar as discussões posteriores mostradas nos capítulos seguintes a respeito dos compartimentos da paisagem. Além do levantamento bibliográfico acerca desses elementos, foi gerado um mapa de localização. Palavras-chave: Análise Sistêmica. Elementos Naturais. Paisagem.

ABSTRACT

The chapter shows a bibliographical review about these elements that compose the watershed of the Saudade stream, municipality of Uberaba-Brazil. Due to the location in an Environmental Protection Area, the watershed characterization was also discussed, in order to support the subsequent discussions in the following chapters about the landscape compartments. The watershed location map was produced.

Keywords: Systemic Analysis. Natural Elements. Landscape.

1. INTRODUÇÃO

A Área de Proteção Ambiental (APA) do rio Uberaba foi criada pela Lei Estadual nº 12.183 de 21 de janeiro de 1999, é uma Unidade de Conservação (UC) de uso sustentável, reconhecida pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), destinada à conservação da biodiversidade, onde se permite utilizar os recursos naturais de forma sustentável, estabelecendo modelos de desenvolvimento. No ano de 2005 é publicado a Lei Municipal nº 9.892, que sanciona a criação da APA com sua área, objetivos e limites estabelecidos. Existe também um Conselho Gestor, formado por representantes das diversas esferas que tentam manter e preservar o objetivo principal da APA do rio Uberaba, que é conciliar as atividades humanas com a preservação da vida silvestre, a proteção dos recursos naturais e a melhoria da qualidade de vida da população humana, da fauna e da flora, através de um planejamento participativo envolvendo o trabalho conjunto entre órgãos do governo e a comunidade local (PREFEITURA MUNICIPAL DE UBERABA, 2018).

É conhecido que o abastecimento público do município de Uberaba se faz por meio do rio, que leva o mesmo nome da cidade e tem sua nascente dentro da APA, além do ponto de captação de responsabilidade do Centro Operacional de Desenvolvimento e Saneamento de Uberaba (CODAU). Assim, é importante o conhecimento, monitoramento e planejamento dos recursos naturais para que se possa usufruir de forma sustentável do meio ambiente.

Este trabalho é embasado nas variáveis naturais que compõem a paisagem e tem como unidade de estudo a bacia hidrográfica do ribeirão Saudade, situada na porção norte da área da APA do rio Uberaba. O objetivo deste primeiro capítulo é fazer um levantamento bibliográfico do meio físico e ação antrópica: geologia, geomorfologia, clima, solos, hidrografia, uso dos solos, juntamente com a localização da área de estudo para um conhecimento prévio, tanto da região do Triângulo Mineiro, quanto da bacia hidrográfica do ribeirão Saudade, para posterior compreensão e considerações acerca da bacia de forma sistêmica.

1.1. GEOLOGIA DO TRIÂNGULO MINEIRO

A grande incidência de Rochas Sedimentares encontradas no Triângulo Mineiro deve-se ao fato da área compreender a feição geotectônica da Bacia Sedimentar do Paraná, que está assentada sobre unidades pré-cambrianas do Grupo Canastra e Araxá que tem como embasamento cristalino o grande Completo Goiano. A Bacia Sedimentar

do Paraná está representada pela sequência estratigráfica mesozóica no período Cretáceo, constituída pelo Grupo São Bento e Grupo Bauru. O primeiro apresenta as Formações Botucatu e Serra Geral, já o segundo conta com as Formações Vale do Rio do Peixe, Uberaba e Marília (CPRM, 2014).

A Formação Botucatu é observada na região do Triângulo Mineiro, através dos arenitos de granulacão média que se apresentam sob forma de lentes sobrejacentes aos basaltos da Formação Serra Geral (BRASIL, 1983; NISHIYAMA, 1989; SILVA&SANTOS, 1997). O Serviço Geológico do Brasil complementa ainda no seu mapa a presença de arenitos eólicos, argilitos e siltitos.

A Formação Serra Geral é representada pelos basaltos com intercalações de arenitos e diques de diabásio (CPRM, 2014) que afloram em áreas restritas, por serem recobertas pelas litologias sedimentares do Grupo Bauru. Seus afloramentos são bem caracterizados nos vales dos principais rios que drenam a região como: Grande, Araguari, Tijuco, Uberaba, Paranaíba e seus principais afluentes (NISHIYAMA, 1998).

Formação Vale do Rio do Peixe é constituída por arenitos finos a médios, avermelhados, com seleção moderada, estratificações cruzadas de pequeno a médio porte (foresets com até 3 metros), estratificação plano-paralela, marcas onduladas e pode se apresentar maciça localmente. Esta formação assenta-se discordantemente sobre os basaltos da Formação Serra Geral, com contato abrupto e erosivo. Lateralmente, interdigita-se com a Formação Uberaba (BATEZELLI, 2003).

A Formação Uberaba é constituída por arenitos, lamitos, siltitos e conglomerados. Os arenitos se apresentam como corpos lenticulares, espessuras que variam de 20 cm a 1,5 metros, podendo estar intercalados por níveis centimétricos de silito/lamito. Em alguns pontos, essas barras arenosas encontram-se amalgamadas. Suas estruturas sedimentares são basicamente estratificações cruzadas acanaladas e tabulares de pequeno a médio porte, estratificação plano-paralela, feições acanaladas e algumas estruturas deformacionais (BATEZELLI, 2003).

A Formação Marília é representada, segundo Almeida e Barbosa (1953), por sedimentos clásticos grossos da parte superior do Grupo Bauru que são caracterizados pela presença de nódulos de cimentação carbonática. Esta unidade conta com arenitos grossos conglomeráticos, conglomerados com grãos angulosos e teor de matriz variável que ocorrem na forma de estratos com espessura média entre 1 e 2 metros, maciços ou em acamamento incipiente, sub-paralelo e descontínuo (SOARES et al., 1980). No Triângulo Mineiro a Formação Marília ocorre nas áreas topograficamente mais elevadas

dos interflúvios, com maior expressão entre as cidades de Uberaba e Prata (BRASIL, 1983). Vale destacar que a Formação Marília apresenta uma subdivisão de dois membros, sendo eles Ponte Alta e Serra da Galga (BARCELOS, 1984).

Especificamente na bacia hidrográfica do ribeirão Saudade, a sequência estratigráfica é composta: pela Formação Serra Geral (Grupo São Bento), na base, representada por basaltos com intercalações de arenitos e diques de diabásio; pela Formação Uberaba (Grupo Bauru), na parte intermediária, constituída por arenitos, rochas vulcanoclásticas, conglomerado e pelito; e pela Formação Marília (Grupo Bauru), na parte superior, composta por arenito com intercalações de laminito arenoso (PM-APA DO RIO UBERABA, 2016).

1.2. GEOMORFOLOGIA DO TRIÂNGULO MINEIRO

O relevo que se apresenta hoje é o resultado da evolução do passado e presente, diretamente relacionado com a geologia e com os processos morfoclimáticos, conforme Ab'Saber (1972). A região do Triângulo Mineiro faz parte do conjunto geomorfológico dos Chapadões Tropicais do Brasil Central (AB'SABER, 1972) e dos Planaltos e Chapadas da Bacia Sedimentar do Paraná (BRASIL, 1983).

Com condições climáticas bastante semelhantes às encontradas no Brasil Central, o Triângulo Mineiro apresenta duas estações bem definidas, sendo uma seca (março a outubro) e outra chuvosa (novembro a fevereiro). Vale destacar a característica das chuvas, que são consideradas fortes e de alta intensidade, que em contato direto a uma cobertura vegetal pouco expressiva (maioria do Cerrado do Triângulo Mineiro), podem trazer problemas erosivos (NISHIYAMA; BACCARO, 1989).

Segundo Christofolletti (1995), um conceito importante em geomorfologia é o conceito de equilíbrio que significa que materiais, processos e a geometria do modelado são componentes do conjunto autorregulador, sendo a forma o produto do ajustamento entre materiais e processos. Assim, a alteração de qualquer variável que compõe um sistema pode sugerir uma adaptação às novas condições de energia e conseqüentemente de matéria. O autor complementa ainda que a ruptura do equilíbrio ocorre quando o estímulo exterior apresentar magnitude suficiente para ultrapassar a capacidade de absorção.

A morfologia do Triângulo Mineiro, em geral, apresenta extensas superfícies aplainadas que cortam rochas cristalinas e sedimentares, resultando nos chapadões com topos aplainados. No seu interior, encontram-se camadas de lateritas bem representadas,

que mantêm rupturas de declive e formas mais convexas nas vertentes (NISHIYAMA; BACCARO, 1989).

O domínio morfoclimático do Cerrado, característico por seus planaltos tropicais, solos lateríticos e elementos climáticos bem definidos se faz presente na região do Triângulo Mineiro na forma dos Cerrados, cerradões, matas de galeria e veredas (AB'SABER, 2003).

1.3. SOLOS DO TRIÂNGULO MINEIRO

O Triângulo Mineiro, por sofrer influência geológica do Grupo São Bento e Grupo Bauru, além de possuir relevo aplainado (chapadões), tem predominância de solos muito intemperizados e lixiviados (Latosolos), ácidos (pH entre 4,5 - 5,5), com baixa fertilidade natural, alta capacidade de drenagem e alta concentração de alumínio (geralmente álicos, com ocorrência de caráter ácido). Solos de menor ocorrência que os Latossolos, porém com abrangência na região, são os Cambissolos e Argissolos (FEAM, 2010).

Os Latossolos apresentam textura variando de média a muito argilosa, quando originados de arenitos e basaltos, respectivamente, sendo a mineralogia da fração argila composta basicamente por óxidos de Fe e Al e caulinita, além de quartzo na fração grosseira (FEAM, 2010). E podem ser: Latossolo Amarelo; Latossolo Vermelho-Amarelo; Latossolo Vermelho; cada um com suas características específicas, porém compartilham alguns requisitos, como sua profundidade, normalmente superiores a 2 metros (solum), com horizontes pouco diferenciados e cores que variam de vermelha escura até amarela, representadas pelos óxidos de ferro e alumínio, que são considerados agentes agregadores, deixando o solo com aspecto poroso e microestrutura bem desenvolvida, além de favorecer a adsorção de P.

Os Argissolos apresentam horizonte B textural (Bt) de cor avermelhada até amarelada e teores de óxidos de ferro menores que 15%, com forte distinção entre os horizontes. Eles podem ser eutróficos, distróficos ou álicos e possuem profundidade variadas além de ampla variabilidade de classes texturais (EMBRAPA, 2004).

De acordo com o Mapa de Solos do Estado de Minas Gerais (FEAM, 2010), na escala 1:500.000, as principais classes encontradas no município de Uberaba são os Latossolos Vermelho-Amarelos, Latossolos Vermelhos, Argissolos Vermelho-Amarelos e Argissolos Vermelhos.

1.4. USO DO SOLO DO TRIÂNGULO MINEIRO

Analisar o uso do solo, somado ao monitoramento de variáveis ambientais, como parâmetros de quantidade e qualidade da água, permite levantar dados e a relação das diversas atividades existentes na bacia hidrográfica, ocorrendo assim a tentativa de melhoria das condições ambientais (LOPES *et al*, 2007).

Originalmente a área recoberta com cerrado chegava a 2 milhões de km², o que caracterizava o segundo maior bioma brasileiro, porém, seus ambientes foram modificados devido à forte expansão da fronteira agrícola e do agronegócio a partir de 1970. Áreas de cerrado original deram espaço às monoculturas de grãos (soja e milho), algodão, pastagens, e nos últimos anos, à expansão da cana-de-açúcar (RESENDE; ROSOLEN, 2013).

Segundo Mapa de Uso e Ocupação do Solo elaborado pelo grupo técnico do Plano de Manejo da APA do Rio Uberaba (2016), a bacia do ribeirão Saudade apresenta diversos usos, como a agricultura anual, representada principalmente nos chapadões (borda superior da bacia); florestas, com presença do Cerrado, campo sujo e campo limpo; pastagens, sendo este o mais expressivo dos usos; silvicultura com algumas áreas de eucaliptos; e mineração, à oeste na bacia, fazendo limite com a bacia do Lanhoso (Tabela 1).

Tabela 1- Uso do solo na bacia do ribeirão Saudade

Classe de uso	Área (hectares)	Percentual da área* (%)
Mineração	13,767	0,11
Corpo Água	9,132	0,07
Pastagem	5637,620	46,29
Floresta	2331,994	19,15
Vegetação Remanescente	1047,744	8,60
Agricultura Anual	2124,693	17,45
Ferrovia	27,236	0,22
Áreas Úmidas	442,772	3,64
Silvicultura	520,126	4,27
Construções rurais	22,598	0,19
Total	12177,683	100%

Fonte: PM-APA do rio Uberaba, 2016.

1.5. CLIMA

O clima da região, conforme a classificação de Köppen, é do tipo Aw - tropical quente úmido, com inverno frio e seco, sendo o domínio climático definido como semi-úmido e precipitação anual variando de 1300 e 1700mm. A temperatura média anual varia entre 20 e 24° C, sendo que os meses mais quentes do ano são outubro e fevereiro,

com temperaturas variando entre 21 e 25° C e julho o mês mais frio, com temperaturas variando de 16° C a 18° C (INMET/EPAMIG, 2000).

A precipitação média anual permanece em torno de 1400mm, sendo que os meses mais chuvosos são dezembro e janeiro, que representam cerca de 34% da precipitação média anual. Já os meses menos chuvosos são julho e agosto. A temperatura média anual é de 22,2°C, sendo janeiro, dezembro e fevereiro respectivamente os meses mais quentes e junho e julho os mais frios. A umidade relativa anual oscila entre 70 e 75%, com distribuição variada sensivelmente com as estações do ano, sendo máximo de 81% em dezembro e mínimo de 52% em agosto (PLANO DE MANEJO EMERGENCIAL – APA DO RIO UBERABA, 2012).

1.6. HIDROGRAFIA E QUALIDADE DAS ÁGUAS DO TRIÂNGULO MINEIRO

A bacia hidrográfica tem como conceito uma área de captação natural da água de precipitação que faz convergir o escoamento para um único ponto de saída. A bacia hidrográfica compõe-se de um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos de água que confluem até resultar em um leito único no seu exutório (TUCCI, 1997).

A drenagem depende de vários fatores como a pluviosidade, topografia, cobertura vegetal, tipo de solo, litologia e estrutura das rochas da sua região. Vale destacar que a drenagem é constituída por um conjunto de canais de escoamento que são interligados e formam a sua bacia de drenagem juntamente com seus divisores que confluem toda a sua água para área de captação (SUGUIO; BIGARELLA, 1990).

Na hidrologia, existem diversas classificações como os padrões de drenagem, na qual se classifica através da disposição espacial dos rios, como fez Christofolletti (1980) ao estabelecer algumas classificações como dendrítico, treliça, retangular, paralelo, radial, anelar e irregular. Existe também a classificação de padrões de escoamento, também proposta por Christofolletti (1980) na qual classifica em exorréica, endorréica, arréica e criptorréica. Há também as variáveis da geometria hidráulica onde se analisa o fluxo e o material sedimentar para se obter valores de profundidade, velocidade do fluxo, largura do canal, rugosidade do leito, sinuosidade, etc. (CHRISTOFOLETTI, 1981). É importante destacar que muitas dessas variáveis são essenciais para realização da morfometria da bacia, na qual permite avaliar e conhecer o funcionamento do sistema hidrológico. A morfometria pode ser feita manual ou automática com a utilização do

Geoprocessamento e é uma excelente ferramenta no planejamento e nas tomadas de decisão.

Segundo dados do Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM (2012), o estado de Minas Gerais possui 36 comitês de bacias hidrográficas que foram criados entre os anos de 1998 e 2009 para melhor planejamento e gestão dos recursos hídricos do estado. Na região do Triângulo Mineiro, especificamente, existem 4 comitês de bacias hidrográficas, sendo eles: PN1-CBH Alto Rio Paranaíba, criado em 2008, que abrange alguns municípios como Monte Carmelo e Patos de Minas; PN2-CBH do Rio Araguari, criado em 1998 que abrange municípios como Araguari e Uberlândia; PN3-CBH Baixo Rio Paranaíba, criado em 2004 que abrange municípios como Ituiutaba e Iturama; e GD8-CBH do Baixo Rio Grande, criado em 2002 que abrange municípios como Uberaba e Frutal.

Em relação ao Índice de Qualidade das Águas (IQA), desenvolvido pela *National Sanitation Foundation* dos Estados Unidos em 1970, avaliam-se um conjunto de nove parâmetros, sendo eles: oxigênio dissolvido, coliformes termotolerantes, pH, DBO_{5,20}, temperatura da água, nitrogênio total, fósforo total, turbidez e sólidos totais na fórmula que conta com pesos já estabelecidos.

Vale destacar que há outros órgãos que também classificam as categorias do IQA de formas diferentes, como o caso do IGAM, que monitora as águas superficiais de bacias hidrográficas de Minas Gerais. Na BH-PN1-Alto Rio Paranaíba o IQA no ano de 2005 apresentou-se predominantemente na classe “Médio”. Na BH-PN2-Rio Araguari o IQA variou de “Bom” no rio Araguari, “Médio” nos rios Quebra Anzol e Capivara e “Bom” no rio Uberabinha. Na BH-PN3-Baixo Rio Paranaíba o IQA no ano de 2005 se apresentou “Médio” nos rios Tijuco e Prata e “Bom” no rio São Domingos. Na BH-GD8-Baixo Rio Grande o IQA se apresentou “Bom” no rio Uberaba e “Médio” a montante do reservatório de Volta Grande (IGAM, 2012).

Na bacia do ribeirão Saudade, a equipe técnica do Plano de Manejo da APA do rio Uberaba instalou pontos de medição de vazão além de coletas para qualidade das águas e os resultados encontrados durante o monitoramento da vazão no período de abril a setembro de 2016 foram de uma diminuição da quantidade de água superficial no intervalo avaliado, o que se deve ao período hidrológico de cada medição (PM – APA DO RIO UBERABA, 2016).

Em relação a qualidade das águas, baseado nas legislações vigentes no Brasil que indicam o nível de qualidade da água desejável em um manancial, seja para conservação

ou abastecimento público, os resultados apresentados, são reflexos das exigências legais em função da conservação da bacia hidrográfica e da segurança hídrica preconizada pela Resolução CONAMA 375 de 2005 e suas alterações e da Portaria nº 2914, do Ministério da Saúde de 2011. No geral, o ribeirão Saudade apresentou boa qualidade de água principalmente se avaliarmos por ser a maior bacia da APA do rio Uberaba (PM – APA DO RIO UBERABA, 2016).

2. MUNICÍPIO DE UBERABA-MG

Com uma população de aproximadamente 310 mil habitantes, o município de Uberaba, situa-se na região do Triângulo Mineiro, no estado de Minas Gerais, com economia voltada para a agropecuária, indústria e com algumas ascensões em destaque como polo químico, biotecnológico e de cosméticos, além de polo de alimentos processados como doces caseiros e similares. O turismo também merece destaque visto potencial artístico e cultural do município através das igrejas católicas, Museu do Chico Xavier, distrito de Peirópolis, entre outros. Eventos como Expozebu também contribuem significativamente tanto no quesito turismo quanto economia, mas também no avanço tecnológico e genético para os criadores do zebu (PREFEITURA MUNICIPAL DE UBERABA, 2018).

A cidade é considerada como uma das regiões mais ricas e promissoras do estado, exercendo liderança efetiva, não só em sua unidade territorial, como também nos municípios circunvizinhos. A localização do município é altamente estratégica do ponto de vista geoeconômico, em função da equidistância média de 500km da sede estadual, e em relação a grandes centros do país como São Paulo, Belo Horizonte e Brasília.

3. ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL

Originalmente criada pela Lei 6.902/1981, as áreas de proteção ambiental são hoje reguladas pela Lei 9.985/2000, conhecida como Lei do SNUC, ou seja, instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação e estabelece critérios e normas para a criação, implantação e gestão das unidades de conservação.

Sendo assim, as unidades de conservação (UCs) integrantes do SNUC se dividem em Unidades de Proteção Integral através da Estação Ecológica; Reserva Biológica; Parque Nacional; Monumento Natural; Refúgio de vida silvestre. O outro grupo são as Unidades de Uso Sustentável, sendo elas: Área de Proteção Ambiental (APA); Área de relevante interesse ecológico; Floresta Nacional; Reserva Extrativista; Reserva de Fauna;

Reserva de Desenvolvimento Sustentável; Reserva Particular do Patrimônio Natural (Lei 9.985/2000).

Por isso, a APA é considerada pela legislação uma área em geral extensa, com certo grau de ocupação humana, dotado de atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais especialmente importantes para a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas, e tem como objetivos básicos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais. Vale destacar ainda, que uma APA é constituída por terras públicas e/ou privadas (Lei 9.985/2000). No ano de 2002, foi regulamentado o decreto nº 4340, na qual o define o Plano de Manejo como documento orientador de todas as atividades a serem desenvolvidas nas UCs.

A área total da APA do rio Uberaba é de 528,16 km² e vai desde a cabeceira de drenagem do rio Uberaba (considerando o divisor de águas) até a captação, na cidade de Uberaba, na qual é retirada a maior parte da água para o abastecimento da população. O comitê de bacia hidrográfica que abrange a área é o dos afluentes mineiros do Baixo Rio Grande - GD8.

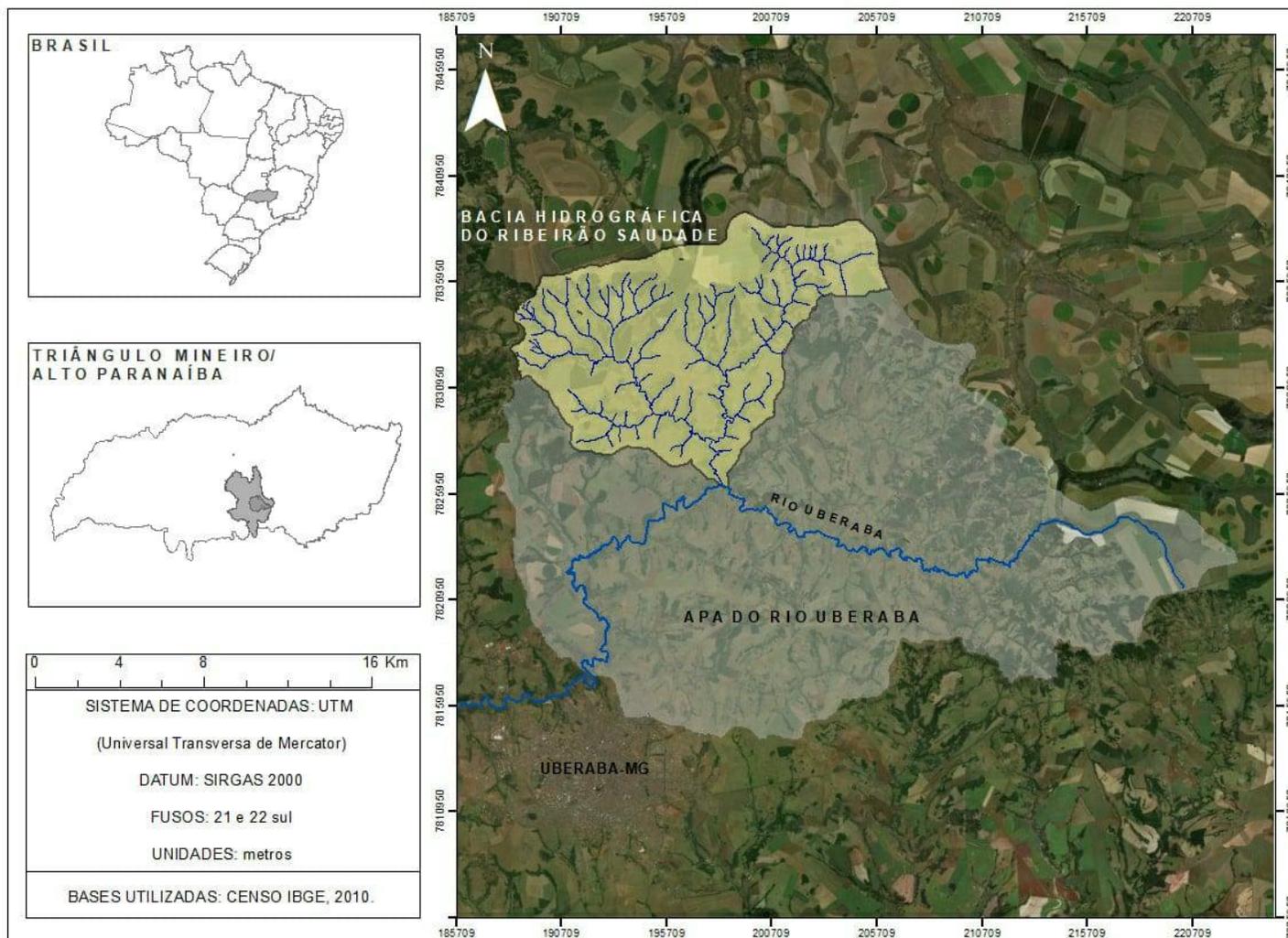
4. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi conduzido na borda superior da APA do rio Uberaba onde se localiza a bacia hidrográfica do ribeirão Saudade (Figura 1). Situada na porção norte da APA, entre as coordenadas 19°32'43" e 19°35'10" sul e 47°57'22" e 47°50'43" oeste, com área de 129,45 km², correspondendo a 24,4% da área total, configurando a maior bacia da APA. Sua amplitude altimétrica varia de 775 m (foz) a 998 m (chapadão/cabeceira de drenagem). Seus principais cursos são o ribeirão Saudade e córrego Borá (PM-APA DO RIO UBERABA, 2016).

5. CONCLUSÕES

O levantamento bibliográfico de cada variável do meio natural na bacia hidrográfica do ribeirão Saudade se caracteriza como um estudo e conhecimento prévio da área estudada, que possibilita melhores subsídios para coletas de solo e água, além de uma fundamentação necessária para as discussões que foram confrontadas com os resultados encontrados nos testes realizados nos capítulos seguintes. Além de favorecer o intercâmbio de informações necessárias para a gestão da bacia de estudo.

Figura 1 - Mapa de localização da APA do rio Uberaba, município de Uberaba.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB'SABER, A. N. **Contribuição à geomorfologia da área dos Cerrados.** In: Simpósio Sobre o Cerrado. Atas. São Paulo, EDUSP, 1972. p.97-103.
- AB'SABER, A. N. Domínio de natureza e famílias de ecossistemas. In:_____. **Domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas.** São Paulo, Atelie Editorial, 2003, 159p.
- ALMEIDA, F. F. M. & BARBOSA, O. Geologia das quadrículas de Piracicaba e Rio Claro, Estado de São Paulo. **Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia**, 1953. 143 p. 1-96.
- BARCELOS, J. H. **Reconstrução paleogeográfica da sedimentação do Grupo Bauru baseada na sua redefinição estratigráfica parcial em território paulista e no estudo preliminar fora do Estado de São Paulo.** 1984. Instituto de Geociências, UNESP, Rio Claro, Tese de Livre Docência, 190p.
- BATEZELLI, Alessandro. **Análise da sedimentação cretácea no Triângulo Mineiro e sua correlação com áreas adjacentes.** 2003. vi, 183 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 2003. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/103017>>. Acesso em: 01 nov. 2016.
- BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global. Esboço metodológico. In: **R. RA'EGA**, Curitiba-PR, Editora UFPR. n.8, p. 141-152, 2004.
- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. Projeto RADAMBRASIL. Folha SE – Geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1983. 768 p.
- BRASIL. Decreto-lei nº 9985 de 18 de julho de 2000. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da natureza (SNUC). Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9985.htm>. Acesso em: 26 nov. 2017.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia.** 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1980.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia Fluvial.** Editora Edgard Blücher, 1981.
- CHRISTOFOLETTI, A. **A geografia física no estudo das mudanças ambientais.** In: BECKER, B. K. (Org.). Geografia e Meio Ambiente no Brasil. São Paulo – Rio de Janeiro: HUCITEC. 1995, p. 334-345.
- CODAU – Centro Operacional de Desenvolvimento e Saneamento de Uberaba – **Plano de Manejo APA do rio Uberaba.** Prefeitura Municipal de Uberaba. Uberaba-MG, 2016. No prelo.
- CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente – **Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011.** Dispõe sobre as condições de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, CONAMA. 9 p.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. **Mapa Geológico do Estado de Minas Gerais**. Ministério de Minas e Energia – Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral. Brasília, 2014. Escala 1:1000000.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Mapeamento de solos e aptidão agrícola das terras do estado de Minas Gerais**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2004.

INMET– Instituto Nacional de Meteorologia. **Dados meteorológicos de Uberaba**. Uberaba, 2000.

IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das águas. **Monitoramento da qualidade das águas superficiais em 2012**. Instituto Mineiro de Gestão das Águas. Belo Horizonte: IGAM, 2013. (Resumo executivo).

LOPES, F. W. A.; DUTRA, G. C.; PEREIRA, J. A. A.; DE CARVALHO, L. M. T. **Avaliação da influência de áreas de solo exposto sobre a qualidade das águas do Ribeirão Carrancas – MG**. In: Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Florianópolis: INPE, p. 3421-3428, 2007.

MINAS GERAIS. Decreto-lei nº 12183, de 21 de janeiro de 1999. Criação da APA do rio Uberaba-MG.

NISHIYAMA, Luiz. **Geologia do município de Uberlândia e áreas adjacentes**. Sociedade e Natureza. Uberlândia, nº 1, ano 1, junho 1989. p.09-15.

NISHIYAMA, L. 1998. **Procedimentos de mapeamento geotécnico como base para análises e avaliações ambientais do meio físico, em escala 1:100.000: aplicação no município de Uberlândia - MG**. São Carlos: UFSCar, 1998. (Tese de doutorado).

NISHIYAMA, L.; BACCARO, C. A. D. **Aproveitamento dos recursos minerais nas regiões do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba – Uma agressão ao meio ambiente**. Sociedade & Natureza, Uberlândia, v. 1, n.1, p. 50-51, junho 1989.

PREFEITURA MUNICIPAL DE UBERABA. **A cidade de Uberaba**. Disponível em: <<http://www.uberaba.mg.gov.br/portal/conteudo,317>>. Acesso em: 06 jun. 2018.

PREFEITURA MUNICIPAL DE UBERABA. **Conselho Gestor da APA**. Disponível em: <<http://www.uberaba.mg.gov.br/portal/conteudo,24820>>. Acesso em: 13 jul. 2018.

PREFEITURA MUNICIPAL DE UBERABA. **Diagnóstico Ambiental da APA do rio Uberaba**. Secretaria de Meio Ambiente. Set., 2004. Disponível em: <http://www.uberaba.mg.gov.br/portal/acervo/meio_ambiente/arquivos/agenda_branca/diagnostico_apa.pdf>. Acesso em: 06 jun. 2018.

PREFEITURA MUNICIPAL DE UBERABA. **Plano de Manejo Emergencial da APA do rio Uberaba**. Secretaria de Meio Ambiente. 2012. Disponível em: <http://www.uberaba.mg.gov.br/portal/acervo/meio_ambiente/APA/Plano%20de%20Manejo%20Emergencial%20-%20APA%20Rio%20Uberaba%20-%202013.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2017.

RESENDE, T. M.; ROSOLEN, V. **Impactos da conversão de uso e manejo do solo do Cerrado utilizando dados de carbono total e isotópico**. GEOUSP – espaço e tempo. São Paulo, 2013, nº33, p. 39-52.

SILVA, E. C. & SANTOS, A. R. **A ocorrência de madeira silicificada no vale do rio Araguari, região do Triângulo Mineiro**. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 1997.

SOARES, P. C., LANDIM, P. M. B., FÚLVARO, V. J., SOBREIRO NETO, A. F. (1980). **Ensaio de caracterização estratigráfica do Cretáceo no Estado de São Paulo: Grupo Bauru**. Revista Brasileira de Geociências, 10, 177-185.

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

TUCCI, C. E. M. 1997. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2.ed. Porto Alegre: ABRH/Editora da UFRGS, 1997. (Col. ABRH de Recursos Hídricos, v.4).

UBERABA. Decreto-lei nº 9892 de 28 de dezembro de 2005. Cria a Área de Proteção Ambiental – APA do rio Uberaba – e dá providências. Disponível em: <http://www.uberaba.mg.gov.br/portal/acervo/meio_ambiente/APA/Lei%20Mun%209892%20Criacao%20APA%20605%20-%202005.pdf>. Acesso em: 05 fev. 2018.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA; FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS; UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS; FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. **Mapa de Solos do Estado de Minas Gerais**. Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM). Belo Horizonte, 2010. Escala 1:650000.

CAPÍTULO 2
PARÂMETROS MORFOMÉTRICOS, VAZÃO E QUALIDADE DAS ÁGUAS
DA BACIA DO RIBEIRÃO SAUDADE, UBERABA-MG

RESUMO

O capítulo tratou de estudar o componente hidrológico, desde valores de precipitação e umidade, até cálculos de vazão e monitoramento da qualidade das águas da bacia hidrográfica do ribeirão Saudade, no município de Uberaba-MG. Foram utilizados dados do Instituto Nacional de Meteorologia (dados climáticos) e do Plano de Manejo da APA do rio Uberaba (dados de vazão e qualidade das águas). Foi realizada também a análise morfométrica da bacia para auxiliar nas considerações acerca da dinâmica e funcionamento hidrológico da bacia hidrográfica do ribeirão Saudade. De forma geral, foi possível concluir que a forma da bacia contribui diretamente para o predomínio da infiltração sobre o escoamento superficial, favorecendo a maior permanência de água no sistema, além de revelar qualidade “Boa” e “Ótima” em todos os meses e pontos de monitoramento.

Palavras-chave: Dinâmica hidrológica. Monitoramento. Hidrologia.

ABSTRACT

This part studied the hydrological component, from precipitation and humidity data, to flow and monitoring the water quality of the watershed at Saudade stream, municipality of Uberaba-Brazil. Data from the National Institute of Meteorology (climatic data) and the APA Management Plan of the Uberaba river (flow and water quality data) were performed. Morphometric analysis of the basin was also showed to support the study about the watershed dynamics and hydrological functioning at Saudade stream. It was possible to conclude that the shape of the basin favors directly to the infiltration, comparing to the surface runoff, increasing a greater permanence of water in the soil, besides revealing a "good" and "excellent" quality in every month and monitoring points.

Keywords: Hydrological dynamics. Monitoring. Hydrology.

1. INTRODUÇÃO

Na natureza, a água é um dos elementos primordiais, responsável pela maioria dos processos físicos, químicos e biológicos, além de ser considerada o solvente universal no que tange a capacidade de dissolver substâncias. A água existente no planeta, como de conhecimento público, não está disposta de forma uniforme em todo planeta, muito menos apenas na forma líquida, como é majoritariamente representada em nossa região. Outro fator bem discutido além da preservação dos recursos hídricos é a qualidade desses recursos, já que estamos falando do bem comum mais importante para sobrevivência e também do recurso finito fundamental para vida terrestre.

Como estabelecida pela Política Nacional de recursos hídricos (Lei nº 9.433/97), a bacia hidrográfica é considerada a unidade territorial para implementação da Política e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGERH), além do planejamento territorial, seja ele urbano ou rural. Com tudo, Rodriguez, *et al.*, (2011) enfatizam que o planejamento das bacias hidrográficas vem sofrendo constantes modificações em seu conceito, desde o enfoque no manejo de águas e concepção da bacia como conjunção de agentes ambientais, até mais recente com uma visão de planejamento ambiental integrado. Diversos são os elementos que devem ser analisados na bacia hidrográfica como relevo, tipo de solo, uso dos solos, manejo entre outros, que contribuem diretamente no volume e na qualidade dessas águas.

Também conhecida como bacia fluvial ou de drenagem, é uma região hidrológica que pode ser definida como “uma área da superfície terrestre que drena água, sedimentos e materiais dissolvidos para uma saída comum, num determinado ponto de um canal fluvial.” (COELHO NETTO, 2007). Buscando entender as interações que ocorrem entre os seus vários elementos, a análise morfométrica se destaca por abranger uma série de parâmetros que melhor quantifica e permite caracterizar o ambiente diante da forma da bacia, componentes hidrográficos e parâmetros combinados.

Diante do cenário atual em que a bacia do ribeirão Saudade pertence a uma Área de Proteção Ambiental – APA do rio Uberaba, que abastece todo o município, se faz necessário o planejamento e o monitoramento destes recursos hídricos da área de estudo. Nesta proposta, o objetivo deste capítulo foi realizar a análise morfométrica para relacionar com dados de vazão e de qualidade de água para compreender a dinâmica hidrológica na bacia hidrográfica do ribeirão Saudade, afluente do rio Uberaba.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. PARÂMETROS CLIMÁTICOS:

Para aquisição dos dados climáticos foram selecionados os parâmetros: precipitação (mm); temperatura máxima média (°C); temperatura mínima média (°C); e umidade relativa média (%). Todos estes parâmetros foram coletados da estação climatológica convencional (nº 83577) do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, localizada abaixo da captação de água para o abastecimento da cidade de Uberaba – fazenda experimental da EPAMIG – nas coordenadas 19°45'56''S e 47°57'57''W.

O período monitorado foi de 11 anos, desde 2006 até 2016. Vale destacar que na aquisição dos dados de cada parâmetro os resultados eram mensais, então foi realizado um média anual para cada ano monitorado.

2.2. PARÂMETROS MORFOMÉTRICOS:

Área (A) e Perímetro (P) da bacia: foram calculados no SIG utilizando a ferramenta “*zonal geometria*” calculada em km^2 e em quilômetros (km) respectivamente.

Ordem da Bacia: A ordem dos cursos d’água representa o grau de ramificação apresentada por Strahler (1957).

Coefficiente de Compacidade (kc): Classifica-o da seguinte forma: 1,00 – 1,25 = bacia com alta propensão a grandes enchentes; 1,25 – 1,50 = bacia com tendência mediana a grandes enchentes; > 1,50 = bacia não sujeita a grandes enchentes (VILELLA E MATTOS, 1975).

$$Kc = 0,28 \cdot \frac{PBH}{\sqrt{ABH}} \quad (1)$$

Em que, ABH é a área da bacia e PBH, o perímetro da bacia hidrográfica. Normalmente, PBH e ABH são dados em km e km^2 , respectivamente.

Índice de Circularidade (Ic): representa a relação entre a área total da bacia e a área de um círculo de perímetro igual ao da área total da bacia, que, na expansão areal, melhor se relaciona com o escoamento fluvial. Assim, $Ic=0,51$ representa um nível moderado de escoamento, não contribuindo na concentração de águas que possibilitem cheias rápidas. Valores maiores que 0,51 indicam que a bacia tende a ser mais circular, favorecendo os processos de inundação (cheias rápidas). Já os valores menores que 0,51 sugerem que a bacia tende a ser mais alongada favorecendo o processo de escoamento (MÜLLER, 1953; SCHUMM, 1956).

$$(Ic = A / Ac) \quad (2)$$

Índice de Sinuosidade (Is): relaciona o comprimento verdadeiro do canal (projeção ortogonal) com a distância vetorial (comprimento em linha reta) entre os dois pontos extremos do canal principal (SCHUMM, 1963). Valores próximos a 1,0 indicam que o canal tende a ser retilíneo. Já os valores superiores a 2,0 sugerem canais tortuosos e os valores intermediários indicam formas transicionais, regulares e irregulares. Sabe-se, entretanto, que a sinuosidade dos canais é influenciada pela carga de sedimentos, pela compartimentação litológica, estruturação geológica e pela declividade dos canais.

$$(Is = L / dv) \quad (3)$$

Onde L é o comprimento do canal principal e dv é a distância vetorial entre as extremidades a montante e a jusante do canal principal.

Densidade de Drenagem (Dd): relaciona o comprimento total dos canais com a área da bacia de drenagem. Essa variável se relaciona diretamente com os processos climáticos atuantes na área estudada, os quais influenciam o fornecimento e o transporte de material detrítico ou indicam o grau de manipulação antrópica (HORTON, 1945).

$$(Dd = C / A) \quad (4)$$

Onde C é o comprimento total dos canais e A é a área total da bacia hidrográfica. Baixa densidade: 5 km km⁻²; Média densidade: 5-13 km km⁻²; Alta densidade: > 13 km km⁻².

Densidade Hidrográfica: relaciona o número de rios ou canais com a área da bacia hidrográfica. Ou seja, expressa a magnitude da rede hidrográfica, indicando sua capacidade de gerar novos cursos d'água em função das características pedológicas, geológicas e climáticas da área (FREITAS, 1952).

$$(Dh = n/A) \quad (5)$$

Onde n é o número de canais e A é a área total da bacia hidrográfica.

Declividade da Bacia:

$$I (\%) = \frac{D}{ABH} \sum(CNi). 100 \quad (6)$$

Em que, I é a declividade média da bacia (%), D é a equidistância entre as curvas de nível (m) e $\sum(CNi)$ é o comprimento total das curvas de nível (m). A área da bacia deve estar em m².

Coefficiente de Rugosidade (RN): Também conhecido como *Ruggedness Number*, é obtido pelo produto da densidade de drenagem da sub bacia e declividade média da sub bacia.

$$RN = \frac{Dd}{D} \quad (7)$$

Todos os dados morfométricos de processamento foram realizados pelo software ArcGis 10.1 (ESRI, 2010).

2.3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS PARA ANÁLISE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS

O grupo técnico do Plano de Manejo da APA do rio Uberaba-MG (PM-APA DO RIO UBERABA, 2016), realizou testes de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos utilizando como critério de classificação final o IAP (Índice de Qualidade das Águas Brutas para fim de Abastecimento Público), da CETESB (2016). Para se chegar neste parâmetro foram necessários outros índices, como o IQA (Índice de Qualidade das Águas) e o ISTO (Índice de Substâncias Tóxicas e Organolépticas) como observa-se na Tabela 1 abaixo:

Tabela 1 - Parâmetros utilizados para classificação do IQA e ISTO.

IQA	
Oxigênio dissolvido (OD)	
Coliformes termotolerantes	
Potencial hidrogeniônico (pH)	
Demanda bioquímica de oxigênio (DBO)	
Temperatura	
Nitrogênio total	
Fósforo total	
Turbidez	
Resíduo total	
ISTO	
Tóxicos	Organolépticos
Cádmio	Alumínio dissolvido
Chumbo	Cobre dissolvido
Cromo total	Ferro dissolvido
Níquel	Manganês
Mercúrio	Zinco.
Potencial de formação de trihalometanos - (PFTHM)	

Fonte: Adaptado de CETESB (2016).

A partir dos resultados desses parâmetros foi possível calcular o IAP através da fórmula 8 e posteriormente classificar a qualidade das águas através da Tabela 2 de enquadramento, como observa-se abaixo:

$$IAP = IQA \times ISTO \quad (8)$$

Tabela 2 - Enquadramento das águas dos mananciais de acordo com o IAP.

Categoria	Ponderação
ÓTIMA	$79 < \text{IAP} \leq 100$
BOA	$51 < \text{IAP} \leq 79$
REGULAR	$36 < \text{IAP} \leq 51$
RUIM	$19 < \text{IAP} \leq 36$
PÉSSIMA	$\text{IAP} \leq 19$

Fonte: Adaptado de CETESB (2016).

As coletas foram realizadas nos meses de março, abril, maio, junho, julho e agosto de 2016, totalizando 7 coletas para cada ponto de coleta, já que no mês de julho foram realizadas 2 coletas. Os pontos escolhidos pelo PM- APA do rio Uberaba (2016), foram no córrego Borá, que é contribuinte de grande importância para bacia hidrográfica de estudo e no próprio ribeirão Saudade, como apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Pontos de coleta para qualidade de água na bacia do ribeirão Saudade.

Ponto	Coordenadas (Sirgas 2000 23 S)	
	X	Y
Borá (nascente)	190104,54	7832445,07
Borá (médio curso)	192867,54	7832422,15
Saudade (nascente)	204870,64	7826569,11
Saudade (médio curso)	200448,75	7833118,28
Saudade (foz)	198243,47	7826610,21

Fonte: PM-APA RIO UBERABA (2016).

2.4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS PARA MEDIÇÃO DE VAZÃO

Para quantificação da água superficial na bacia do ribeirão Saudade foi utilizada a técnica de medição de vazão através da medida da velocidade de passagem de água em seção transversal do ribeirão. Esta medição será realizada com o auxílio de um molinete fluviométrico, que serve para medir de forma pontual a velocidade da corrente de água pela unidade tempo, expressa em m/s. O molinete é um equipamento muito utilizado na medição de vazão, se assemelha a um cata-vento, cujas hélices giram, com mais ou menos intensidade, de acordo com a passagem da água naquele momento. Segundo o PM-APA

rio Uberaba (2016), foram realizadas batimetrias no ponto de medição, com o objetivo de se obter a área da seção transversal e, assim, juntamente com a velocidade da corrente nos cursos d'água, calcular a vazão dos mesmos.

Tabela 4 - Pontos de medição de vazão na bacia ribeirão do Saudade.

Ponto	Coordenadas (Sirgas 2000 23 S)	
	X	Y
Saudade	198243,47	7826610,21

Fonte: PM-APA RIO UBERABA (2016).

Para os cálculos da velocidade e posteriormente vazão foram utilizadas as Equações 9 e 10, fornecidas pelo fabricante do molinete.

$$V=0,0470821+0,2076146 \quad \text{RTS} \leq 0,5837 \quad (9)$$

$$V=0,0014667+0,28543822 \quad \text{RTS} \leq 0,5837 \quad (10)$$

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1. VALORES DOS PARÂMETROS CLIMÁTICOS

Os dados de precipitação é o parâmetro que possui maior amplitude entre o maior e o menor valor como pode ser observado na Tabela 5, sendo o ano de 2014 o menor com 102,21mm e o ano de 2008 o maior com 171,48mm de precipitação. Tanto a temperatura máxima média e a temperatura mínima média apresentaram valores bem próximos quanto ao maior e menor valor, como 31,16°C em 2007 e 29,60°C em 2013 respectivamente, para as máximas. As mínimas apresentaram 16,80°C no ano de 2010 como menor valor e 17,87°C em 2015 como maior valor. A umidade relativa média apresentou valores de 61,80% e 70,82% para menor e maior valores respectivamente.

Tabela 5 - Dados climáticos do ano de 2006 até 2016 da estação n° 83577 do INMET.

Ano	Precipitação anual média (mm)	Temperatura máxima média (°C)	Temperatura mínima média (°C)	Umidade relativa média (%)
2006	145,02	30,30	17,09	66,13
2007	133,39	31,16	17,29	61,80
2008	171,48	30,17	17,49	67,95
2009	135,63	30,00	17,91	70,01
2010	146,56	30,69	16,80	65,18
2011	162,33	30,09	16,93	67,70
2012	118,16	30,39	17,28	69,39
2013	134,93	29,60	17,12	70,82
2014	102,21	30,70	17,27	65,42
2015	135,61	30,81	17,87	69,97
2016	138,67	30,31	17,13	65,98
Média total	138,54	30,33	17,29	67,32

Fonte: Adaptado de dados do INMET

3.2. VALORES DOS PARÂMETROS MORFOMÉTRICOS:

O sistema de drenagem, de acordo com a hierarquia de Strahler (1957), apresentou grau de ramificação de 5ª ordem o que reflete os efeitos diretos do uso da terra, pois quanto mais ramificada for a rede, mais eficiente será o sistema, como pode ser observado na Tabela 6. A densidade de drenagem da bacia do ribeirão Saudade foi de 1,50 Km/Km² classificado como baixa, na qual a água escoar de forma lenta em um relevo pouco acidentado com amplitude altimétrica de 230 metros e predomínio da infiltração/deflúvio. Vale destacar também, que através da declividade média da bacia com valor igual a 8,8% classifica-se o relevo como suave ondulado. Já relacionado com sua forma, a bacia apresenta forma alongada com área total de 129,459 km² e comprimento de seu canal principal de 22,321 km e sinuosidade igual a 1,65 revelando que quanto mais próximo de 1 mais retilíneo é o curso d'água, o que possibilita maior velocidade na dispersão de poluentes.

O coeficiente de compacidade (Kc) e o índice de circularidade (Ic) apresentaram respectivamente os valores 2,16 e 0,20 indicando assim, que a bacia não possui formato semelhante ao de uma circunferência, aproximando-se de uma bacia alongada não sujeita a enchentes e inundações.

O coeficiente de rugosidade do ribeirão Saudade é de 13,35, considerado na classe B, com propensão de uso indicado para a pastagem (ROCHA; KURTZ, 2001), o que de fato é o uso predominante na área da bacia.

Tabela 6 - Índices morfométricos da bacia do ribeirão Saudade.

Índices Morfométricos	Unid.	Ribeirão Saudade
Área	km ²	129,459
Perímetro	km	88,126
Comprimento do curso principal	km	22,321
Comprimento total dos canais de drenagem	km	194,827
Comprimento talvegue	km	13,475
Ordem da bacia	----	5 ^a
Número de canais de 1 ^a ordem	----	239
Comprimento 1 ^a ordem	km	102,422
Número de canais de 2 ^a ordem	----	50
Comprimento 2 ^a ordem	km	44,608
Número de canais de 3 ^a ordem	----	14
Comprimento 3 ^a ordem	km	27,914
Número de canais de 4 ^a ordem	----	4
Comprimento 4 ^a ordem	km	18,638
Número de canais de 5 ^a ordem	----	1
Comprimento 5 ^a ordem	km	1,245
Maior largura	km	16,532
Largura média	km	9,804
Maior comprimento	km	11,768
Comprimento médio	km	7,251
Coefficiente de compacidade (kc)	----	2,16
Índice de circularidade (Ic)	----	0,20
Densidade de drenagem	km/km ²	1,50
Densidade de drenagem	km/ha	0,015
Densidade hidrográfica	km/km ²	2,37
Sinuosidade do curso principal	----	1,65
Amplitude altimétrica	m	230
Somatório dos comprimentos das curvas de nível	km	1.149.416,503
Equidistância entre curvas	m	10
Declividade média da bacia	%	8,8
Coefficiente de rugosidade	----	13,35

3.2. VALORES DA QUALIDADE DAS ÁGUAS

Os resultados revelados pelo indicador IAP no córrego Borá, demonstraram qualidade no mínimo “BOA” durante todo o período de monitoramento e qualidade “ÓTIMA” em outros 4 meses como pode ser observado na Tabela 7. Este resultado evidencia que a qualidade das águas que deságuam no ribeirão Saudade foram classificadas como boa no seu afluente.

Tabela 7 - Classificação da qualidade da água para o córrego Borá pelo IAP.

Mês	Ponto	Ponderação (IAP)	Qualidade (IAP)
Março	Nascente	82	ÓTIMA
	Médio curso	83	ÓTIMA
Abril	Nascente	76	BOA
	Médio curso	76	BOA
Maio	Nascente	80	ÓTIMA
	Médio curso	72	BOA
Junho	Nascente	79	BOA
	Médio curso	71	BOA
Julho (coleta 1)	Nascente	80	ÓTIMA
	Médio curso	75	BOA
Julho (coleta 2)	Nascente	74	ÓTIMA
	Médio curso	73	BOA
Agosto	Nascente	77	BOA
	Médio curso	74	BOA
Setembro	Nascente	75	BOA
	Médio curso	68	BOA

Fonte: PM-APA RIO UBERABA (2016).

Os resultados revelados pelo indicador IAP no ribeirão Saudade, demonstraram qualidade no mínimo “BOA” durante todo o período de monitoramento e qualidade “ÓTIMA” em outros 3 meses como pode ser observado na Tabela 8. Evidenciando a boa capacidade assimilativa do ribeirão, e também da ausência de poluentes tóxicos no curso d’água, indicando uma boa conservação da bacia em estudo.

Tabela 8 - Classificação da qualidade da água para o ribeirão Saudade pelo índice IAP.

Mês	Ponto	Ponderação (IAP)	Qualidade (IAP)
Março	Nascente	70	BOA
	Médio curso	85	ÓTIMA
	Foz	83	ÓTIMA
Abril	Nascente	70	BOA
	Médio curso	75	BOA
	Foz	75	BOA
Maio	Nascente	80	ÓTIMA
	Médio curso	71	BOA
	Foz	74	BOA
Junho	Nascente	80	ÓTIMA
	Médio curso	79	BOA
	Foz	65	BOA
Julho (coleta 1)	Nascente	76	BOA
	Médio curso	64	BOA
	Foz	73	BOA
Julho (coleta 2)	Nascente	75	BOA
	Médio curso	75	BOA
	Foz	75	BOA

Agosto	Nascente	72	BOA
	Médio curso	72	BOA
	Foz	79	BOA
Setembro	Nascente	74	BOA
	Médio curso	71	BOA
	Foz	75	BOA

Fonte: PM-APA RIO UBERABA (2016).

3.3. VALORES DA VAZÃO

Os resultados obtidos após monitoramento da vazão nos meses de abril, julho e setembro de 2016, pelo PM-APA rio Uberaba (2016), revelaram uma diminuição da quantidade de água a cada mês observado, o que pode ser justificado pelo próprio período hidrológico, como pode ser observado na Tabela 9. Vale destacar também, que os dados indicam que a bacia do ribeirão Saudade possui uma média capacidade de retenção de água no seu curso, pois no mês de setembro o valor da vazão representa apenas 33,6% do mês de abril.

Tabela 9 - Vazão no ribeirão Saudade no período de monitoramento.

Período	Área da seção transversal (m ²)	Vazão (L.s ⁻¹)
Abril/2016	2,516	1733,13
Julho/2016	3,404	1126,63
Setembro/2016	2,295	581,97

Fonte: PM-APA RIO UBERABA (2016).

3.4. DISCUSSÕES ACERCA DOS RESULTADOS OBTIDOS

Após a realização da análise morfométrica e os resultados obtidos de cada parâmetro foi possível relacioná-los de forma integrada e o que pode destacar desta análise, é que a água tende a se armazenar na bacia, como indicou os dados morfométricos através do predomínio da infiltração. Os fatores que confirmam esta afirmação encontram-se nos valores de precipitação, que foram altos nos meses de novembro e dezembro de 2015 e janeiro, fevereiro e março de 2016, período da cheia que no mês seguinte (abril) o valor de precipitação foi de apenas 4,5mm e o valor da vazão para o mesmo mês foi de 1733,13 L.s-1 comprovando a persistência da água dos 5 meses anteriores dentro do sistema.

Tabela 10 - Parâmetros utilizados na bacia do ribeirão Saudade

Mês/Ano	Qualidade da água*	Vazão (L.s ⁻¹)*	Precipitação (mm)**
Nov/2015	---	---	212,9
Dez/2015	---	---	276,2
Jan/2016	---	---	315,2
Fev/2016	---	---	131,5
Mar/2016	BOA/ÓTIMA	---	292,9
Abr/2016	BOA	1733,13	4,5
Mai/2016	BOA/ÓTIMA	---	8,4
Jun/2016	BOA/ÓTIMA	---	83,9
Jul/2016	BOA	1126,63	0,0
Ago/2016	BOA	---	33,2
Set/2016	BOA	581,97	18,7

*Dados do PM-APA RIO UBERABA, 2016. ** Dados do INMET, 2018.

4. CONCLUSÕES

A morfometria quantificou parâmetros importantes para as discussões como Kc e Ic resultando em uma bacia alongada e pouco sujeita a enchentes e inundações, além do coeficiente de rugosidade apresentar valor baixo de (13,35), favorecendo à maior infiltração da água e maior umidade do solo.

A vazão, juntamente com os valores de precipitação, justifica e comprova os resultados morfométricos, principalmente no quesito predomínio de infiltração e permanência da água no sistema, como pode ser observado na Tabela 10.

O ribeirão Saudade e o córrego Borá, de forma geral, obtiveram uma boa qualidade das águas, o que está diretamente ligada ao fato da bacia estar sob área de uma APA que tem leis específicas para proteção dos recursos hídricos e naturais de forma geral.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. Lei n. 9.433: Política Nacional de Recursos Hídricos. Brasília: Secretaria de Recursos Hídricos, 1997. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=370>. Acesso: 07 ago. 2017.

CODAU – Centro Operacional de Desenvolvimento e Saneamento de Uberaba – **Plano de Manejo APA do rio Uberaba**. Prefeitura Municipal de Uberaba. Uberaba-MG, 2016. No prelo.

COELHO NETTO, A. L. Hidrologia de encosta na interface com a geomorfologia. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da (Orgs.). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007, p. 93-148.

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Qualidade da água: Rios > Índices de Qualidade das Águas > Índices**. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/indice.asp>>. Acesso em: 20 dez. 2017.

FREITAS, R.O. **Textura de drenagem e sua aplicação geomorfológica**. Boletim Paulista de Geografia. São Paulo, v. 11, p.53-57, 1952.

HORTON, R.E. **Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology**. Geological Society of America Bulletin. v. 56, n. 3, p. 275-370, 1945.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. **Dados climáticos da estação 83577, município de Uberaba-MG, 2016**. Disponível em: <[MÜLLER, V.C. **A quantitative geomorphology study of drainage basin characteristic in the Clinch Mountain Area**. New York: Virginia and Tennessee. Dept. of Geology, 1953, n. 3, p. 30.](http://www.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa/gera_serie_txt_mensal.php?&mRelEstacao=83577&btnProcesso=serie&mRelDtInicio=01/01/2006&mRelDtFim=31/12/2016&mAtributos=,,,,,,1,,1,,1,1,>>. Acesso em: 20 mai. 2018.</p>
</div>
<div data-bbox=)

ROCHA, J. S. M.; KURTZ, S. M. J. M. **Manual de Manejo Integrado de bacias Hidrográficas**. Santa Maria: Editora da UFSM, 2001. 282 p.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V.; LEAL, A. C. Planejamento ambiental de bacias hidrográficas desde a visão da geoecologia da paisagem. In: FIGUEIRÓ, A. S.; FOLETO, E (org.). **Diálogos em geografia física**. Santa Maria: Ed. da UFSM, 2011.

SCHUMM, S. A. **Evolution of drainage systems and slopes in badland at Perth Amboy, New Jersey**. Bulletin of Geological Society of America, 1956, v. 67, p. 597-646.

SCHUMM, S.A. **Sinuosity of alluvial rivers on the great plains**. Geological Society of America Bulletin, 1963, v. 74, n. 9, p. 1089-1100.

STRAHLER, A. N. **Hypsometric analyses of erosional topography**. Soc. América Bulletin, 1957. v. 63, p. 597-646.

VILELLA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada**. São Paulo, McGraw-Hill, 1975. 245 p.

CAPÍTULO 3
ASPECTOS PEDOGEOMORFOLÓGICOS E USO DOS SOLOS NA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO SAUDADE, UBERABA-MG

RESUMO

Para interpretação das variáveis ambientais, o termo pedogeomorfologia, que sustenta a compreensão desde o regolito até as formas de relevo, faz o embasamento deste estudo já que a geomorfologia está subordinada à geologia estrutural e a pedologia está subordinada a geomorfologia. Vale destacar ainda a importância da compreensão dos padrões de drenagem, processos erosivos, entre outros, no conhecimento pedogeomorfológico. Assim, o objetivo do trabalho foi analisar a relação solo-paisagem, relacionando-a com a variabilidade de uso dos solos da bacia hidrográfica do ribeirão Saudade, município de Uberaba-MG. Foram realizadas análises físicas, químicas e micromorfológicas de solos na área, além da aplicação da metodologia de compartimentação topográfica, que permitiu associações de evolução da paisagem, como a ocorrência de paleovoçorocas e classes de solo no mesmo modelado do relevo devido às transformações geomorfológicas que alteraram essas classes de solos.

Palavras-chave: Latossolos. Relação solo-paisagem. Cerrado.

ABSTRACT

The aim was to analyze the soil and landscape relationship, and show the variability of soil use in the watershed of the Saudade stream, municipality of Uberaba-Brazil. Physical, chemical and micromorphological analyzes of soils and topographic parameters at the area were performed, which allowed associations of evolution of the landscape, such as the occurrence of paleo-gullies and soil classes in the same landform due to the geomorphological transformations that altered these soils.

Keywords: Oxisols. Soil-landscape relationship. Brazilian savanna.

1. INTRODUÇÃO

O solo por si só carrega como conceito o resultado da ação conjunta de agentes externos (como chuva, vento, umidade, etc.) sobre restos minerais, porém enriquecidos com matéria orgânica. Sendo assim, o solo pode ser compreendido como resultado da ação do clima sobre o material de origem (rocha) juntamente com o efeito da topografia (relevo), vegetação e dos micro-organismos ao longo de um espaço de tempo (VASQUEZ, B. A. F.; WINCK, B. R., 2014).

Sendo assim, a partir dessa relação sistêmica entre os fatores naturais percebemos uma ligação expressiva da geologia (rochas), geomorfologia (compartimentação topográfica) e pedologia (solos), a qual será abordada neste capítulo, conhecida como pedogeomorfologia.

Para interpretação dessas variáveis ambientais, o termo pedogeomorfologia, que sustenta a compreensão desde o regolito até as formas de relevo (Ollier; Pain, 1996) faz o embasamento deste estudo já que, segundo Tricart (1968), assim como a geomorfologia está subordinada a geologia estrutural, a pedologia está subordinada a geomorfologia.

Ollier; Pain (1996) relatam ainda a falta de compreensão de princípios geomorfológicos em mapas, relatórios técnicos e levantamentos de solos. Expõem que, não basta apenas descrever as atuais formas de relevo, o que também é importante, mas é necessário maior compreensão de quem mapeia, desde o regolito aos princípios geomórficos básicos, que sustentam a explicação das formas de relevo. Toda essa compreensão acima abordada (paisagem) envolve a evolução dos padrões de drenagem, processos erosivos nas vertentes, processos fluviais e terraços, que estão diretamente relacionados com a evolução do regolito.

Na bacia do ribeirão Saudade, localizada na porção norte da Área de Proteção Ambiental (APA) do rio Uberaba-MG, estudos pedogeomorfológicos e de uso dos solos são ainda incipientes. Trata-se de uma área de cerrado bastante modificada por usos diversos, com destaque para as monoculturas e pastagens, refletindo a lógica da ocupação das áreas agricultáveis do Triângulo Mineiro.

Desta forma, o objetivo do trabalho foi analisar a relação solo-paisagem, relacionando-a com a variabilidade de uso dos solos da bacia hidrográfica do ribeirão Saudade, em Uberaba-MG.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. TRABALHOS DE CAMPO

Foram descritos e coletados 07 perfis de solos, conforme Santos et al. (2013), classificados como Cambissolo Háplico - CX (perfis P1, P3), Latossolo Amarelo - LA (perfil P6-1), Gleissolo Melânico - GM (perfil P6-2), Latossolo Vermelho-Amarelo - LVA (perfil P7), e Argissolo Vermelho-Amarelo - PVA (perfis P8 e P9). A classificação dos solos foi realizada conforme Embrapa (2013). Complementarmente, foram utilizados outros 7 perfis de solos de Epamig (PEDROSO NETO, 2010), 2 perfis do PM-APA do rio Uberaba (2016) e 2 perfis de Valera (2017).

Os trabalhos de campo também oportunizaram a descrição das formas de relevo e uso dos solos.

2.2. ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS DOS SOLOS

Nas análises físicas, foram determinadas a composição granulométrica, a condutividade hidráulica e a densidade do solo (método do anel volumétrico) (EMBRAPA, 2017). Nas análises químicas, procedeu-se a determinação de: pH em água e KCl 1 mol L⁻¹; carbono orgânico total (Yeomans e Bremner, 1988); P disponível, Na⁺ e K⁺, após extração com HCl 0,5 mol L⁻¹ + H₂SO₄ 0,0125 mol L⁻¹ (Mehlich-1); Ca²⁺ e Mg²⁺ por espectroscopia de absorção atômica e Al³⁺ por titulometria, após serem extraídos com KCl 1 mol L⁻¹; e acidez potencial (H + Al) por titulometria, após extração com Ca(CH₃COO₂) 0,5 mol L⁻¹ a pH 7,0. Todas as análises químicas foram baseadas em Embrapa (2017).

2.3. ANÁLISE MICROMORFOLÓGICA

Foram coletados 5 amostras indeformadas de solo da camada de 0,10-0,15m (P1, P6-1, P7, P8 e P9), em caixas de Kubiena, seco num forno de ar for a 35°C. Posteriormente, eles foram impregnados com poliéster resina e realizado cortes em seções finas de 1,8 × 30 × 40 mm (30 µm de espessura) para posterior análise sob um microscópio petrográfico. As descrições microestruturais foram baseadas em critérios definidos por Stoops (2003) e Stoops et al. (2010). Para todas as descrições usamos um microscópio óptico trinocular, modelo Zeiss Axiophot, com câmera digital integrada para gravação fotográfica.

2.4. COMPARTIMENTAÇÃO TOPOGRÁFICA

Para determinação do modelado do relevo da bacia hidrográfica do ribeirão Saudade utilizou-se como referência fundamental o Manual Técnico de Geomorfologia, elaborado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, (2009). A partir deste manual foi possível identificar e delimitar os diferentes modelados encontrado na área de estudo com auxílio das imagens de radar “Shuttle Radar Topography Mission” – SRTM, para obtenção de curvas de nível com equidistâncias de 50m e 10m cada.

2.5. GEOPROCESSAMENTO

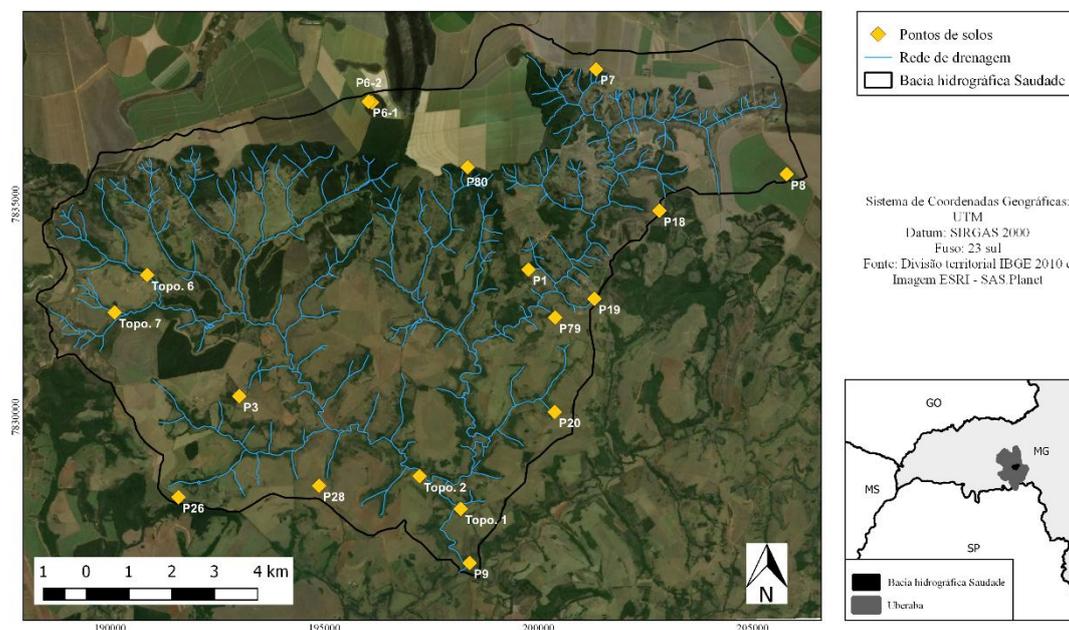
Para a elaboração dos materiais de apoio (mapa planimétrico, mapa de localização dos pontos de coleta, unidades do relevo), foram utilizados o software Google Earth Pró, e imagem ESRI a partir do software SAS.Planet e QGis 2.18. Para confecção do perfil topográfico foi utilizado o AutoCad2007.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1. PONTOS DE COLETA DE SOLOS

Os pontos de solos coletados foram P1, P3, P6-1, P6-2, P7, P8 e P9. Os outros pontos especializados no mapa (Figura 1), foram utilizados para complementar as discussões.

Figura 1 - Mapa dos pontos de solos utilizados



3.2. UNIDADES DO MODELADO DO RELEVO, SOLO E USO ASSOCIADO

A classificação dos modelados, representado no quarto nível da taxonomia proposta pelo IBGE (2009), tem como princípio um padrão de formas de relevo que apresentam definição geométrica similar em função de uma gênese comum e dos processos morfogenéticos atuantes como o próprio clima que a partir do tempo, resulta na evolução e transformação das formas de relevo.

Na bacia hidrográfica do ribeirão Saudade foram determinados a partir da geologia local, declividades e rede de drenagem, permitindo assim a individualização de suas unidades do modelado do relevo, como apresentados a seguir no Quadro 1.

Quadro 1 - Níveis de análise geomorfológica na bacia do ribeirão Saudade

1º NÍVEL – Domínio Morfoestrutural / Morfoclimático				
Bacia Sedimentar do Paraná				
2º NÍVEL – Região Geomorfológica				
Planaltos e Chapadas da Bacia Sedimentar do Paraná (RADAM, 1983).				
3º NÍVEL – Unidade Geomorfológica				
Planalto do Rio Grande (BACCARO <i>et al.</i> 2001)				
4º NÍVEL – Modelado				
Tipo	Unidade mapeada	Sigla	Área (km ²)	%
Acumulação	Rampa de colúvio	Arc	17,04	13,16
Aplanamento	Pediaplano degradado inumado	Pgi	26,25	20,28
Dissecação	Dissecado homogêneo de topo convexo	Dc23	24,80	19,16
	Dissecado homogêneo de topo tabular	Dt21	61,13	47,22
	Dissecado estrutural de topo convexo	Dec12	0,23	0,18
		Total	129,45	100

A identificação desses modelados do relevo permitiu a delimitação dos mesmos, e individualização de sua área, estabelecendo uma escala de mapeamento até o 4º nível da taxionomia proposta pelo IBGE, (2009) permitindo uma escala próxima de 1:100.000. Como observado no quadro acima e no mapa do modelado do relevo na bacia hidrográfica do ribeirão Saudade (Figura 2). Em relação ao uso dos solos é possível observar os diferentes usos e predomínio das pastagens espalhadas por toda a bacia, exceto no chapadão, unidade com predominância da agricultura (Figura 3).

Figura 2 - Mapa das unidades do modelado do relevo na bacia hidrográfica do ribeirão Saudade

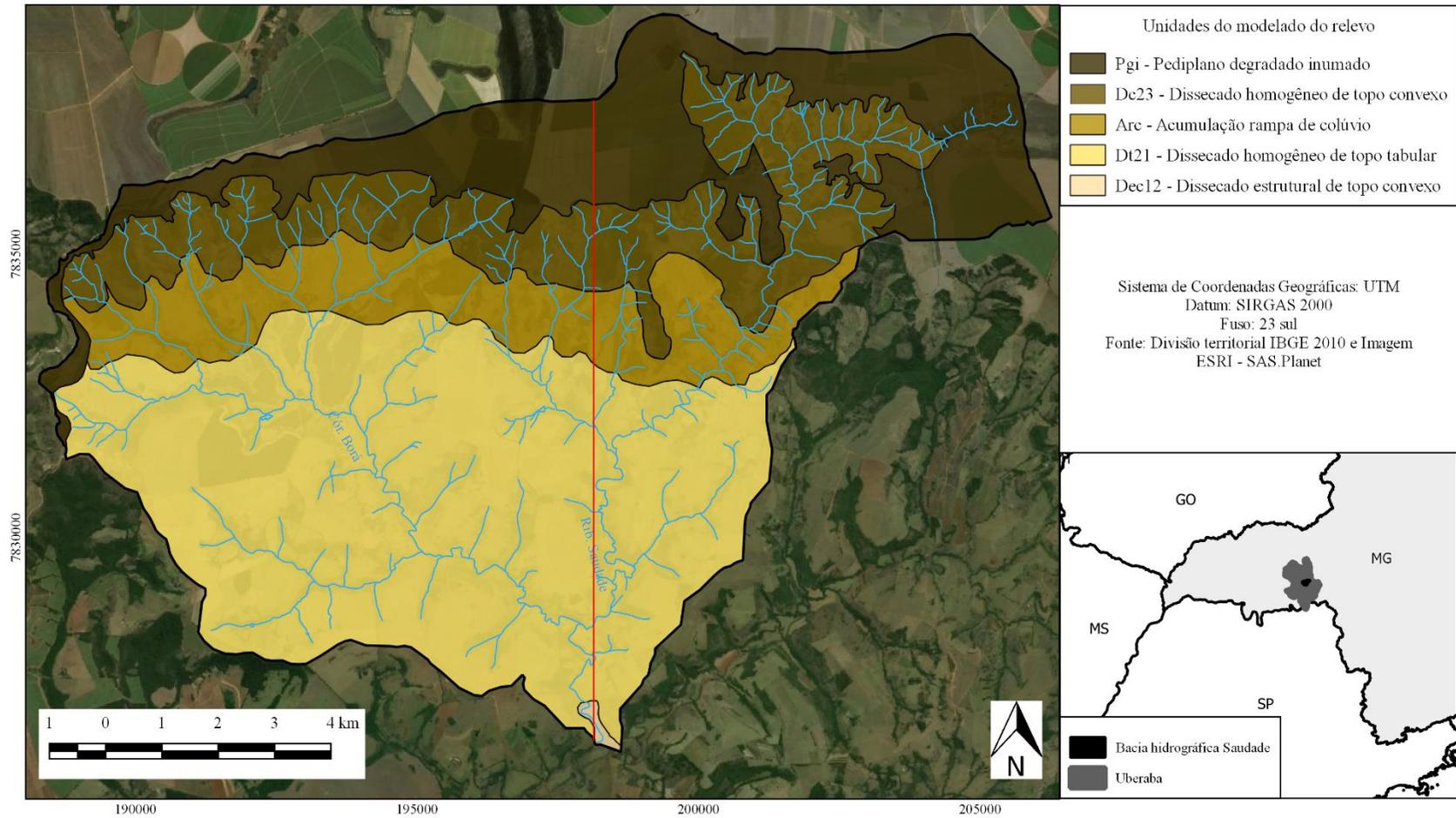
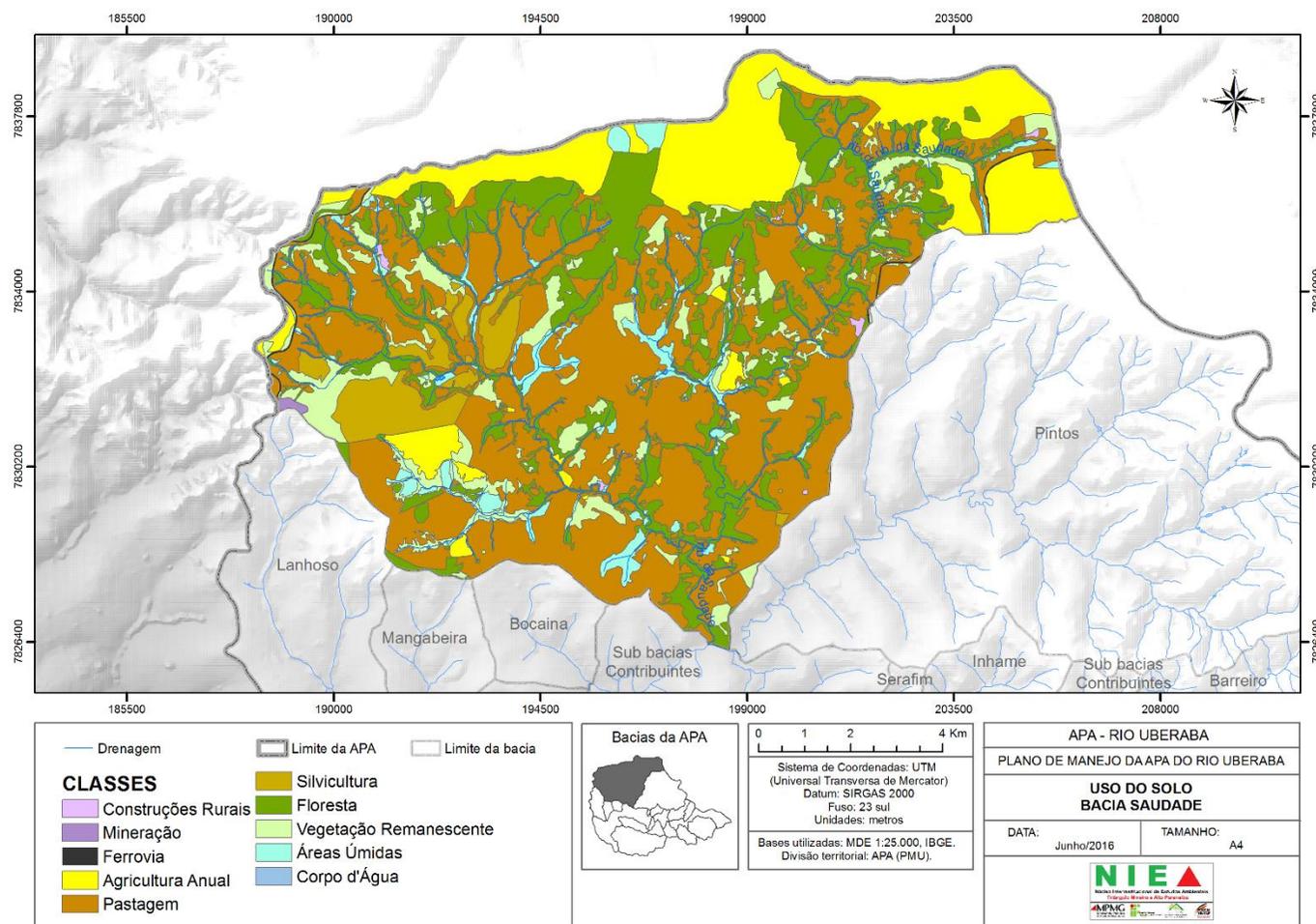


Figura 3 – Mapa de uso dos solos da bacia hidrográfica do ribeirão Saudade



Fonte: PM-APA DO RIO UBERABA, 2016.

3.2.1. Unidade de aplanamento: Pediplano inumando - Pgi

Caracterizada segundo o manual do IBGE (2009) como superfície de aplanamento parcialmente conservada, tendo perdido a continuidade em consequência da predominância da morfogênese, esta unidade encontra-se sustentada pela formação Marília (BARCELOS, 1984), e constitui-se principalmente de arenitos de finos a grosseiros e apresentam frequentemente nódulos calcários.

Segundo Campos (2017):

A evolução deste modelado, remonta a atual condição climática, sendo a paisagem os resquícios da superfície Sulamericana proposta por King (1956), que passou por amplo aplanamento, e sua base na atual condição climática, é acometida por dissecação, a partir de nascentes em anfiteatros alveolares, demarcando um rebaixamento desta antiga superfície. A superfície Sulamericana é a vasta planície produzida por denudação entre o Cretáceo Inferior e o Paleógeno Médio, quando foi soerguida e passou a ser dissecada pela erosão policíclica, desta forma as vertentes evoluem por recuo paralelo em ambientes áridos e semiáridos e ao recuarem geram superfícies aplanadas. Tais superfícies se definem através dos pedimentos e a coalescência destes define os pediplanos. (p. 70).

Nesta unidade do modelado foram encontrados LA (P6-1) sobre um murundum do coval e GM (P6-2) no centro do coval (Figura 4), microrrelevo constituído por morrotes circulares, que variam de 0,5 a 15 metros de diâmetro e altura entre 0,3 e 2,0 metros. Sua vegetação natural é predominantemente composta por gramíneas e ciperáceas, além de contar frequentemente com presença de cupinzeiros e formigueiros ativos nesses murunduns (SCHNEIDER; SILVA, 1991).

Figura 4 - Paisagem dentro do coval sobre os murunduns.



Os resultados de densidade (D_s) corroboram com a condutividade hidráulica (K_o). Resultado mais acentuado de K_o para P6-2, de $9,45 \text{ cm.h}^{-1}$ (Tabela 1, Figura 5), evidencia que mesmo se tratando de um solo apédico em subsuperfície, possui textura mais grosseira e baixa densidade no horizonte superficial, revelando uma boa capacidade de recarga hídrica. No entanto, algum canal preferencial de água pode ter influenciado no resultado encontrado. A presença de mosqueados (Figura 6) e estagnação de água configura o ambiente como hidromórfico, possuindo uma legislação mais restritiva quanto à proteção ambiental.

Tabela 1 - Densidade e condutividade hidráulica dos solos coletados

Amostra	Solo	Prof. cm	D_s^* g.cm^{-3}	K_o^{**} cm.h^{-1}
P1	Cambissolo Háplico Ta epieutrófico típico	5-10	1,6	0,19
P3	Cambissolo Háplico Tb distrófico típico álico	5-10	2,0	2,20
P6-1	Latossolo Amarelo distrófico típico	5-10	1,1	0,82
P6-2	Gleissolo Melânico Tb distrófico organossólico	5-10	0,8	9,45
P7	Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico álico	5-10	1,0	0,54
P8	Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico típico	5-10	1,2	2,80
P9	Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico abrupto	5-10	1,4	0,75

*Densidade; **Condutividade Hidráulica

Fig. 5 - Efetiva presença de água no GM (P6-2). Fig. 6 - Presença de plintita no GM (P6-2)



O valor de carbono orgânico alcançou os $83,0\text{g kg}^{-1}$ (Anexo 2), comprovando o horizonte hístico que possui além de coloração preta, cinzenta escura ou brunada, alto teor de matéria orgânica. Valladares (2003), aponta a necessidade dos teores de carbono orgânico serem iguais ou superiores a 80g kg^{-1} , como pode ser observado na Figura 7 abaixo:

Figura 7 - Horizonte hístico de coloração escura no GM (P6-2).



Nesta unidade também foram encontrados LVA (P7) e PVA (P8) com os usos de mata e cana-de-açúcar respectivamente. Vale destacar a grande predominância da agricultura neste modelado, visto suas condições topográficas e características dos solos, favorecendo então este uso, que nesta bacia é representada pela cultivo da cana-de-açúcar.

3.2.2 Unidade de dissecação: Dissecado homogêneo de topo convexo - Dc23

Em qualquer modelado de dissecação homogênea observam-se diversos tipos de padrões de drenagem. No Manual Técnico de Geomorfologia do IBGE (2009), são definidos diferentes tipos de topos, que permite através das variáveis densidade e aprofundamento de drenagem, classificar o dissecado homogêneo ideal. Neste modelado, classificado como de topo convexo observa-se os vales bem definidos, vertentes e declividades variadas, entalhadas por sulcos e cabeceiras de drenagem de primeira ordem, dispostas em formas de anfiteatros que margeiam toda a linha de ruptura da chapada. Vale destacar a grande relevância hídrica que esta unidade tem para a bacia do ribeirão Saudade como um todo, abrangendo a maioria das nascentes.

Estudos de Moura e Mello (1989) e Moura; Peixoto e Silva (1991), associam as cabeceiras de drenagem encaixadas em anfiteatros com paleovoçorocas através das fases de entulhamento ocorrida em períodos de clima árido, sobre esse material mais friável das paleovoçorocas, possibilitando assim, o afloramento das nascentes e consequentemente o recuo das encostas, aprofundando os canais de drenagem. Estes estudos devem ser levados em consideração neste trabalho, já que a unidade do modelado do relevo está sobre uma linha de ruptura com considerável amplitude altimétrica, variando de 860 até 998 metros, por possuir cabeceiras de drenagem encaixadas em anfiteatros e por ter sofrido processos de dissecação que através da ciclicidade climática trabalhou e acometeu a unidade do pediplano, representado na área pelo chapadão. Outro aspecto que aponta para a possível existência das paleovoçorocas na área é a própria observação de suas formas na imagem de satélite.

Os solos encontrados nesse modelado sofrem grande interferência do modelado a montante (Pgi), por isso há presença de diversas classes de solos como LV (P80) e PVa (PM-APA do rio Uberaba). Em relação ao uso neste modelado por possuir essa característica acidentada, por conta da ruptura no chapadão os usos observados foram as florestas e pastagens em sua maioria e em alguns pontos as vegetações remanescentes.

3.2.3 Unidade de acumulação: Rampa de colúvio - Arc

Esta unidade de acumulação está assentada sobre a formação Uberaba, que é constituída, dentre outras, por rochas epiclásticas derivadas de fontes vulcânicas e faz contato gradacional com a formação Marília (OLIVEIRA et al., 2006). Os solos encontrados e analisados nesta unidade foram classificados como CX (P1) e PVA (Topo 6). Faz-se importante evidenciar que as variações das formações superficiais devido ao processo de agradação e remoção de sedimentos contribui para ocorrência de sobreposição de materiais, justificando a variedade textural dos solos encontrados também nesta área (Figura 8). Os usos mais identificados neste modelado foram a pastagem, as florestas e a silvicultura.

Outro elemento observado é a predominância de materiais mais grosseiros como a fração areia (Anexo 1) em ambos os pontos. Já os valores de condutividade hidráulica (K_o) do CX (P1), foram considerados baixos, sendo de $0,19 \text{ cm.h}^{-1}$ e $2,20 \text{ cm.h}^{-1}$ como apresentado na tabela 1.

Fig. 8 - Declividade e materiais mais grosseiros dispostos nos 50cm superficiais do CX (P1).



3.2.4 Unidade de dissecação: Dissecado homogêneo de topo tabular - Dt21

A característica topo tabular faz referência as feições de rampas suavemente inclinadas e lombadas, geralmente esculpidas em coberturas sedimentares inconsolidadas e rochas metamórficas. Normalmente definidas por rede de drenagem de baixa intensidade, com vale rasos, apresentando instauração de processos de dissecação, atuando sobre uma superfície aplanada (IBGE, 2009).

A unidade do modelado dissecado homogêneo de topo tabular representa maior área na bacia hidrográfica do ribeirão Saudade (61,13 km²). As classes de solos encontradas foram CX (P3), PVA (Topo 7), LV distroférico (Topo 1 e Topo 2), LVA (P20, P26 e P79) e LA (P18, P19 e P28) devido a extensa área. Pode-se observar nas topossequências 1 e 2, que são classificados como distroféricos e são formados de arenitos que recobrem a Formação Serra Geral. O uso predominante no modelado é a pastagem.

Estudos realizados por Gomes (2017) apontam que a quantidade de P está diretamente ligada à ocorrência e predomínios de alguns óxidos de ferro. Na bacia hidrográfica do ribeirão Saudade, principalmente nos pontos de coleta classificados como Latossolo Vermelho distroférico, resultados baixos de P-rem, de 28,9 e 12,4 mg.dm⁻³, respectivamente, para Topo 1 e Topo 2 (Anexo 2), indicam a presença de hematita e,

provavelmente goethita na fração argila, sendo os mesmos responsáveis pelos fenômenos de sorção de P nos solos.

A drenagem nesta unidade de modelado encontra-se menos intensa com poucas nascentes, destacando principalmente o curso principal do córrego Borá e do ribeirão Saudade, que ao sul da unidade se unem em um único canal, que leva o nome da própria bacia hidrográfica que representa.

3.2.5 Unidade de dissecação: Dissecado estrutural de topo convexo - Dec12

Os modelados são marcados por dissecação fluvial, marcada por evidente controle estrutural, em rochas muito deformadas, caracterizada por inúmeras cristas, vales e sulcos estruturais, comumente encontradas em rochas metamórficas. Neste modelado, observa-se padrões de drenagem cujos canais indicam possíveis estruturas geológicas ou acamamento estratigráfico. A unidade estrutural também é classificada pelas formas de topo e pela combinação das variáveis densidade e aprofundamento da drenagem (IBGE, 2009).

Na bacia hidrográfica do ribeirão Saudade esta unidade é a menos representativa quanto à área (0,23 km²), e encontra-se ao sul da bacia (foz), quando o ribeirão Saudade deságua no rio Uberaba. A geologia da área compreende a Formação Uberaba e em alguns pontos a Formação Serra Geral, representada pelos afloramentos de basalto encontrados próximo a foz do ribeirão Saudade. De acordo com mapa de uso dos solos é possível observar a predominância de florestas e vegetação remanescente, que se justifica por ser uma área bem limitada na foz da bacia, na qual possui legislação específica para preservação às margens do leito do rio.

Nesta unidade de modelado foi realizado apenas 1 ponto de coleta de solos, classificado como PVA distrófico abrupto (P9), possuindo resultados que revelaram o acréscimo da fração argila do horizonte A para o Bt, que tem essa característica principal, além da transição desses horizontes ser bem perceptível chegando a ser abrupta (Figura 9).

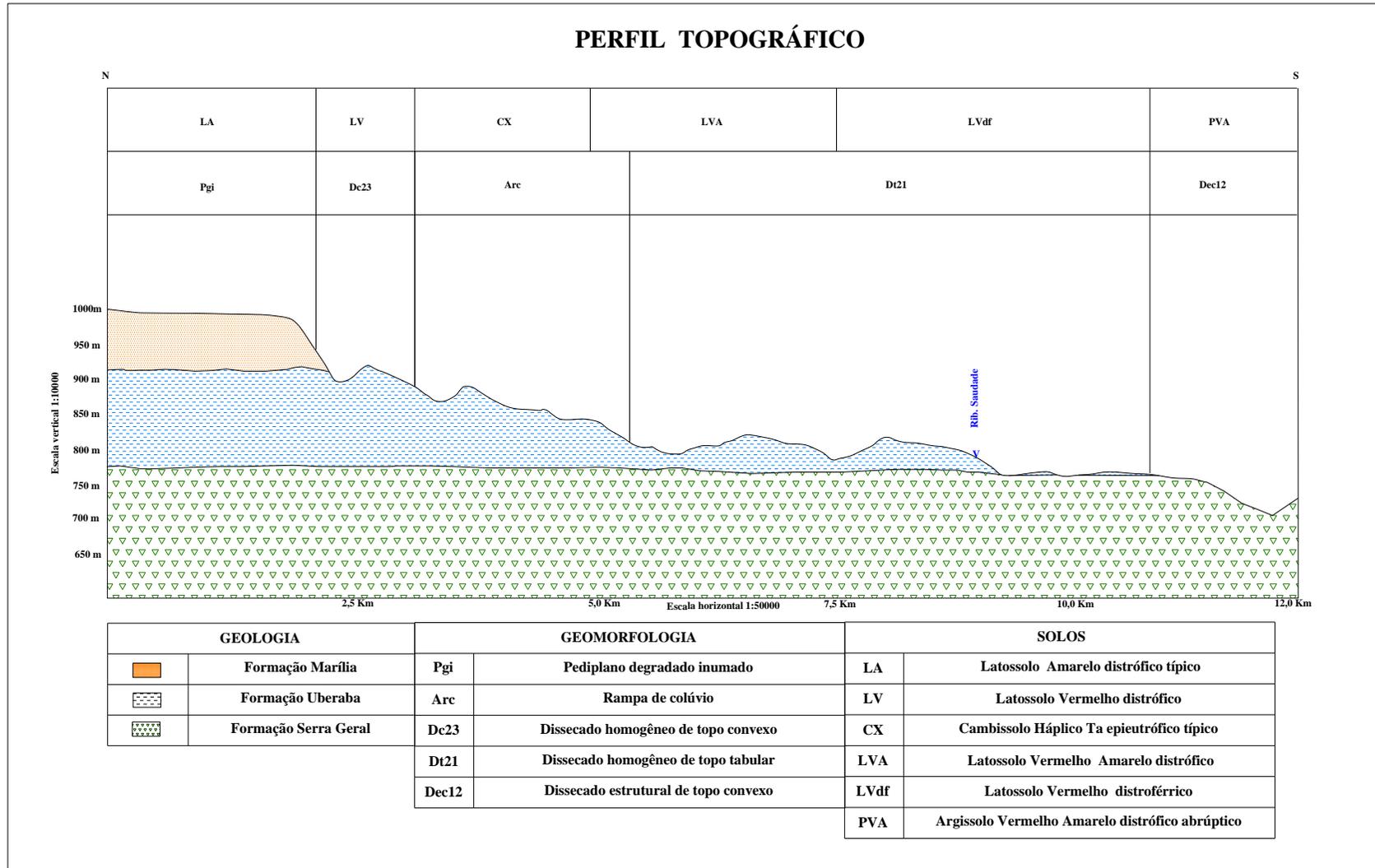
Fig. 9 - Transição abrupta dos horizontes no PVA (P9).



3.3. PERFIL TOPOGRÁFICO

A partir dos resultados de solos e das unidades do modelado do relevo foi possível construir o perfil topográfico da bacia do ribeirão Saudade no sentido norte-sul, como apresentado na Figura 10.

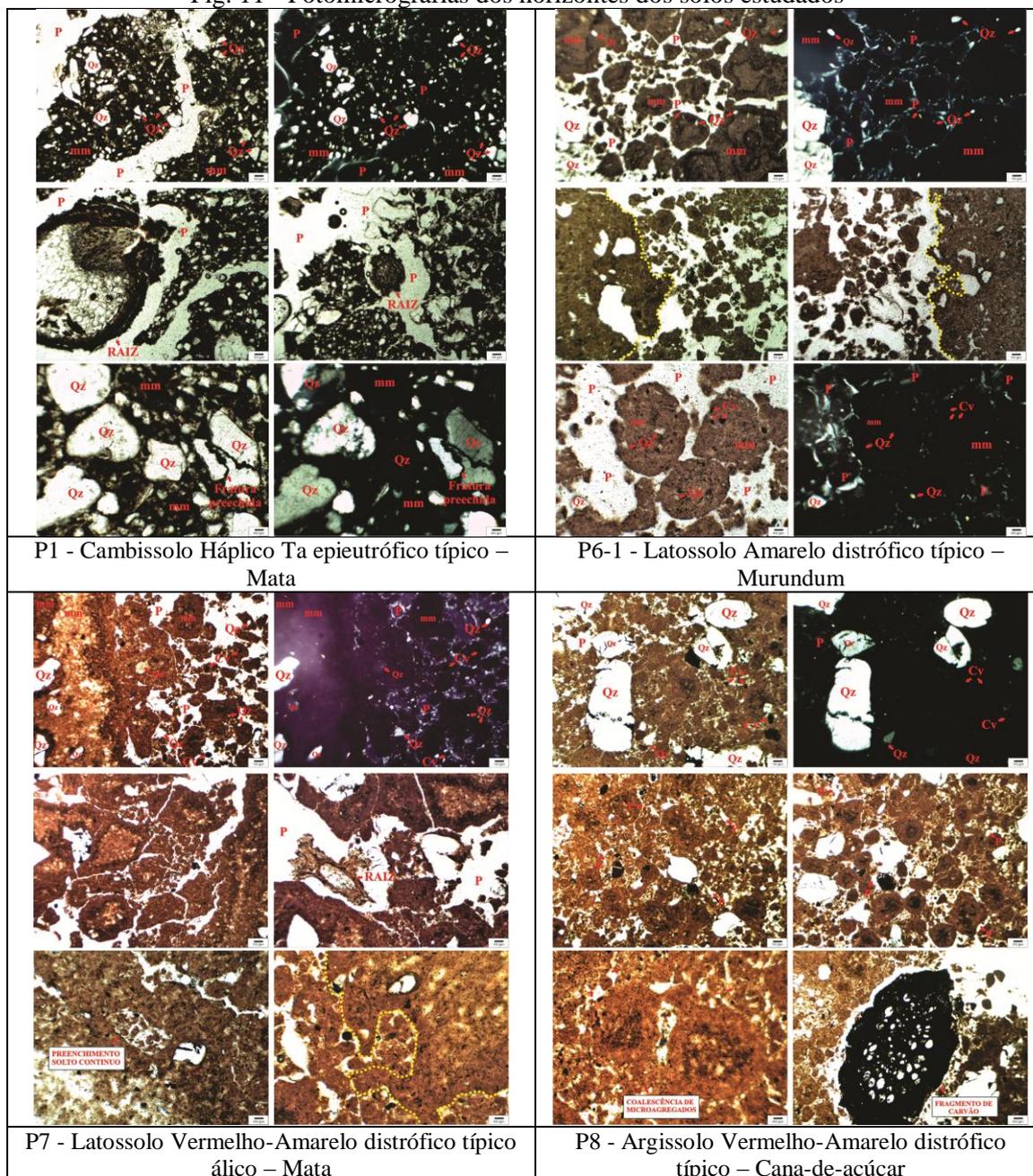
Fig 10 - Perfil topográfico da bacia hidrográfica do ribeirão Saudade, Uberaba-MG

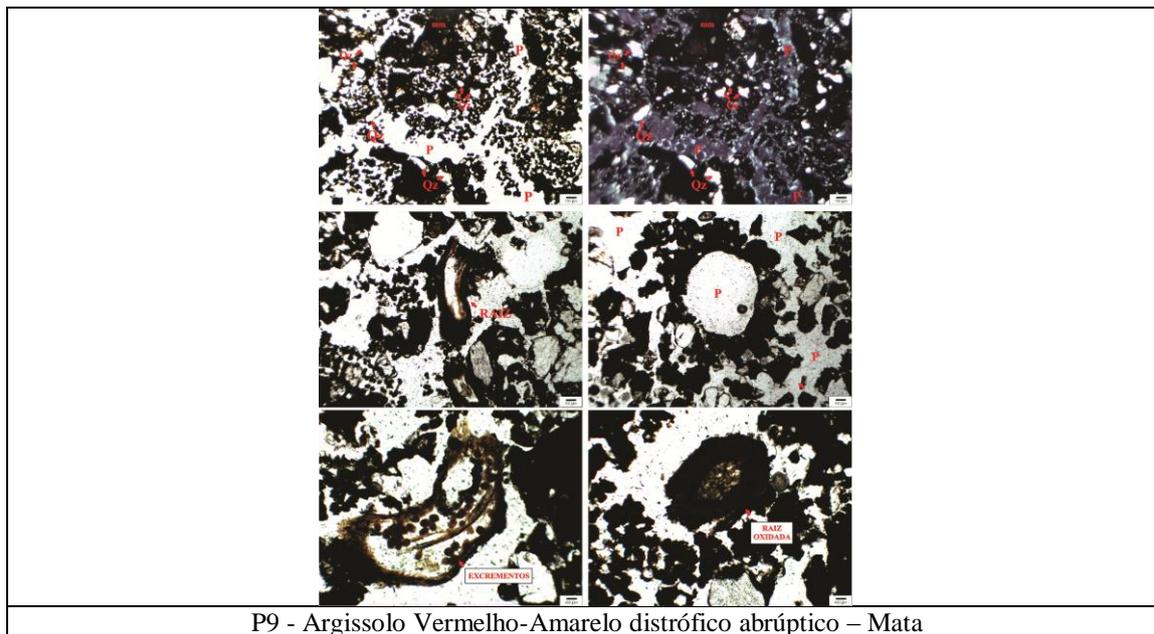


3.4. MICROMORFOLOGIA DOS SOLOS

As análises micromorfológicas revelaram que há tanto a transformação de blocos e microagregados associados à atividade da pedofauna, quanto a coalescência de microagregados motivada possivelmente por algum tipo de trabalho mecânico, que pode ser das raízes ou da própria evolução dos horizontes com acréscimo de matéria orgânica.

Fig. 11 - Fotomicrografias dos horizontes dos solos estudados





P9 - Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico abruptico – Mata

A partir dessas fotomicrografias foi possível classificar alguns fatores como a microestrutura, fundo matricial e feições pedológicas dos pontos estudados expostos na Tabela 2.

Tabela 2 - Classificação da micromorfologia dos pontos estudados

Ponto	Horizonte	Microestrutura, pedalidade e porosidade	Fundo Matricial			Constituintes Orgânicos	Feições Pedológicas
			Material Grosso	Micromassa	c/f _{2µm} distribuição relativa		
P1 CX	A2	Blocos subangulares médios a pequenos bem separados. Poros planares	Quartzo subangular a subarredondado, areia fina a média, carvão e minerais opacos. Alguns grãos de quartzo estão fraturados e preenchidos por material orgânico humificado	Preto a preto-amarelado, trama indiferenciada.	Porfirica	Raízes, fragmentos de raízes, carvão e matéria orgânica humificada	Poucas zonas de preenchimento solto contínuo e nódulos orgânicos
P6 LA	Bw1	Grânulos pequenos a médios (microagregados) bem separados e blocos subangulares pequenos com zoneamentos composicionais internos e/ou nas bordas. Poros de empacotamento composto e canais. Entre alguns blocos ocorrem poros planares.	Quartzo, areia fina a grossa, carvão e minerais opacos.	Vermelho amarelo, trama indiferenciada a granoestriada	Enaulica	Poucos fragmentos de raízes, abundante carvão na forma de diminutos fragmentos	Preenchimento solto contínuo
P7 LVA	Bw	Grânulos pequenos a médios (microagregados) bem separados e blocos subangulares angulares a dubangulares, pequenos a médios com zoneamentos composicionais internos e/ou nas bordas. Poros de empacotamento composto e poros planares	Quartzo, areia fina a grossa, Fe-minerais, carvão e minerais opacos.	Vermelha na borda dos blocos e interior dos grânulos e vermelho amarelo no interior dos blocos, trama indiferenciada a granoestriada	Enaulica	Raiz, abundante carvão na forma de diminutos fragmentos	Preenchimento solto contínuo
P8 PVA	BA	Blocos arredondados que se desfazem em grânulos pequenos a médios (microagregados), coalescidos ou com contato face a face. Poros de empacotamento composto e cavitários	Quartzo, areia fina a grossa, Fe-minerais, carvão e minerais opacos.	Vermelha e vermelho amarelo com tons mais escuros no interior de alguns grânulos, trama indiferenciada.	Enaulica	Carvão, tanto como fragmentos grandes quanto diminutos fragmentos. Matéria orgânica parcialmente humificada	Preenchimento solto contínuo
P9 PVA	A	Blocos arredondados que se desfazem em grânulos pequenos a muito pequenos (microagregados) e grumos. Poros de empacotamento composto e canais	Quartzo, areia fina a grossa, carvão e minerais opacos.	Preta, trama indiferenciada	Enaulica	Raízes, tecidos vegetais, fragmentos de raízes, carvão e matéria orgânica humificada	Preenchimento solto contínuo e excrementos

4. CONCLUSÕES

Os solos encontrados tem predominância em ser distróficos, com baixa saturação por bases e baixa atividade de argila, justificado também pela baixa fertilidade natural e pelos diferentes usos encontrados na bacia, com predominância das pastagens e da agricultura anual com a produção de cana-de-açúcar.

Este trabalho confirma afirmação de Tricart (1968), já que a geomorfologia local está subordinada ao embasamento geológico (estrutural) e por consequência disso, os solos existentes na bacia do ribeirão Saudade foram condicionados e formados a partir desta geomorfologia encontrada.

A compartimentação geomorfológica foi de extrema importância em diversos aspectos, mas principalmente por fornecer condições para os estudos de solos, que nesta proposta pedogeomorfológica, efetivou a afirmação de que os diferentes modelados do relevo influenciam diretamente nos solos encontrados na região, mas também, de grande relevância para os proprietários de terras e poder público, já que a bacia do ribeirão Saudade encontra-se dentro de uma Área de Proteção Ambiental (APA do rio Uberaba).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BACCARO, C. A. D.; FERREIRA, I. L.; ROCHA, M. R.; RODRIGUES, S. C. Mapa geomorfológico do Triângulo Mineiro: uma abordagem morfoestrutural-escultural. In: **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, 13 (25) p.115-127. jan/dez., 2001
- BARCELOS, J. H. **Reconstrução paleogeográfica da sedimentação do Grupo Bauru baseada na sua redefinição estratigráfica parcial em território paulista e no estudo preliminar fora do Estado de São Paulo**. 1984. Tese de livre Docência – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Rio Claro, 190p.
- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. Projeto RADAMBRASIL. **Folha SE – Geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra**. Rio de Janeiro, 1983. 768 p.
- CAMPOS, C. A. A. **Os compartimentos da paisagem e a elaboração de uma matriz para o planejamento ambiental em uma bacia hidrográfica com uso intensivo da agricultura: Bacia do ribeirão Santa Gertrudes, Veríssimo-MG**. 2017. 70 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Jaboticabal, 2017.
- CODAU – Centro Operacional de Desenvolvimento e Saneamento de Uberaba – **Plano de Manejo APA do rio Uberaba**. Prefeitura Municipal de Uberaba. Uberaba-MG, 2016. No prelo.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de Métodos de análise de solo**. 3ª ed. Brasília-DF, 2017.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Brasília, 2013. 353p.
- GOMES, R. P. **Gênese, mineralogia e dinâmica do fósforo nos solos do Planalto ocidental Paulista**. 2017. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2017.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico de Geomorfologia**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2009. (Manuais Técnicos em Geociências, 5).
- MOURA, J. R. S. & MELLO, C. L. Aloformação Manso: um episódio de instabilidade ambiental nó Holoceno do Planalto SE do Brasil. In: **Conor. Bras. Paleontologia**, 11. Curitiba, 1989. Anais... Curitiba, 1989. SBP. v. 2, p. 1073-1083.
- MOURA, J. R. S.; PEIXOTO, M. N. O.; SILVA, T.M. Geometria do Relevo e Estratigrafia do Quaternário como Base à Tipologia de Cabeceiras de Drenagem em Anfiteatro - Médio Vale do rio Paraíba do Sul. **Revista Brasileira de Geociências**, v.21, n.3, p.255-265, 1991.
- OLLIER, C.; PAIN, C. **Regolith, soils and landforms**. John Wiley, Chichester, 1996, p. 306.
- OLIVEIRA, E. C.; SANTOS, A. R; CANDEIRO, C. R. Localidades fossilíferas do cretáceo superior da região do triângulo mineiro (Estado de Minas Gerais, Brasil). **Revista Sociedade e Natureza**, Uberlândia, v.18, n. 35, p.151-167, 2006.

PEDROSO NETO, J. C. **Solos da bacia hidrográfica do rio Uberaba**. EPAMIG – Uberaba, 2013.

SANTOS, R. D.; SANTOS, H G.; KER, J. C.; ANJOS, L. H. C.; SHIMIZU, S H. **Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 6 ed. Viçosa, 2013.

SCHNEIDER, M. O.; SILVA, D. B. Estrutura Pedológica e Dinâmica Hídrica do “Covoal” do Córrego da Fortaleza. Uberlândia. **Revista Sociedade & Natureza**, Ano 3 – n. 5 e 6, p. 75-89. 1991.

STOOPS, G. Guidelines for analysis and description of soil and regolith thin sections. Madison: **Soil Science Society of America**, 2003.

STOOPS, G.; MARCELINO, V.; MEES, F. Interpretation of micromorphological features of soils and regoliths. Amsterdam: **Elsevier Science**, 2010.

TRICART, J. **As relações entre a morfogênese e a pedogênese**. Notícia Geomorfológica, Campinas, v.8, n.15, p. 5-18, jun. 1968.

VALERA, C. A. **Avaliação do novo Código Florestal: as áreas de preservação permanente – APPs, e a conservação da qualidade do solo e da água superficial**. 2017. 52 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Jaboticabal, 2017.

VALLADARES, G. S. **Caracterização de organossolos, auxílio à sua classificação**. 2003. 129 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2003.

VASQUEZ, B. A. F.; WINCK, B. R. Erosão – Princípios e recomendações de controle. In: POLETO, C. (Org.). **Bacias Hidrográficas e recursos hídricos**. Rio de Janeiro, 2014. cap. 6, p. 125-158.

YEOMANS, J.C. & BREMNER, J.M. **A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil**. Comm. Soil Sci. Plant Anal, 1988. v. 19, p. 1467-1476.

ANEXOS

Anexo 1: Tabela de características físicas dos solos estudados

Hor.	Prof. (cm)	Areia	Silte	Argila	ADA ^{1/}	GF ^{2/}	Silte	Classe textural
		-----g kg ⁻¹ -----				%	Argila	
*P18 - Latossolo Amarelo distrófico - Pastagem de Brachiaria								
A	0-40	490	40	470	50	89	0,1	Argila Arenosa
Bw	40-200	350	80	570	50	91	0,1	Argilosa
*P19 - Latossolo Amarelo distrófico - Cerrado								
A	0-35	680	40	220	90	59	0,2	Franco-argilo-arenosa
Bw	35-120	610	130	260	0	100	0,5	Franco-argilo-arenosa
*P20 - Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico - Pastagem								
A	0-40	730	70	200	60	70	0,4	Franco Arenosa
Bw	40-200	650	110	240	0	100	0,5	Franco-argilo-arenosa
*P26 - Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico - Pastagem								
A	0-40	740	120	140	10	93	0,9	Franco-Arenosa
Bw	40-150	600	190	210	0	100	0,9	Franco-argilo-arenosa
*P28 - Latossolo Amarelo distrófico - Pastagem								
A	0-40	760	80	160	10	94	0,5	Franco-Arenosa
Bw	41-200	710	70	220	10	96	0,3	Franco-argilo-arenosa
*P79 - Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico - Pastagem								
A	0-40	710	150	140	0	100	1,1	Franco-Arenosa
Bw	41-200	590	190	220	0	100	0,9	Franco-argilo-arenosa
*P80 - Latossolo Vermelho distrófico - Área de preservação								
A	0-40	130	320	550	30	95	0,6	Argilosa
Bw	41-200	130	120	750	0	100	0,2	Muito Argilosa
**Topo 1 - Latossolo Vermelho distroférico								
A	0-20	780	80	140	-	-	0,5	Franco-Arenosa
**Topo 2 - Latossolo Vermelho distroférico								
A	0-20	630	180	190	-	-	0,9	Franco-Arenosa
***Topo 6 - Argissolo Vermelho Amarelo								
A	0-20	701±25	167±22	132±18	-	-	1,3±1,2	Franco-Arenosa
***Topo 7 - Argissolo Vermelho Amarelo								
A	0-20	655±92	185±56	160±38	-	-	1,4±1,5	Franco-Arenosa
P1 - Cambissolo Háptico Ta epieutrófico típico - Mata								
A1	0-5	390	400	210	-	-	1,9	Franca
A2	5-17	500	280	220	-	-	1,2	Franco-argilo-arenosa
Bi	17-100+	660	160	180	-	-	0,8	Franco Arenosa
P3 - Cambissolo Háptico Tb distrófico típico álico - Mata								
A	0-53	630	190	180	-	-	1,1	Franco-Arenosa
Bi	53-100+	570	210	220	-	-	0,9	Franco-argilo-arenosa
P6-1 - Latossolo Amarelo distrófico típico - Murundum								
Bw1	0-80	140	170	690	-	-	0,2	Muito argilosa
Bw2	80 - 100+	130	140	730	-	-	0,2	Muito argilosa
P6-2 - Gleissolo Melânico Tb distrófico organossólico - Covoal								
A	0-10	480	350	170	-	-	2,0	Franca
C1	10-20	250	400	350	-	-	1,1	Franco Argilosa
C2	20-30+	180	290	530	-	-	0,5	Argilosa
P7 - Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico álico - Mata								
A	0-7	160	280	560	-	-	0,5	Argilosa
Bw	7-100	140	170	690	-	-	0,2	Muito Argilosa
P8 - Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico típico - Cana-de-açúcar								
A	0-20	240	350	410	-	-	0,8	Argilosa
BA	20-40	180	160	660	-	-	0,2	Muito argilosa
Bt	40-100	180	120	700	-	-	0,1	Muito argilosa
P9 - Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico abruptico - Mata								
A	0-33	600	190	210	-	-	0,9	Franco-argilo-arenosa
Bt	33-90	340	210	450	-	-	0,5	Argilosa
C	90-110+	560	230	210	-	-	1,1	Franco-argilo-arenosa

^{1/}Argila dispersa em água obtida a partir de agitação lenta; ^{2/}Grau de flocculação.

* PEDROSO NETO (2013); **PM - APA do rio Uberaba (2016); ***VALERA (2017).

Anexo 2: Tabela de características químicas dos solos estudados

Hor.	Prof. (cm)	pH		Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	S	T	CTCr	V	m	CO	P	P-rem	K ⁺	Na ⁺
		H ₂ O	KCl	-----cmol _c dm ⁻³ -----							-----%-----		g kg ⁻¹	-----mg dm ⁻³ -----			
*P18 - Latossolo Amarelo distrófico - Pastagem de Brachiaria																	
A	0-40	5,1	4,4	0,3	0,1	1,0	5,0	0,5	5,5	11,6	8,4	68,5	12,0	2,8	2,9	20,0	1,8
Bw	40-200	5,2	4,1	0,1	0,1	0,8	3,6	0,2	3,8	6,7	5,8	78,4	8,0	0,4	1,6	5,0	1,8
*P19 - Latossolo Amarelo distrófico - Cerrado																	
A	0-35	4,9	4,1	0,1	0,1	0,5	2,1	0,2	2,3	10,5	9,0	70,6	9,0	0,6	1,1	27,0	1,8
Bw	35-120	5,1	4,2	0,1	0,1	0,4	1,5	0,2	1,7	06,6	12,2	65,8	3,0	0,4	0,6	34,0	1,8
*P20 - Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico - Pastagem																	
A	0-40	5,3	4,2	0,3	0,1	0,7	2,6	0,4	3,0	15,0	13,6	63,2	8,0	0,6	0,2	16,0	1,8
Bw	40-200	5,3	4,4	0,1	0,1	0,4	1,9	0,2	2,1	8,8	9,9	65,8	3,0	0,4	0,3	6,0	1,8
*P26 - Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico - Pastagem																	
A	0-41	5,2	4,1	0,3	0,1	0,0	2,9	0,5	3,4	24,0	13,7	0,0	9,0	1,2	2,1	20,0	1,8
Bw	41-150	5,5	4,2	0,2	0,1	0,9	2,3	0,3	2,6	12,5	12,1	74,0	3,0	0,4	0,2	3,0	1,8
*P28 - Latossolo Amarelo distrófico - Pastagem																	
A	0-40	4,9	4,2	0,1	0,1	0,6	2,9	0,3	3,2	19,9	8,8	68,2	8,0	0,6	1,1	28,0	1,8
Bw	40-200	4,8	4,5	0,1	0,1	0,2	2,1	0,2	2,3	10,5	9,3	48,2	5,0	0,4	0,8	6,0	0,0
*P79 - Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico - Pastagem																	
A	0-40	4,8	4,0	0,3	0,1	1,2	5,0	0,5	5,5	39,3	9,0	71	8,0	1,2	2,9	39,0	-
Bw	40-200	4,6	4,1	0,1	0,1	1,3	4,5	0,2	4,7	21,6	5,0	84	3,0	0,4	1,6	19,0	-
*P80 - Latossolo Vermelho distrófico - Área de preservação																	
A	0-40	4,6	4,1	0,1	0,1	1,1	8,8	0,2	9,0	16,4	3,0	83	12,0	0,1	3,7	12,0	-
Bw	40-200	4,4	4,3	0,1	0,1	0,4	5,0	0,2	5,2	7,0	4,0	64	6,0	0,1	2,7	8,0	-
**Topo 1 - Latossolo Vermelho distroférico																	
A	0-20	6,5		2,3	0,7	0,0	1,5	3,1	4,6	32,8	67,2	0,0	7,0	0,4	28,9	29,0	-
**Topo 2 - Latossolo Vermelho distroférico																	
A	0-20	5,3		1,9	0,5	0,9	5,6	2,5	8,1	42,6	31,0	26,4	13,0	2,5	12,4	44,0	-
***Topo 6 - Argissolo Vermelho Amarelo																	
A	0-20	5,8±0,7		1,6±1,4	0,5±0,3	0,5±0,4	2,7±1,1	2,1±1,7	4,9±0,9	37,1±50	41,0±23,9	27,7±23,9	12,0±1,5	1,2±1,8	22,1±3,0	32,9±10,6	-
***Topo 7 - Argissolo Vermelho Amarelo																	
A	0-20	5,9±0,4		2,3±1,2	0,8±0,3	0,5±0,4	3,2±2,0	3,2±1,5	6,5±2,9	40,6±76,3	50,5±17,1	16,1±16,0	12,9±5,0	2,4±2,3	21,6±6,1	33,2±13,0	-

(continuação)

Hor.	Prof. (cm)	pH		Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	S	T	CTCr	V	m	CO	P	P-rem	K ⁺	Na ⁺
		H ₂ O	KCl	-----cmolc dm ⁻³ -----							-----%-----		g kg ⁻¹	-----mg dm ⁻³ -----			
P1 - Cambissolo Háptico Ta epieutrófico típico - Mata																	
A1	0-5	6,3		5,9	2,4	0,1	2,3	9,0	11,3	53,8	79,7	1,1	25,0	2,5	31,5	275,0	-
A2	5-17	6,3		4,6	2,1	0,2	2,9	7,4	10,3	46,8	71,8	2,6	17,0	1,8	26,5	270,0	-
Bi	17-100+	5,3		2,1	1,6	1,7	7,5	3,8	11,3	62,8	33,8	30,8	10,0	0,4	17,9	48,0	-
P3 – Cambissolo Háptico Tb distrófico típico álico – Mata																	
A	0-53	5,1		0,2	0,1	2,0	7,0	0,4	7,4	4,1	4,9	84,6	0,8	0,2	13,5	25,0	-
Bi	53-100+	5,2		0,2	0,1	1,5	5,0	0,3	5,3	24,1	6,2	81,9	0,4	0,1	5,5	12,0	-
P6-1 – Latossolo Amarelo distrófico típico – Murundum																	
Bw1	0-80	5,5		0,2	0,1	0,5	4,0	0,3	4,3	6,2	7,4	61,1	13,0	0,1	4,6	7,0	-
Bw2	80-100+	5,6		0,2	0,1	0,1	2,1	0,3	2,4	3,3	13,0	24,2	10,0	0,1	3,2	5,0	-
P6-2 – Gleissolo Melânico Tb distrófico organossólico – Covoal																	
A	0-10	4,8		0,2	0,1	0,3	5,3	0,3	5,6	32,9	5,7	48,6	83,0	1,2	2,7	7,0	-
C1	10-20	5,5		0,2	0,1	0,0	2,3	0,3	2,6	7,4	12,1	0,0	35,0	0,1	1,8	6,0	-
C2	20-30+	5,9		0,2	0,1	0,0	1,2	0,3	1,5	2,8	20,7	0,0	13,0	0,1	1,4	5,0	-
P7 – Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico álico – Mata																	
A	0-7	5,1		0,5	0,3	1,7	8,8	1,0	9,8	17,5	10,3	62,7	35,0	2,5	11,8	83,0	-
Bw	7-100	5,1		0,2	0,1	0,5	4,0	0,3	4,3	6,2	7,7	60,0	16,0	0,2	8,0	13,0	-
P8 – Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico típico – Cana-de-açúcar																	
A	0-20	6,0		3,3	0,9	0,1	2,6	4,4	7,0	17,1	62,6	2,2	18,0	7,2	14,7	59	-
BA	20-40	6,2		1,4	0,5	0,1	1,7	1,9	3,6	5,4	53,0	5,0	12,0	0,3	7,5	7	-
Bt	40-100	6,2		0,8	0,4	0,1	1,3	1,2	2,5	3,6	48,3	7,6	9,0	0,1	5,5	6	-
P9 – Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico abráptico – Mata																	
A	0-33	5,8		2,1	1,7	0,3	5,0	4,3	9,3	44,3	46,5	6,5	1,6	3,8	23,4	210,0	-
Bt	34-90	5,8		0,6	1,0	0,5	4,5	2,0	6,5	14,4	31,1	19,7	0,7	0,4	4,6	170,0	-
C	90-110+	5,8		1,8	2,7	0,9	4,0	5,1	9,1	43,3	56,2	14,9	0,4	6,1	14,4	250,0	-

* PEDROSO NETO (2013); **PM – APA do rio Uberaba (2016); ***VALERA (2017).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após realização de todos os procedimentos, análises, tabulação e discussão dos resultados, tanto dos componentes hidrológicos abordados no capítulo 2, quanto da pedogeomorfologia abordada no capítulo 3 é possível chegar em algumas conclusões gerais, sendo:

- Os resultados dos componentes hidrológicos (capítulo 2), revelaram uma bacia em equilíbrio, com a morfometria favorável para seu funcionamento natural, mantendo água por tempo razoável no sistema, com predomínio da infiltração sobre o escoamento superficial; qualidade das águas considerada BOA e ÓTIMA nos principais cursos d'água (córrego Borá e ribeirão Saudade) pelo índice IAP.

- No capítulo 3, através da proposta pedogeomorfológica com relação direta entre a geologia, geomorfologia e solos da área da bacia, foi possível observar certa predominância do fator relevo sobre os demais.

- De forma geral, podemos concluir que a análise sistêmica da paisagem desta bacia hidrográfica, com todos os elementos naturais, contribui para uma melhor análise na dinâmica e funcionamento da bacia. As condições geológica, geomorfológica e pedológicas juntamente com o uso do solo, adequado ou não resulta no funcionamento hídrico da bacia. Logo, os resultados morfométricos e da compartimentação topográfica e estudos dos solos foram fundamentais para construção deste trabalho que pode ser considerado “trabalho de base”, que fundamentem e subsidiem novas pesquisas.

- Outro fator relevante é que pela bacia estar em uma APA, possui resultados satisfatórios quanto a dinâmica e funcionamento e que a fiscalização dos usos do solo e água são fundamentais para manter este regime de funcionamento na bacia hidrográfica do ribeirão Saudade.