

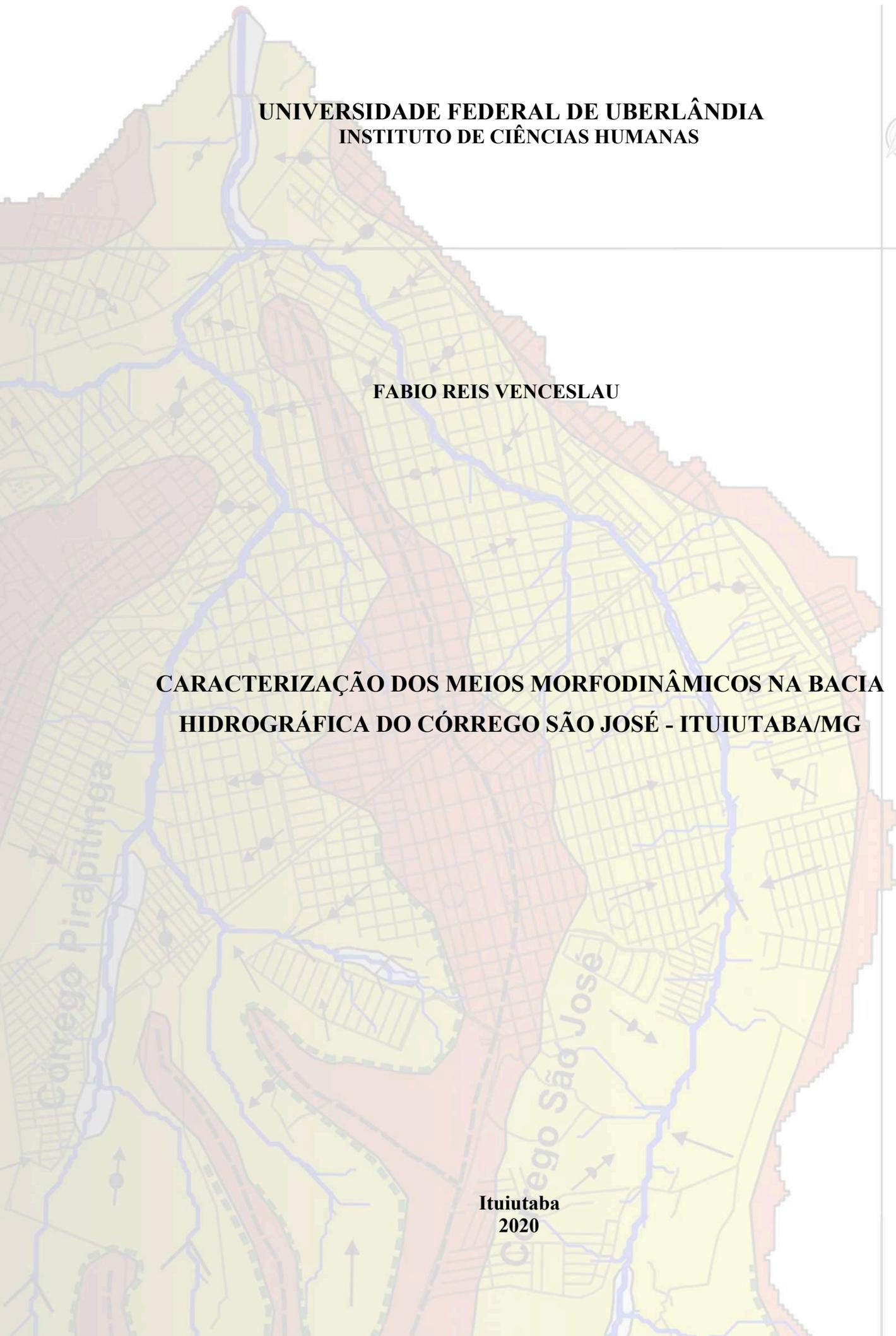
**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS**



FABIO REIS VENCESLAU

**CARACTERIZAÇÃO DOS MEIOS MORFODINÂMICOS NA BACIA
HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO SÃO JOSÉ - ITUIUTABA/MG**

**Ituiutaba
2020**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS**

FABIO REIS VENCESLAU

**CARACTERIZAÇÃO DOS MEIOS MORFODINÂMICOS NA BACIA
HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO SÃO JOSÉ - ITUIUTABA/MG**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia do Pontal - Área de Concentração: Produção do Espaço e Dinâmicas Ambientais, do Instituto de Ciências Humanas do Pontal, da Universidade Federal de Uberlândia, como exigência parcial para obtenção do Título de Mestre em Geografia.

Linha de Pesquisa: Dinâmicas Ambientais

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Leda Correia Pedro Miyazaki

**Ituiutaba
2020**

Ficha Catalográfica Online do Sistema de Bibliotecas da UFU
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

V451 2020	<p>Venceslau, Fábio Reis, 1981- Caracterização dos meios morfodinâmicos na bacia hidrográfica do córrego São José - Ituiutaba/MG [recurso eletrônico] / Fábio Reis Venceslau. - 2020.</p> <p>Orientadora: Leda Correia Pedro Miyazaki . Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Pós-graduação em Geografia. Modo de acesso: Internet. Disponível em: http://doi.org/10.14393/ufu.di.2021.150 Inclui bibliografia. Inclui ilustrações.</p> <p>1. Geografia. I. , Leda Correia Pedro Miyazaki, 1979- (Orient.). II. Universidade Federal de Uberlândia. Pós- graduação em Geografia. III. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDU: 910.1</p>
--------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Bibliotecários responsáveis pela estrutura de acordo com o AACR2:

Gizele Cristine Nunes do Couto - CRB6/2091

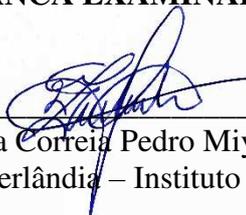
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS DO PONTAL

Fábio Reis Venceslau

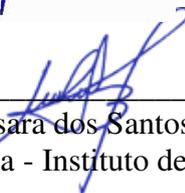
**CARACTERIZAÇÃO DOS MEIOS MORFODINÂMICOS NA BACIA
HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO SÃO JOSÉ - ITUIUTABA/MG**

Dissertação aprovada para obtenção do título de Mestre em Geografia no Programa de Pós-graduação em Geografia do Pontal – Área de concentração: Produção do Espaço e Dinâmicas Ambientais – Linha de Pesquisa: Dinâmicas Ambientais, do Instituto de Ciências Humanas do Pontal, Universidade Federal de Uberlândia.

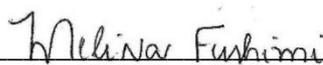
BANCA EXAMINADORA



Profa. Dra. Leda Correia Pedro Miyazaki (orientadora)
Universidade Federal de Uberlândia – Instituto de Ciências Humanas do Pontal



Profa. Dra. Jussara dos Santos Rosendo
Universidade Federal de Uberlândia - Instituto de Ciências Humanas do Pontal



Profa. Dra. Melina Fushimi
Universidade Estadual do Maranhão

Data: 28/02/2020

Resultado: Aprovado



ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em:	Geografia do Pontal - PPGE				
Defesa de:	Dissertação de Mestrado Acadêmico				
Data:	28 de Fevereiro de 2020	Hora de início:	20:00hs	Hora de encerramento:	22:15hs
Matrícula do Discente:	21812GEO003				
Nome do Discente:	Fábio Reis Venceslau				
Título do Trabalho:	Caracterização dos meios morfodinâmicos da bacia hidrográfica do Córrego São José - Ituiutaba - MG				
Área de concentração:	Produção do Espaço e Dinâmicas Ambientais				
Linha de pesquisa:	Dinâmicas Ambientais				
Projeto de Pesquisa de vinculação:	Dinâmicas Ambientais				

Reuniu-se na sala de videoconferência, Campus Pontal, da Universidade Federal de Uberlândia, a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Geografia do Pontal, assim composta: Professores Doutores: Jussara dos Santos Rosendo (Instituto de Ciências Humanas do Pontal - Universidade Federal de Uberlândia); Melina Fushimi (Universidade Estadual do Maranhão -UEMA) e Leda Correia Pedro Miyazaki (Instituto de Ciências Humanas do Pontal - Universidade Federal de Uberlândia) orientador(a) do(a) candidato(a).

Iniciando os trabalhos o(a) presidente da mesa, Leda Correia Pedro Miyazaki, apresentou a Comissão Examinadora e o candidato(a), agradeceu a presença do público, e concedeu ao Discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação do Discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do Programa.

A seguir o senhor(a) presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos(às) examinadores(as), que passaram a arguir o(a) candidato(a). Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando o(a) candidato(a):

APROVADO

Esta defesa faz parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre.

O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna da UFU.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata que após lida e achada conforme foi assinada pela Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Leda Correia Pedro Miyazaki, Professor(a) do Magistério Superior**, em 13/03/2020, às 09:06, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Melina Fushimi, Usuário Externo**, em 13/03/2020, às 18:57, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Jussara dos Santos Rosendo, Professor(a) do Magistério Superior**, em 05/03/2021, às 15:01, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_externo=0, informando o código verificador **1936436** e o código CRC **01D01BF5**.

*“Deixai que os fatos sejam fatos naturalmente
Sem que sejam forjados para acontecer
Deixai que os olhos vejam os pequenos detalhes
Lentamente deixai que as coisas que lhe circundam
Estejam sempre inertes como móveis
Inofensivos para lhe servir quando for
Preciso e nunca lhe causar danos
Seja eles morais físicos ou psicológicos”*

Autores: Chico Science, Jorge dii Peixe (Nação Zumbi)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais, José Venceslau e Dirce Reis Venceslau, em especial a minha mãe pelo seu apoio, não só na caminhada da pós-graduação, mas em toda estrada percorrida até o presente momento. A minha orientadora Prof^ª. Dra. Leda Correia Pedro Miyazaki, por me apresentar novos caminhos dentro da Geografia, transmitindo seus conhecimentos tanto teóricos como práticos; gratidão pelos seus ensinamentos. A Prof^ª Dra. Melina Fushimi, juntamente com a Prof^ª. Dra. Jussara dos Santos Rosendo, com as contribuições, ambas por aceitar o convite para banca de defesa da dissertação. A todos os professores pela contribuição durante a minha pós-graduação, em especial aos professores Vitor Koiti Miyazaki, Antônio de Oliveira Junior, Rildo Aparecido Costa e Saul Moreira Silva que sempre acreditaram no meu potencial para adentrar a pós-graduação. Aos meus amigos, os quais nós denominamos os desnecessários, obrigado pelo apoio, galera. Também não posso deixar de citar um professor que foi fundamental na minha caminhada acadêmica o Prof. Dr. José Josberto Montenegro. Espero um dia retribuir o que você fez por mim. Agradeço de coração a uma pessoa especial, a qual faz parte da minha vida, minha namorada Leadina Gomes Machado, que sempre me apoiou e incentivou principalmente nos momentos mais difíceis. Obrigado a todos que fizeram parte desta conquista.

RESUMO

A paisagem de uma determinada bacia hidrográfica expressa uma série de marcas e registros que são passíveis de leitura e interpretação pela sociedade. Muitas vezes essa leitura permite aos pesquisadores entenderem melhor a inter-relação entre as dinâmicas da sociedade, natureza e os efeitos e respostas do ambiente perante essa intervenção antrópica. Deste modo, quando essa intervenção antrópica ocorre de forma desordenada e não respeita a dinâmica dos processos naturais (físicos), podem-se gerar paisagens degradadas e meios morfodinâmicos instáveis, vulneráveis a manifestações de erosões, alagamentos, inundações, enchentes, assoreamento de canais fluviais, perda de solo, queimadas induzidas, entre outros. Neste contexto, o objetivo principal desta pesquisa foi analisar a morfodinâmica da paisagem que contempla a bacia hidrográfica do córrego São José, localizado na área urbana do município de Ituiutaba-MG. Para tanto, utilizou-se como uma das referências teórica e metodológica o estudo sobre a Ecodinâmica elaborado por Tricart (1977). Assim, foram utilizados os seguintes procedimentos metodológicos: a) Revisão bibliográfica sobre os principais conceitos abordados; b) Elaboração de cartas temáticas, tais como localização da área, litologia, pedologia, hipsometria, declividade, hidrografia, parâmetros geomorfométricos e uso e cobertura da terra, que subsidiaram a caracterização da área de estudo; c) Trabalhos de campo para fundamentar a caracterização e averiguação dos mapeamentos temáticos; e) Para que fosse possível realizar o estudo dos meios morfodinâmicos da bacia (instáveis, intermediários e estáveis), foi proposto um quadro síntese das características dos meios morfodinâmicos, tomando como base a classificação de Tricart (1977). Além disso, foram selecionados seis pontos representativos na bacia hidrografia, nos quais a caracterização e a análise integrada da paisagem foi observada com mais detalhe. Como resultados, foram gerados diversos produtos cartográficos temáticos cujo mapa geomorfológico foi a base para análise da morfodinâmica da paisagem da bacia. A partir do método do anáglifo com a utilização de imagens tridimensionais, fotointerpretação e imagens salvas do Google Earth, identificou-se três compartimentos geomorfológicos. O primeiro identificado como topos suaves ondulados das colinas, áreas das vertentes côncavas, convexas e retilíneas, os fundos de vale em V e planícies aluviais e alvéolos, por fim os topos estreitos dos relevos tabuliformes. O estudo sobre o relevo demonstrou que as formas predominantes na bacia são as colinas com topos amplos convexizados e alguns relevos do tipo tabuliformes nas áreas mais elevadas. Em relação a morfodinâmica da paisagem da área foi possível observar que a interferência antrópica na questão do uso e cobertura da terra teve um papel significativo na classificação do meio morfodinâmico instável, principalmente pelo fato de alterar os aspectos geomorfológico (cortes no comprimento de rampa das vertentes para formar taludes, retificação de segmentos das vertentes e nas áreas de topo) modificar o formato dos canais fluviais por meio da impermeabilização do leito fluvial e a retificação, retirar a cobertura vegetal da terra deixando o solo exposto as intempéries. Os resultados obtidos em relação aos 6 pontos analisados na bacia referentes aos meios morfodinâmicos foram os seguintes: 3 pontos foram classificados como intermediários, 2 pontos como instáveis e 1 meio morfodinâmico estável. Constatou-se que a presença da vegetação é um fator fundamental para identificar um meio morfodinâmico estável, uma vez que pode privilegiar a infiltração em detrimento do escoamento superficial, favorecendo a pedogênese em relação à morfogênese da bacia.

Palavras-chave: bacia hidrográfica, córrego São José, meios morfodinâmicos, paisagem.

ABSTRACT

The landscape of a certain watershed expresses a series of marks and records that can be read and interpreted by society. This reading often allows researchers to better understand the interrelationship between the dynamics of society and nature and the effects and responses of the environment in the face of this anthropic intervention. Thus, when this anthropic intervention occurs in a disorderly manner and does not respect the dynamics of natural (physical) processes, degraded landscapes and unstable morphodynamic media can be generated, vulnerable to manifestations of erosion, flooding, overflowing, spate, silting of river channels, soil loss, induced fires, among others. In this context, the main objective of this research was to analyze the morphodynamics of the landscape that contemplates the watershed of São José stream, located in the urban area of the county of Ituiutaba-MG. Therefore, the study on Ecodynamics prepared by Tricart (1977) was used as one of the theoretical and methodological references. Thus, the following methodological procedures were used: a) Literature review on the main covered concepts; b) Preparation of thematic maps, such as the location of the area, lithology, pedology, hypsometry, slope, hydrography, geomorphometric parameters and land use and coverage, which supported the characterization of the study area; c) Fieldwork to support the characterization and investigation of thematic mappings; e) To make it possible to study the watershed's morphodynamic media (unstable, intermediate and stable), a summary table of the characteristics of the morphodynamic media was proposed, based on the classification of Tricart (1977). Besides, six representative points in the hydrographic basin were selected, in which the characterization and integrated analysis of the landscape was observed in more detail. As a result, several thematic cartographic products were generated, whose geomorphological map was the basis for the analysis of the morphodynamics of the watershed's landscape, from the anaglyph method using three-dimensional images, photointerpretation and saved images from Google Earth, three geomorphological compartments were identified. The first was identified as smooth wavy tops of the hills, areas of concave, convex and rectilinear slopes, the valley bottoms in V and alluvial plains and alveoli, finally the narrow tops of the board form-type reliefs. The study on the relief showed that the predominant forms in the watershed are the hills with wide convexed tops and some board form-type reliefs in the higher areas. Regarding the landscape morphodynamics of the area, it was possible to observe that the anthropic interference in the land use and cover issue had a significant role in the classification of the unstable morphodynamic environment, mainly because the alteration of the geomorphological aspects (cuts in the ramp length of the slopes to form embankments, rectification in some slope segments and in the top areas) modify the shape of the river channels by waterproofing and rectifying the river bed, removing the vegetation cover from the land leaving the soil exposed to the weather. The results obtained regarding the 6 analyzed points in the watershed referring to the morphodynamic media were the following ones: 3 points were classified as intermediate, 2 points as unstable and 1 stable morphodynamic media. It was found that the presence of vegetation is a fundamental factor to identify a stable morphodynamic environment, since it can favor the infiltration over the surface runoff, favoring pedogenesis over watershed morphogenesis.

Keywords: watershed, São José stream, morphodynamic media, landscape.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Delimitação da Bacia Hidrografia do Córrego São José.....	22
Figura 2. Modelo de evolução do relevo de Davis,1899	29
Figura 3. Simbologia dos processos e suas respectivas intensidades	30
Figura 4. Vertente convexa.....	31
Figura 5. Vertente retilínea.....	31
Figura 6. Vertente côncava.....	32
Figura 7. Modelo de evolução do relevo de Penck.....	33
Figura 8. Modelo de Lester King, sobre a Teoria da Pediplanação.....	34
Figura 9. Classificação do relevo de Aroldo de Azevedo 1949	37
Figura 10. Espacialização do relevo brasileiro segundo Aziz AB' Saber	39
Figura 11. Classificação dos domínios morfoclimáticos, AB' Saber 1965	40
Figura 12. Classificação de Jurandry Ross 1988.....	41
Figura 13. Classificação taxonomica do relevo de Jurandry Ross	43
Figura 14. Esquema de uma vertente proposto por Derruau (1965)	45
Figura 15. Os tipos básicos de vertentes	46
Figura 16. Paisagem que representa uma vertente com o predomínio da componente perpendicular	47
Figura 17. Paisagem que representa uma vertente com o predomínio da componente paralela.....	48
Figura 18. Esquema simplificado dos meios morfodinâmicos do Tricart.....	52
Figura 19. Esquema do ciclo da água	58
Figura 20. Classificação dos tipo de canais fluvias de Kellerhals 1976.....	64
Figura 21. Principais tipos de padrões de drenagem	65
Figura 22. Modelo de hierarquização fluvial proposto por Horton (A) e Strahler (B).....	67
Figura 23. Modelo de hierarquização fluvial proposto por Scheidegger (C) Shreve (D)	68
Figura 24. Esquema de fluxo laminar	73
Figura 25. Esquema de fluxo turbulento corrente.....	73
Figura 26. Fluxo turbulento encachoeirado	73
Figura 27. Localização dos pontos de observação do trabalho de campo de reconhecimento da bacia hidrográfica do Córrego São José- Município de Ituiutaba/MG ...	80

Figura 28. Imagens do Trabalho de Campo de Coleta de amostras e informações da bacia hidrográfica do Córrego São José- Município de Ituiutaba/MG	81
Figura 29. Imagens SRTM pra obtenção do mosaico	85
Figura 30. Imagens SRTM pra obtenção do mosaico	85
Figura 31. Aplicação do algoritmo Pit Remove	86
Figura 32. Aplicação do algoritmo “Flow Direction”	87
Figura 33. Resultado do Flow Direction	87
Figura 34. Extraindo D8 Contributing área	88
Figura 35. Contribuição da bacia.....	89
Figura 36. Hierarquia fluvial	90
Figura 37. Preparação para extração do perímetro da bacia.....	90
Figura 38. Extração da bacia	91
Figura 39. Delimitação da bacia	92
Figura 40. Google Earth e a identificação da área de interesse	93
Figura 41. Configuração a área de visualização da imagem do Google Earth contemplando a área de interesse	94
Figura 42. Google Earth e a identificação da área de interesse	94
Figura 43. Etapa de configuração da imagem do Google Earth.....	95
Figura 44. Etapa que posiciona e orienta a tela de visualização.....	95
Figura 45. Etapa de configuração da tela para ampliar a área que será capturada/salva.....	96
Figura 46. Opções que desabilita o título, a legenda, a escala e a bussola da imagem antes de ser salva.....	96
Figura 47. Opções de máxima resolução da imagem	97
Figura 48. Mover a imagem para o seu lado direito e salvar o arquivo com o nome “imagem esquerda”	97
Figura 49. Salvar a imagem na pasta intitulada Anáglifo.....	98
Figura 50. Mover a imagem para o seu lado esquerdo e salvar o arquivo com o nome “imagem direita”	98
Figura 51. Salvar a imagem na pasta intitulada criada	99
Figura 52. O programa Stereo Photo Maker.....	99
Figura 53. Procedimento de abertura das imagens do par estereoscópico no Stereo Photo Maker.....	100
Figura 54. Visualização das imagens no programa com deslocamento do ponto de visão de captura/salva	100

Figura 55. Atribuição de falsa cor	101
Figura 56. Atribuição de falsa cor no par estereoscópico com deslocamento das imagens	101
Figura 57. Procedimento de ajuste das imagens	102
Figura 58. Imagem anáglifa após a fusão	102
Figura 59. Imagem anáglifo.....	103
Figura 60. Processo de salvamento da imagem.....	103
Figura 61. Processo de salvamento da imagem A	104
Figura 62. Processo de salvamento da imagem B	104
Figura 63. Anáglifo com a rede de drenagem	105
Figura 64. Inclusão do limite da bacia.....	106
Figura 65. Inserção das cabeceiras de drenagem, divisores de drenagens e planícies aluviais.....	106
Figura 66. Inserção das áreas de topos	107
Figura 67. Áreas de vertentes	107
Figura 68. Classificação das feições geomorfológicas	108
Figura 69. Grupo Bauru no Triângulo Mineiro	112
Figura 70. Mapa Litológico do Triângulo Mineiro	114
Figura 71. Mapa Geomorfológico do Triângulo Mineiro.....	115
Figura 72. Mapa pedológico do Triângulo Mineiro Alto Paranaíba	119
Figura 73. Mapa do Cerrado no Brasil	120
Figura 74. Classificação do Cerrado sensu lato de Coutinho (1978)	121
Figura 75. Mapa do Clima do Brasil: Classificação de Köppen	122
Figura 76. Mapa climático do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba	124
Figura 77. Mapa dos principais cursos de água do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba ...	127
Figura 78. Perímetro e área da Bacia Hidrográfica do córrego São José	130
Figura 79. Ituiutaba-MG. Canalização aberta, Av: José João Dib	131
Figura 80. Ituiutaba-MG. Trecho do córrego Pirapitinga.....	131
Figura 81. Ituiutaba-MG. Uma das nascentes do córrego do Carmo	132
Figura 82. Litologia da área de estudo	134
Figura 83. Afloramento de basalto no córrego Buritizal, afluente do córrego Pirapitinga .	135
Figura 84. Afloramento da Formação Marília no residual morro do Corpo Seco cabeça do córrego São José e córrego Pirapitinga.....	136
Figura 85. Mapa pedológico da área de estudo	138
Figura 86. Processo de erosão em sulco no córrego Pirapitinga	140

Figura 87. Espacialização dos compartimentos geomorfológicos da área de estudo.....	141
Figura 88. Colina com topo amplo suavemente convexo (representada pela linha amarela) e drenagem dos cursos d'água (linhas azuis) da bacia hidrográfica.....	142
Figura 89. Relevo residual do tipo tabuliforme – Morro/Serra do Corpo Seco-alto curso da bacia.....	143
Figura 90. Área de topo suavemente ondulados.....	144
Figura 91. Vertente do tipo retilínea.....	145
Figura 92. Planície aluvial no córrego Pirapitinga	145
Figura 93. Residual tabuliforme “Serra do Corpo Seco” / bacia do córrego São José.....	146
Figura 94. Rampas de colúvios “Serra do Corpo Seco”.....	147
Figura 95. Paramentos de distância e altitudes dos canais da bacia	150
Figura 96. Carta dos canais principais e extensão do canal-nascente e maior largura	152
Figura 97. Padrão de drenagem e hierarquia fluvial da bacia hidrográfica do Córrego São José	154
Figura 98. Modelos de formas de bacia hidrográficas.....	156
Figura 99. Canais de escoamentos superficiais	157
Figura 100. Processo de dissecação (entalhe) no canal buriti no alto curso da bacia	159
Figura 101. Declividade no fundo de vale da bacia	160
Figura 102. Espacialização das classes de declividade da área de estudo.....	161
Figura 103. Morros residuais do tipo tabuliformes encontrados na bacia.....	162
Figura 104. Mapa da hipsometria da bacia.....	163
Figura 105. Uso e cobertura da terra	168
Figura 106. Enxurrada superficial decorrente da impermeabilização do solo (Rua Nossa Sra. Aparecida)	170
Figura 107. Retificação do Córrego São José.....	170
Figura 108. Fundo de vale com ausência da vegetação.....	171
Figura 109. Área de pastagem identificada na bacia	172
Figura 110. Remoção e desagregação do solo.....	173
Figura 111. Localização dos pontos de observação no mapa geomorfológico da bacia do córrego São José	177
Figura 112. Morfodinâmica da Paisagem do Ponto 01 – Baixo Curso da Bacia do Córrego São José	179
Figura 113. Cobertura do solo com gramíneas e vários pontos de erosão	180
Figura 114. Ponto 1 compartimentação geomorfológica de topo suave.....	181

Figura 115. Áreas com a presença de matas residuais de encostas e ciliares.....	181
Figura 116. Área instável localizada nas proximidades do ponto 1, local de extração de basaltos	182
Figura 117. Morfodinâmica da Paisagem do Ponto 02 – Baixo Curso da Bacia do Córrego São José	184
Figura 118. Cobertura do solo com gramíneas e vários pontos de erosão	185
Figura 119. Ponto 2 compartimentação geomorfológica de topo suave.....	186
Figura 120. Áreas com a presença de urbanização e mata e ciliar	186
Figura 121. Área instável localizada nas proximidades do ponto 2, depósito tecnogênico	187
Figura 122. Morfodinâmica Ponto 03 – Médio Curso da Bacia do Córrego São José.....	189
Figura 123. Aspectos da vertente no ponto 3 – Bairro Centro	190
Figura 124. Registro da intervenção da humana na bacia no ponto 3 – Bairro Centro	191
Figura 125. Área impermeabilizada no ponto 3 – Bairro Centro	191
Figura 126. Área de fundo de vale no ponto 3 – Bairro Centro	192
Figura 127. Morfodinâmica Ponto 04 – Médio Curso da Bacia do Córrego São José.....	193
Figura 128. Registro da vegetação do cerrado no ponto 4	195
Figura 129. Registro do baixo curso no ponto 4	196
Figura 130. Registro da vertente no ponto 4	196
Figura 131. Registro da ocupação da vertente oposta no ponto 4	197
Figura 132. Morfodinâmica Ponto 05 – Alto Curso da Bacia do Córrego São José	199
Figura 133. Cobertura vegetal atual no ponto 5	200
Figura 134. Aspectos físicos do ponto 5.....	201
Figura 135. Registro do solo no ponto 5	201
Figura 136. Morfodinâmica Ponto 06 – Alto Curso da Bacia do Córrego São José	204
Figura 137. Registro do entorno do ponto 6.....	205
Figura 138. Registro do aspecto pedológico no ponto 6	206
Figura 139. Registro dos elementos físicos no ponto 6	207
Figura 140. Registro da interferência humana - depósito tecnogênicos.....	207

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Critérios para classificação do curso principal de uma bacia hidrográfica	68
Quadro 2. Síntese dos meios morfodinâmicos da paisagem da bacia do Córrego São José	175
Quadro 3. Especificação dos compartimentos dos pontos	176

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Parâmetros geométricos da bacia hidrográfica do córrego São José-MG	148
Tabela 2. Quantidade de rios na bacia hidrográfica do córrego São José-MG.....	153
Tabela 3. Parâmetros geométricos da rede de drenagem da bacia hidrográfica do córrego São José-MG.....	156
Tabela 4. Parâmetros geométricos do relevo da bacia hidrográfica do córrego São José-MG.....	159
Tabela 5. Cota altimétrica próximas as nascentes principais dos canais que compõe a bacia hidrográfica do córrego São José-MG.....	165
Tabela 6. Uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do Córrego São José	169

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	18
1.1. PROBLEMATIZAÇÃO E ÁREA DE ESTUDO	19
1.2. JUSTIFICATIVA	21
1.3. HIPÓTESE	23
1.4. OBJETIVOS	24
1.4.1. OBJETIVO GERAL	24
1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	24
2. AS PRINCIPAIS TEORIAS GEOMORFOLÓGICAS E OS MEIOS MORFODINÂMICOS	25
2.1. AS TEORIAS QUE FUNDAMENTARAM OS ESTUDOS DE VERTENTES	26
2.2. A CLASSIFICAÇÃO DO RELEVO BRASILEIRO NA CONTRIBUIÇÃO DOS ESTUDOS DE EVOLUÇÃO DA VERTENTE	35
2.3. A CATEGORIA VERTENTE	44
2.4. CLASSIFICAÇÃO DOS MEIOS MORFODINÂMICOS	47
2.4.1. <i>A teoria do Balanço de Denudação (JAHN, 1968)</i>	47
2.4.2. <i>A teoria do Balanço Morfogenético (TRICART, 1957)</i>	48
2.4.3. <i>A teoria Bio-resistásica (ERHART, 1956)</i>	49
2.4.4. <i>A Teoria da Ecodinâmica (TRICART, 1977)</i>	51
3. A MORFODINÂMICA DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS	55
3.1. BACIA HIDROGRÁFICA E A IMPORTÂNCIA DOS CANAIS FLUVIAIS PARA OS ESTUDOS DO RELEVO.....	56
3.2. CICLO HIDROLÓGICO E A AÇÃO DA ÁGUA	57
3.3. PARÂMETROS GEOMORFOMÉTRICOS E HIDRODINÂMICOS COMO AUXILIADORES DA ANÁLISE MORFODINÂMICAS.....	62
3.3.1. <i>Análise dos parâmetros geomorfométricos</i>	62
3.3.2. <i>Análise dos aspectos hidrodinâmicos (das variáveis hidrológicas)</i>	72
4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	75
4.1. A INVESTIGAÇÃO TEÓRICA ENVOLVENDO A PESQUISA DE GABINETE	76
4.2. OS TRABALHOS DE CAMPOS DE RECONHECIMENTO/COLETA/VALIDAÇÃO	78

4.3. ESPACIALIZAÇÃO DAS INFORMAÇÕES DOS TRABALHOS DE CAMPO	82
5. DESCRIÇÃO REGIONAL DOS ASPECTOS FISIOGRÁFICOS DA ÁREA	
DEESTUDO	110
5.1 LITOLOGIA	111
5.2. RELEVO	115
5.3. PEDOLOGIA	117
5.4 VEGETAÇÃO.....	120
5.5. CLIMA.....	121
5.6. HIDROGRAFIA	125
6. ANÁLISE FISIOGRÁFICA, MORFOMÉTRICA E OS MEIOS	
MORFODINÂMICOS DA BACIA HIDROGRAFICA DO CÓRREGO SÃO JOSÉ	128
6.1. A BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO SÃO JOSÉ	129
6.2. ASPECTOS FISIOGRÁFICOS DA BACIA.....	132
6.2.1. <i>Litologia da bacia</i>	133
6.2.2. <i>Pedologia</i>	137
6.2.3. <i>A compartimentação geomorfológica</i>	140
6.3 ANÁLISE DOS PARÂMETROS GEOMORFOMÉTRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO SÃO JOSÉ	147
6.4. A QUESTÃO DA OCUPAÇÃO, USO E COBERTURA DA TERRA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO SÃO JOSÉ.....	166
6.5. MORFODINÂMICA DA PAISAGEM BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO SÃO JOSÉ.....	173
CONSIDERAÇÕES FINAIS	209
REFERÊNCIAS.....	213

INTRODUÇÃO

Nesta parte inicial da dissertação de mestrado apresentou-se um panorama do que foi a pesquisa, envolvendo a problemática geral que instigou essa investigação, além de aspectos universais da área de estudo.

Nesse sentido, inclui-se a justificativa da pesquisa, que demonstrou a importância do tema para compreensão mais detalhada da dinâmica (processo) que envolve a área de estudo, contribuindo para o debate teórico e metodológico da Ciência Geográfica. Também foi incluída nessa apresentação a hipótese norteadora da pesquisa, que orientou o desenvolvimento da investigação. Os objetivos, gerais e específicos, também foram apresentados, demonstrando assim o que se pretendeu com o desenvolvimento dessa análise.

1.1. Problematização e área de estudo

Uma das unidades de pesquisa mais utilizadas em estudos geográficos vinculados as áreas urbanas degradadas são as bacias hidrográficas. Elas permitem analisar de forma integrada os processos naturais e sociais que se manifestam no espaço geográfico.

Neste sentido, Tricart (1977, p. 17) destaca que, “No momento atual, já não existe nenhum ecossistema que não seja modificado pelo homem, só que as modificações são de natureza diferente e de importância diversa”. Fica evidente que o meio natural deixou de ser apenas natural; atualmente é possível identificar e observar o meio artificial. Isso se deve à introdução do ser humano na natureza, intervindo e acelerando processos naturais, que passam a modificar o espaço.

Dentro deste contexto é enfatizado por Suertegaray e Nunes (2001, p. 17) que “[...] Estas transformações têm sido mais evidenciadas nos locais de maiores concentrações populacionais, em que o capital intensifica sua atuação na busca da obtenção de maior lucratividade”. A materialização destas relações é expressa diretamente na apropriação e ocupação do relevo, sobretudo, nas vertentes.

Para Vieira e Hacon (2011) a procura insaciável pelo fornecimento contínuo dos recursos naturais atrelado com a mutação empregada pelas novas relações de produção capitalista, a qual se estende por todo o mundo, culmina em um processo frenético de produção e consumo, o qual não é compatível com o tempo da natureza. Para Suertegaray e Nunes (2001, p. 19) “[...] o tempo que produz o relevo é hoje um tempo que exige a compreensão do desenvolvimento social da humanidade, do momento atual de crescimento, implicado na estreita relação de ciência e tecnologia”, a sociedade de porte do domínio das

técnicas passa a contribuir para a aceleração do tempo da natureza, influenciando diretamente no processo que atua na modelagem da vertente.

A natureza na sua origem é compreendida em duas escalas de tempo: da morfogênese (longo tempo) que envolve os processos endógenos e exógenos, e da morfodinâmica (curto tempo) que está ligado aos processos recentes, atuantes na formação do relevo (SUERTEGARAY; NUNES, 2001).

Compreender estas dinâmicas que transcorrem na escala temporal da natureza (morfogênese e morfodinâmica) faz-se fundamental para o entendimento dos estudos que envolvem a questão da apropriação e ocupação do relevo, com ênfase para os processos da morfodinâmica, devido à contribuição que o ser humano exerce na atuação de esculturação das vertentes no seu modelo de ocupação.

A ocupação antrópica que ocorre no relevo e sobretudo na vertente, seja ela de forma irregular ou planejada, é um fator que contribui para instabilidade dos processos, pois rompe o equilíbrio dinâmico dos processos naturais. A retirada da vegetação potencializa o rompimento desta estrutura, que se encontra em estado de equilíbrio. A cobertura vegetal exerce uma proteção para o solo. Com a remoção da vegetação, o solo fica exposto à ação dos agentes, em especial a ação hídrica, considerada por alguns autores a força motriz na esculturação do relevo, realizando a desagregação, transporte e deposição de sedimentos.

Quando a sociedade se apropria e ocupa uma bacia hidrográfica, sem considerar a complexidade dos processos geomorfológicos, pedológicos, hidrográficos, climáticos que ocorrem neste ambiente, ou seja, sem considerar a morfodinâmica, grandes problemas podem se manifestar, tanto em áreas urbanizadas, quanto em rurais.

Dessa forma, esta pesquisa procurou debater a caracterização dos meios morfodinâmicos que compõem a paisagem de uma bacia hidrográfica localizada no município de Ituiutaba-MG, contribuindo assim para os estudos de evolução de vertentes no tempo da morfodinâmica.

A área de estudo está situada no município de Ituiutaba- MG, que se localiza no Pontal do Triângulo Mineiro¹. De acordo com o IBGE (2018) a cidade possuía uma população de 97.171 em 2010. Em 2017 a estimativa foi de 104,526. Este crescimento da população na bacia procura compreender a relação sociedade e natureza pelo viés da morfodinâmica.

¹ Regionalização culturalmente reconhecida pelos moradores do extremo oeste do estado Triângulo Mineiro

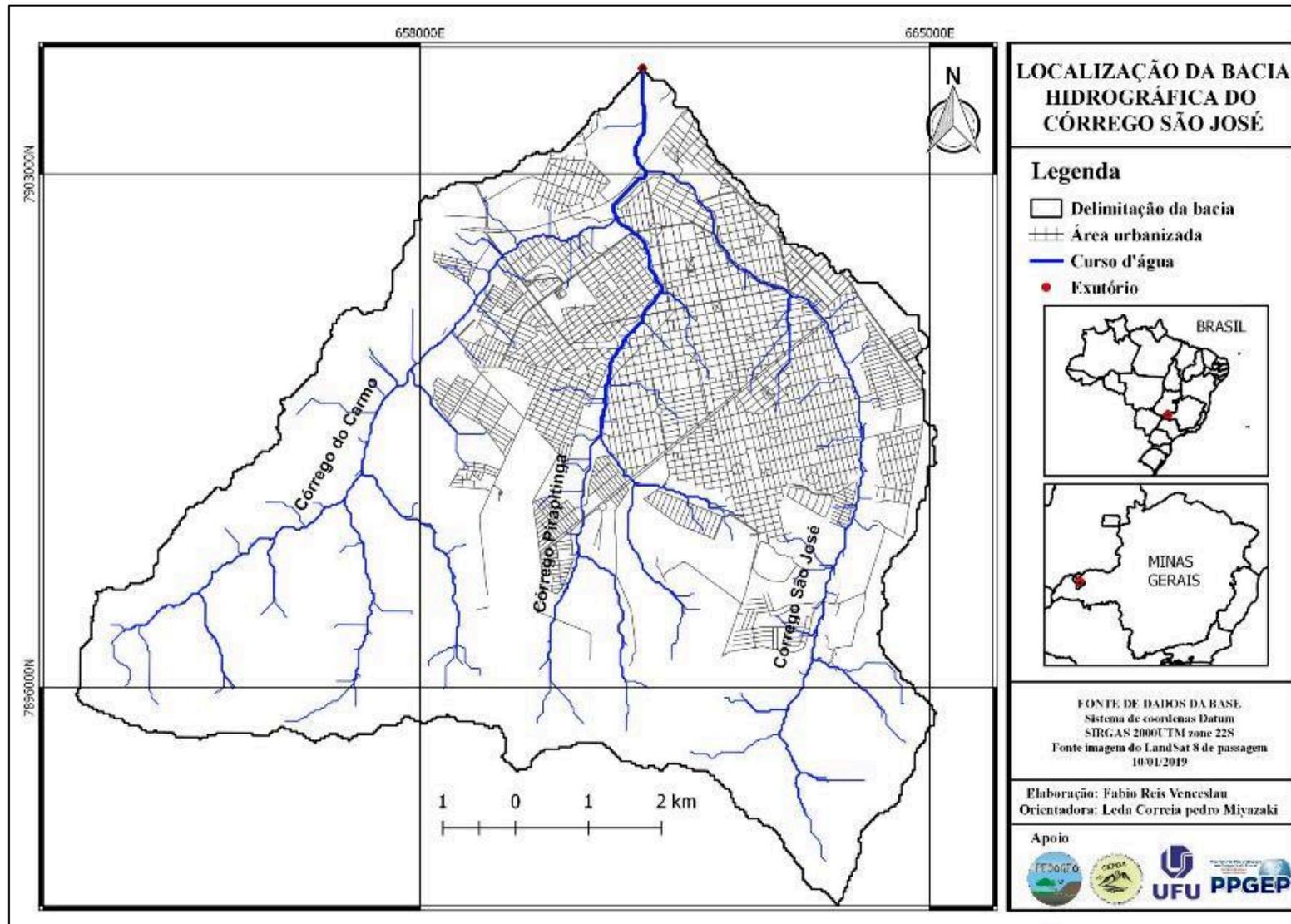
A bacia do córrego São José é composta por mais dois canais fluviais, córrego Pirapitinga e córrego do Carmo, ambos também percorrem a área urbana da cidade. A bacia tem como nível de base o Rio Tijuco (Figura 1, p. 22).

A escolha desta bacia ocorreu baseada em observações empíricas de alguns aspectos: a importância que exerce no sistema hidrológico da cidade; a crescente expansão territorial urbana por meio de novos bairros ocupando/impermeabilizando grande parte da bacia; intervenções antrópicas (retificação, canalização, impermeabilização) nos cursos d'água e atividade agrícola que vem sendo desenvolvida de forma considerável pelo uso das monoculturas. Todos estes elementos são extremamente importantes para o estudo sobre os meios morfodinâmicos da bacia.

1.2. Justificativa

A realização da pesquisa se justifica por abordar uma temática que busca investigar a relação entre as dinâmicas da sociedade e da natureza por meio do estudo sobre os meios morfodinâmicos, apontando quais as características físicas e geomorfométricas de uma bacia hidrográfica, na busca de compreender alguns aspectos sobre os processos operantes e como o uso e cobertura da terra, realizada pela sociedade, pode levar uma porção da paisagem de uma bacia a ser caracterizada como meio estável, instável ou intermediário.

Figura 1. Delimitação da Bacia Hidrografia do Córrego São José



Autor: Venceslau, (2018)

A temática está diretamente conectada com o quadro atual da sociedade a partir da investigação da relação de estabilidade-instabilidade de uma bacia quando ocupada. O geógrafo, neste contexto, dispõe de algumas ferramentas, métodos e técnicas capazes de compreender, analisar e caracterizar essas paisagens e propor novos caminhos, que podem recuperar, preservar e/ou mitigar impactos socioambientais, ou seja, capaz de alterar o estado de instabilidade para estabilidade.

A justificativa de estudar a bacia do córrego São José, deu-se pelo fato desta área, ao longo das últimas décadas, passar por alterações decorrentes do processo de ocupação que provocou instabilidade no equilíbrio natural da bacia.

Esta pesquisa se justifica também pelo aporte científico, uma vez que pode subsidiar o planejamento urbano e ambiental, tanto da cidade, quanto do município.

1.3. Hipótese

A cidade de Ituiutaba, nos últimos 10 anos, passou por um crescimento populacional e expansão da malha urbana. Vários conjuntos habitacionais foram implantados nas bacias hidrográficas que envolvem a malha urbana. Diante disso, o relevo dessas bacias passou a ser esculpado (no momento de ocupação das vertentes, topos e fundos de vale). Interferências como a retirada da cobertura vegetal, cortes nas vertentes, construção de aterros e a impermeabilização do solo, e em alguns casos até mesmo a remoção do solo, provocaram um rompimento no equilíbrio dinâmico dos processos naturais.

Diante destes eventos citados, pode-se levantar à hipótese que a forma como se deu o processo de apropriação e ocupação da bacia hidrográfica, no qual esculpou o relevo, rompeu o equilíbrio dinâmico dos processos naturais, deixando parte da bacia em um estado de instabilidade dos meios morfodinâmicos.

As bacias hidrográficas são ambientes que envolvem uma série de interações entre elementos naturais presentes, e a sociedade vem cada vez mais interferindo no equilíbrio natural dos processos. Partindo dessa premissa, buscou-se nos estudos da geomorfologia fundamentos capazes de compreender a morfodinâmica atual da área de estudo para que os resultados possam contribuir para o planejamento urbano-ambiental que busque uma melhora na qualidade ambiental e de vida da população ocupante do município.

1.4. Objetivos

Para que a temática fosse investigada foram estabelecidos objetivos, tanto de caráter geral, quanto específicos.

1.4.1. Objetivo geral

O objetivo geral da pesquisa foi caracterizar os meios morfodinâmicos da bacia hidrográfica do córrego São José, analisando a paisagem da bacia de forma integrada, afim de identificar aspectos importantes relacionados aos meios morfodinâmicos estáveis, instáveis e intermediários.

1.4.2. Objetivos específicos

Os objetivos específicos elencados foram:

- a) Caracterizar os componentes físicos da bacia, sendo a litologia, solos, relevo, hidrografia, clima, cobertura vegetal, etc.;
- b) Identificar e descrever os parâmetros geomorfométricas da bacia, para compreender aspectos da morfodinâmica;
- c) Analisar e identificar o uso e cobertura da bacia hidrográfica, bem como aspectos relacionados a apropriação e ocupação do relevo, para compreender a morfodinâmica atual;
- d) Realizar uma análise integrada de aspectos físicos e humanos da área de estudo;
- e) Identificar aspectos importantes que caracterizam os meios morfodinâmica em estáveis, instáveis e intermediários;

***2. AS PRINCIPAIS TEORIAS
GEOMORFOLÓGICAS E OS MEIOS
MORFODINÂMICOS***

Este capítulo tem como foco abordar, de forma resumida, as principais teorias que fundamentaram os estudos de evolução do relevo, a partir dos processos morfofogenéticos e morfodinâmicos, amparadas nas teorias clássicas da geomorfologia mundial elaboradas por, William Morris Davis (1899), Walter Peck (1924) e Lester C. King (1953), destacando a ótica temporal e aspectos da morfogênese e morfodinâmica.

Outro aspecto discutido se trata da consolidação da geomorfologia no Brasil, que se deu através dos estudos que buscavam classificar e representar espacialmente o relevo brasileiro. Também se discutiu características importantes sobre os meios morfodinâmicos abordados por Jean Tricart (1957, 1977), com destaque para a influência antropogênica na esculturação do relevo.

2.1. As teorias que fundamentaram os estudos de vertentes

Com o passar dos tempos e o avanço dos meios científicos atrelado com surgimentos de novas concepções geomorfológicas, as vertentes se tornaram o principal objeto de estudo da geomorfologia moderna², com caráter de compreender os processos que envolvem a dinâmica do relevo, tanto no viés da morfogênese (tempo longo), quanto da morfodinâmica (tempo atual) não só pelo fato de modelagem da paisagem, mas também pelo viés de apropriação do relevo.

Antes de evidenciar a vertente como principal categoria de estudo da Geomorfologia, é preciso compreender que essa Ciência tem contribuído com várias áreas do conhecimento (Geografia, Geologia, Engenharias, etc.), que buscam na da Geomorfologia fundamentação teórica e metodológica para identificar, reconhecer tipos de relevo e os processos que os esculturaram, mas indo muito além disso, uma vez que procura:

encontrar respostas para muitas questões que pudessem explicar, por exemplo, como os processos se articulam entre si; como evoluem os grandes conjuntos de relevo; qual o significado do relevo no contexto ambiental; como interferir ou controlar os funcionamentos dos processos geomorfológicos; como conviver com os processos catastróficos; como projetar (no espaço e no tempo) o comportamento dos processos e as formas de relevo resultantes (GUERRA; CUNHA, 2008, p. 24).

² Nesse estudo a vertente é considerada uma categoria de análise importante para o estudo do relevo de uma bacia hidrográfica, bem como para compreender os processos morfodinâmicos por se tratar do compartimento ou segmento do relevo onde os processos de esculturação são mais representativos quando considerado a morfogênese.

Entre todas estas questões apresentadas pelos autores sobre a responsabilidade da Geomorfologia, fica evidente que o principal objeto de estudo desta Ciência é o relevo e suas formas.

A geomorfologia é a ciência que estuda as formas. As formas representam a expressão espacial de uma superfície, compondo de diferentes configurações da paisagem morfológica. É o seu aspecto visível, a sua configuração que caracteriza a modelado topográfico de uma área (CHRISTOFOLETTI, 1980 p.1).

Ross (2005) destaca que a forma do relevo é algo que pode ser concreto e, ao mesmo tempo abstrato quanto a sua matéria. A forma do ponto de vista abstrato é constituída pela silhueta da soma de várias vertentes na paisagem, na forma concreta é resultado das forças atuantes, endógenas (morfoestrutura) e exógenas (morfoescultura).

Assim as vertentes constituem o principal objeto de estudo da Geomorfologia moderna. Este destaque, só foi possível com o avanço de novas concepções teóricas atreladas a tecnologias e o desenvolvimento técnico. Neste cenário surgem as formulações teóricas para explicar e consolidar o estudo das vertentes na disciplina de Geomorfologia.

Um dos estudos que evidenciava a vertente no meio acadêmico se fez presente em 1957, com o trabalho de Jean Tricart intitulado de *l'evolution des versants* (A evolução das encostas). Nesta obra o autor descreve a aplicação e abordagem de novos métodos de pesquisa assim como, a observação e medição de processos diretos.

Jan Dylik (1968, *apud* CHRISTOFOLETTI, 1980, p.26) que define vertente como sendo “[...] uma forma tridimensional que foi modelada pelos processos de denudação, atuantes no presente ou no passado, e representando a conexão dinâmica entre o interflúvio e o fundo de vale”. Neste contexto, as vertentes são constituídas pela ação dos processos geomorfológicos, que atuaram ao longo do tempo, sendo elementos que constituíram as bases de sua definição que estão fundamentados na morfogênese.

Estes autores proporcionaram os primeiros passos dos estudos voltados para a compreensão dos processos que ocorrem nas vertentes. Posteriormente, outros autores, ao longo do contexto histórico dos estudos geomorfológicos, formularam e complementaram as teorias e os modelos de evolução do relevo, que são utilizados de forma direta e indiretamente até os dias atuais.

Para descrever e explicar as formas do relevo é preciso compreender a trajetória de constituição das bases teóricas. Não é possível destacar historicamente com exatidão quando ocorreram às primeiras observações humanas para o relevo. Fato é, que, o interesse do ser humano para este elemento sempre esteve presente desde os primórdios da civilização, ora por meio das fábulas, ora por aspectos religiosos (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Christofoletti (1980), descreve que, em meados da Idade Média Leonardo da Vinci (1452-1519) e Bernard Palissy (1510-1590) observaram que todo vale era esculpado pelo seu curso d'água, bem como todo curso d'água transporta sedimentos de uma parte para outra. O mesmo ainda coloca que ao longo dos séculos seguintes XVI e XVII, outras observações isoladas foram pautadas, entretanto, não tiveram destaque.

A partir do século XVIII as reflexões sobre a evolução do relevo foram ganhando novos adeptos, e isso foi importante para o surgimento das primeiras teorias de caráter estrutural. O geólogo escocês James Hutton (1726 – 1797), que era conhecido como o primeiro fluvialista e um dos criadores da Geomorfologia moderna³, se preocupou em sistematizar observações, cujo método empregado buscava nos fenômenos naturais ocorrentes no presente as explicações dos eventos passados (CHRISTOFOLETTI, 1980).

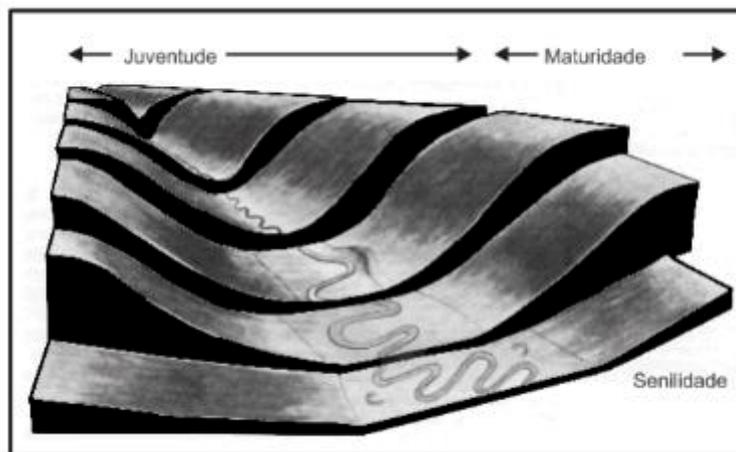
No entanto, a Geomorfologia só passou a ocupar lugar de destaque no meio científico com o pesquisador norte-americano William Morris Davis, considerado por muitos, pai da Geomorfologia. A obra que mais foi utilizada no ambiente acadêmico foi *The Geographical Cycle (1899⁴)*, sendo considerada a primeira tentativa de sistematizar os aspectos que envolvem os eventos da evolução das vertentes. (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Davis, em seus estudos, propôs um modelo explicativo que demonstrou a evolução da superfície terrestre. A teoria incidia em três momentos evolutivos, sendo a juventude, maturidade e senilidade (Figura 02). De acordo com o autor, estas fases ocorriam de forma individualizada, acontecendo um rápido soerguimento que deixava o relevo bastante elevado. Em seguida ocorria uma estabilidade tectônica, permitindo a ação fluvial que entalhava o talvegue que exercia uma atividade denudacional até alcançar a fase de senilidade, onde o relevo tornava-se uma grande superfície plana, dando origem aos peneplanos, para que novamente originasse um novo soerguimento (CASSETI, 2005)

³ A Geomorfologia moderna se consolida em duas correntes a anglo-americana com William Morris Davis (1850-1934) e na germânica com os autores Ferdinand Von Richthofen (1833-1905) e Albrecht Penk (1858-1945).

⁴ Conhecido no Brasil como o Ciclo Geográfico do relevo ou também conhecido como Ciclo de Erosão

Figura 2. Modelo de evolução do relevo de Davis, 1899



Fonte: Casetti, 2005

Este modelo esquemático foi considerado por muitos da época como o mais aceito. Davis por meio da abordagem da erosão fluvial descreveu que a evolução das vertentes estava relacionada com retirada de material. Logo após um rápido soerguimento (Juventude), os canais fluviais entalhavam as vertentes provocando de forma gradativa o rebaixamento do relevo (maturidade) até atingirem o nível de base, fase que os processos erosivos se estabilizavam e formavam uma superfície plana (senilidade).

A ótica do modelo de Davis está pautada em elementos da morfoestrutura⁵ ligados as forças exógenas e endógenas. A sua concepção teórica analisava a evolução do relevo sob a perspectiva do tempo longo (tempo da morfogênese) com ênfase nos processos endógenos.

Devido ao seu modelo possuir características da Geomorfologia estrutural e Hidrologia e se fundamentar em aspectos, tais como um rápido soerguimento do relevo, seguido por uma fase de instabilidade tectônica entre outros, isto fez com que fosse alvo de muitas críticas atribuídas a sua teoria. Vários autores da época questionaram seu modelo, pois o mesmo refutava a influência dos elementos climáticos e biológicos na esculturação das vertentes (ROSS, 2005). As somas destes três elementos são responsáveis pelos processos da morfogênese atuante, tanto na perspectiva do tempo geológico, quanto do tempo histórico (morfodinâmica).

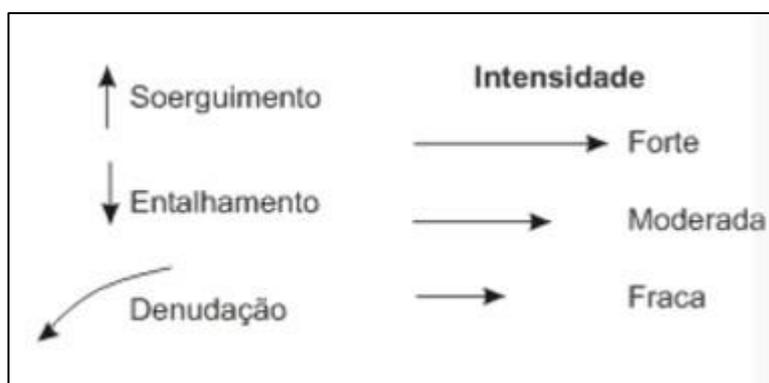
Dentre os autores que contestaram a teorias de Davis, se destaca o pesquisador, Walter Peck (1924), Lester C. King (1953). Ao contrário da teoria anterior, estes autores incluíram

⁵ Com a titulação em geologia, Davis em sua teoria enfatizou nos processos estruturais, litologia, hidrológicos e erosão.

em suas teorias os aspectos climáticos e biológicos, ampliando os componentes físicos⁶ responsáveis pela formação do relevo (ROSS, 2005). A partir destas contribuições, as vertentes passaram a ser tema central nos estudos sobre o relevo. Entretanto, os estudos neste caso abordavam o relevo exclusivamente sob a ótica da morfogênese⁷.

O modelo apresentado por Walter Penck centrou sua análise nas vertentes, onde considerou a atuação das forças antagônicas que são responsáveis pela evolução do modelado. Assim, o autor explicava que o relevo evoluía a partir da atuação do movimento de soerguimento, da denudação e do entalhamento do talvegue. No entanto, esses processos poderiam modelar diferentes tipos de vertentes conforme a intensidade de cada um dos processos supracitados. Os processos operantes que atuavam na vertente seriam entalhamento do talvegue, soerguimento e denudação, variando desse modo a intensidade, sendo moderada, intensa ou fraca (Figura 03) e essa combinação daria origem as vertentes côncavas, convexas e retilíneas.

Figura 3. Simbologia dos processos e suas respectivas intensidades

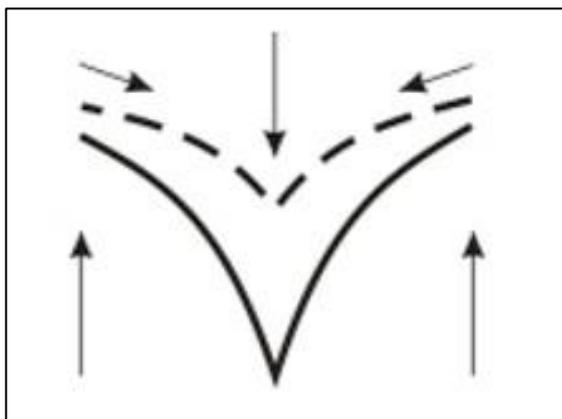


Fonte: Caseti (2005)

Para que o recuo paralelo das vertentes originasse em morfologias convexas era preciso a ocorrência de um forte entalhamento do talvegue e soerguimento em detrimento a uma fraca denudação (Figura 04). A atuação conjunta desses processos resultaria no aumento do ângulo da vertente e formaria uma forma convexa (CASSETI, 2005).

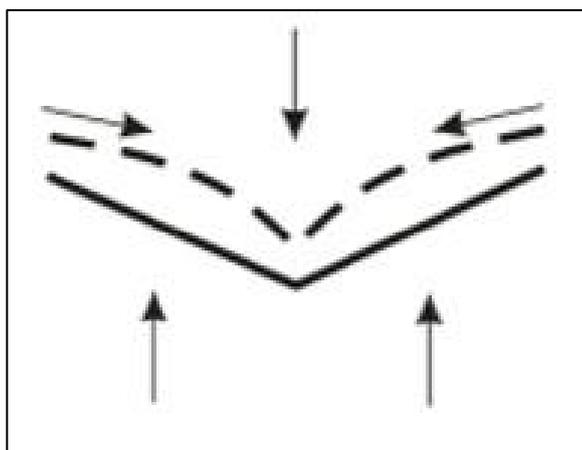
⁶ Trata-se dos aspectos físicos que compõem a paisagem, como por exemplo o relevo, as rochas, o clima, a vegetação, os solos, etc.

⁷ Buscam compreender a origem das formas, estudando com mais detalhe na escala de tempo geológica.

Figura 4. Vertente convexa

Fonte: Caseti (2005)

Os comprimentos de rampa⁸ do relevo que possuem formas retilíneas, segundo Penck, eram oriundos do equilíbrio entre um fraco soerguimento, fraca denudação e fraco entalhamento do talvegue (Figura 05). Isso iria manter o ângulo da vertente (CASSETI, 2005).

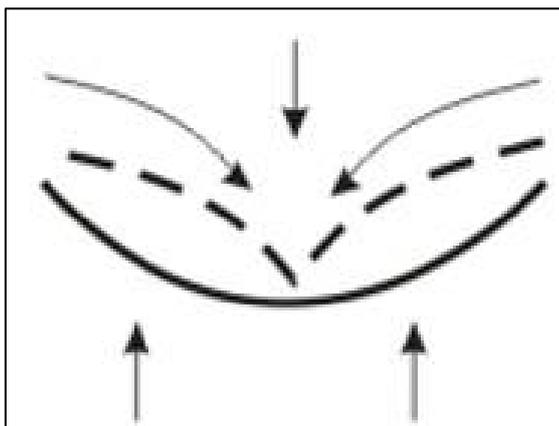
Figura 5. Vertente retilínea

Fonte: Caseti (2005)

Para a formação de vertentes com morfologia côncava era preciso que ocorresse uma forte denudação e um fraco entalhamento do talvegue e soerguimento (Figura 06). Isso resultaria na redução do ângulo da vertente (CASSETI, 2005).

⁸ Corresponde à superfície plana, com declividade e alongada de uma vertente.

Figura 6. Vertente côncava



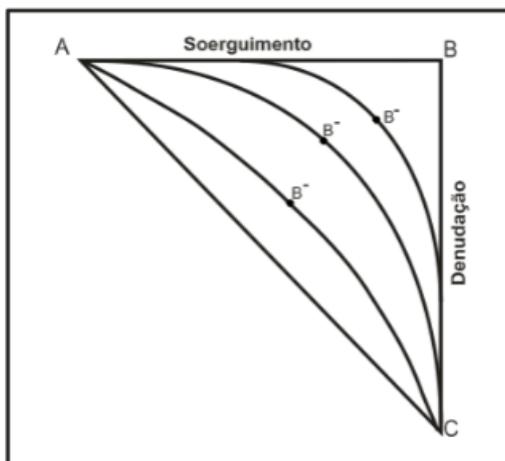
Fonte: Caseti (2005)

Penck traz grandes contribuições para a Ciência Geográfica por meio da Geomorfologia, pois expressa em sua teoria a importância de se considerar na análise integrada de vários processos e conhecimentos, tendo como exemplo os erosivos que atuam na vertente vinculado aos efeitos de entalhamento do talvegue via erosão fluvial, não deixando de considerar o clima existente e movimentos de soerguimento. Neste viés o autor passa a:

Demonstrar a relação entre entalhamento do talvegue e efeitos denudacionais em função do comportamento da crosta, que poderia se manifestar de forma intermitente e com intensidade variável, contestando o modelo apresentado por Davis (CASSETI, 2005, p. 14).

Para Penck, o relevo evoluía na vertente e provocava o seu recuo paralelamente (Figura 07). Segundo o autor, os eventos ocorriam na mesma escala de tempo, ou seja, vários processos ocorrendo conjuntamente e com intensidades variadas.

Figura 7. Modelo de evolução do relevo de Penck



Fonte: Caseti, 2005

O soerguimento crustal e a dissecação fluvial aconteciam de forma lenta e quando comparada à intensidade de denudação não gerava nenhuma elevação visível da superfície, nem acréscimo do relevo (CHRISTOFOLETTI, 1980).

O rebaixamento ocorrido após o soerguimento se dava pelo recuo paralelo das vertentes. Este evento está ligado ao grau de entalhamento do talvegue, levando em consideração a estrutura geológica e climática. A atuação destes dois resulta na denudação do relevo, o qual pode ser acentuado ou moderado, explicitando diferentes formas nas vertentes (CHRISTOFOLETTI, 1980).

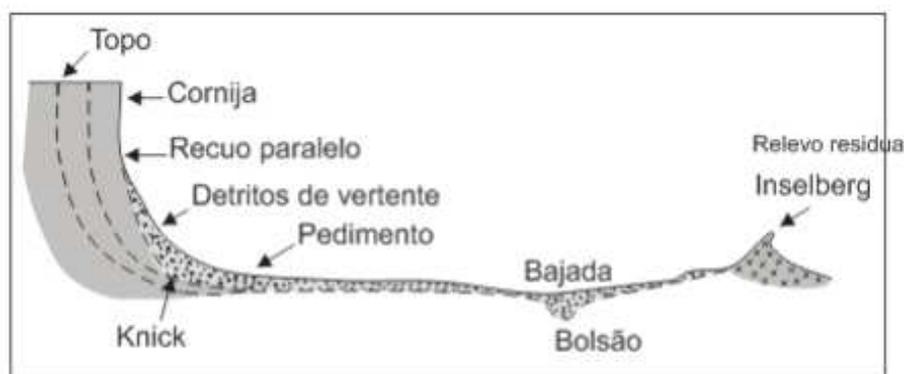
As contribuições de Lester C. King no cenário da construção dos modelos clássicos da Geomorfologia, propõe uma teoria que demonstra uma compensação isostática⁹, a qual incorpora a sua teoria aspectos da teoria do “Ciclo de erosão do relevo” de Davis, considerando também alguns aspectos da teoria do “Recuo paralelo das vertentes” do Penck, a partir de um nível de base. A teoria ficou conhecida como a Teoria da Pediplanação (CASSETI, 2005).

King procurou “restabelecer o conceito de estabilidade tectônica considerada por Davis, mas admite o ajustamento por compensação isostática e considera o recuo paralelo das vertentes (*wearing-back*) como forma de evolução morfológica, de acordo com proposta de Penck (1924)” (CASSETI, 2005, p. sem página).

⁹ Teoria a qual a Terra tende a tomar permanentemente uma forma de equilíbrio isostático, de compensação de pressões, quando se faz uma sobrecarga numa região, como compensação outras regiões sofrem, necessariamente, uma elevação (GUERRA, 1993).

A evolução do relevo, por meio da teoria da Pediplanação (Figura 08) ocorria a partir do nível de base geral¹⁰, onde todo o plano inclinado (vertente) recuava paralelamente a partir da erosão (denudação), que atua na vertente por meio do intemperismo físico, processo predominante em climas áridos e semiáridos, que entalha as áreas depressionárias. A erosão que alarga o vale e a quantidade de material rochoso/sedimentos (pedimentos) que se deposita no fundo de vale dão origem a uma superfície plana denominada de pediplano. A formação dessa área plana repleta de pedimentos oriundos de um clima semiárido, formou-se por meio do recuo paralelo das vertentes ao longo do tempo de “relativa estabilidade tectônica permitiria o desenvolvimento de extensos pediplanos, razão pela qual a referida teoria ficou conhecida como pediplanação” e os relevos que se destacavam na planície (oriundos de um material mais resistentes) eram conhecidos como *inselbergs*¹¹ (CASSETI, 2005, sem página).

Figura 8. Modelo de Lester King, sobre a Teoria da Pediplanação



Fonte: Casseti, 2005

Estes autores proporcionaram os primeiros passos dos estudos voltados para a compreensão dos elementos que envolvem a evolução do relevo e conseqüentemente das vertentes. Posterior a estes, vários autores ao longo do contexto histórico da Geomorfologia formularam e complementaram os estudos sobre as vertentes, utilizados até os dias atuais.

O conhecimento geográfico - geomorfológico referente à evolução do relevo é de suma importância para os estudos de caráter ambiental e social, tendo visto que o relevo,

¹⁰ A partir do nível de base do oceano.

¹¹ Davis chamava as grandes extensões horizontalizadas na senilidade de “peneplanos”, King (1955) as considerava como “pediplanos”, com formas residuais denominadas inselbergs. O emprego de uma das terminologias, peneplano ou pediplano, caracteriza a filiação epistemológica (anglo-americana ou germânica), considerando as diferenciações genéticas (down wearing ou back wearing) (CASSETI, 2005, sem página).

sobretudo, a vertente constitui a base morfológica que serve como “palco” para as mais diversas ações do ser humano. Dessa forma, se configurando como principal elemento deste ecossistema, conhecer os processos presentes na vertente, tanto no tempo longo (morfogênese), quanto na escala de tempo curto (morfodinâmica), pode contribuir para uma ocupação planejada do relevo.

2.2. A classificação do relevo brasileiro na contribuição dos estudos de evolução da vertente

As primeiras teorias elaboradas para explicar a evolução do relevo consideravam aspectos geológicos e hidrológicos e não reputavam a inter-relação entre o clima e tipo de rocha. Na teoria davisiana, era postulada de rápido soerguimento gerado pela ação tectônica ou eustática, posteriormente seguido por um período de estabilidade, no qual atuava a atividade erosiva.

Esta teoria privilegiava os estudos geomorfológicos mais regionais, cujo modelo era aplicado para explicar qualquer modelado da superfície terrestre, ignorando as particularidades existentes das paisagens que compõem a superfície terrestre.

A partir das décadas de 1950 com os trabalhos de Penck e King, os estudos e modelos começaram a ser aplicados na escala regional, postulando a vertente como primeiro tema de estudo da Geomorfologia, abandonando a visão de análise davisiana, que buscava analisar as grandes estruturas.

No Brasil esta influência não foi diferente. Ao final da década de 1950 a Geomorfologia brasileira esteve sob influência da Geomorfologia climática. Os estudos realizados na década 1960 contribuíram para o avanço no entendimento das formas do relevo pelo viés da Geomorfologia climática (ROSS, 2005).

Com os estudos da evolução das vertentes, em destaque no cenário mundial, passa a influenciar vários pesquisadores ao redor do mundo. Neste âmbito, os pesquisadores brasileiros começaram a produzir um arcabouço teórico-metodológico direcionado a essa temática, contribuindo para os estudos de vertentes, surgindo assim a primeira classificação do relevo brasileiro.

A classificação do relevo brasileiro emerge sob forte influência nos processos morfogenéticos, isto devido o contexto histórico do momento. Neste recorte os aspectos da morfogênese fundamentavam os caminhos da Geomorfologia.

O relevo brasileiro possui três classificações consistentes que foram produzidas a partir da metade do século XX. A primeira foi organizada pelo professor Aroldo de Azevedo, que mapeou o relevo brasileiro considerando como critério as altitudes, o qual de posse de vários estudos elaborados sobre o relevo, por autores que o antecederam, produz a primeira tentativa sólida de classificação do relevo em 1940.

Posterior, o modelo proposto por Azevedo surge à classificação de Aziz Nacib AB'Saber em 1958, pautada nos critérios de altitudes e erosão (locais de agradação e degradação) complementando a classificação anterior. O terceiro modelo, já na década de 1988, foi idealizado pelo professor Jurandry Ross, cujos critérios utilizados foram de morfoescultura e morfoestruturas, sendo utilizado até o momento, o qual passou por algumas revisões, sendo a última versão do relevo brasileiro (LENCIONI, 2012).

Estes autores apresentados foram os que tiveram destaque no contexto da classificação do relevo. Entretanto, Abreu (2010) salienta que a buscar por classificar o relevo brasileiro existe muito antes Aroldo de Azevedo, que classificou esta contribuição em três momentos: o primeiro período dos predecessores (1817-1910); o segundo período dos estudos pioneiros (1910-1940); o terceiro período de implantação das técnicas modernas (1940-1949).

Destacam-se aqui os autores do período das técnicas modernas segundo Abreu (2010, p. 259).

Os brasileiros que, entre 1910 e 1940, contribuíram direta ou indiretamente para o desenvolvimento da ciência do relevo, entre nós, foram: Arrojado Lisboa, Delgado de Carvalho, Teodoro Sampaio, Everaldo Backheuser, Euzébio de Oliveira, Alberto Betim Paes Leme, Luciano Jacques de Moraes, Avelino Ignacio de Oliveira, Pedro de Moura, Paulino Franco de Carvalho, Alberto Ribeiro Lamego, Othon Henry Leonardos, Glycon de Paiva e Luiz Flores de Moraes Rego.

Aroldo de Azevedo de posse de várias tentativas realizadas por seus antecessores buscou sistematizar e contribuir com um modelo de classificação do relevo. O modelo se pautava nas diferenças topográficas (altitudes) e estrutura geológica (tipos de rochas), classificando-o em duas unidades geomorfológicas: as planícies, as quais atribui como partes

do relevo que possuía um caráter relativamente plano; os planaltos, atribuindo às regiões onde o relevo possui características levemente onduladas.

O autor caracterizou três tipos de relevo em forma de planalto, sendo o planalto atlântico, meridional e central. Além disso, o autor atribuiu mais seis categorias de planalto de acordo com a litologia. As planícies foram classificadas em duas categorias, sendo elas a amazônica e a costeira. A espacialização dessas duas formas de relevo pode ser observada na (Figura 09).

Figura 9. Classificação do relevo de Aroldo de Azevedo 1949



Fonte: May Christine (2010)

O relevo na perspectiva de Aroldo de Azevedo estava fundamentado nas questões morfoestruturais, levando em consideração as questões geológicas, morfogênese (tempo longo), desprezando as questões climáticas. Isto se justifica pelo contexto histórico, no qual as teorias do relevo neste período ainda apresentavam forte influência da escola davisiana.

Ross (2005) aponta que no Brasil até o fim da década de 1950, Aroldo de Azevedo e Aziz Nacib AB' Saber, entre outros, ainda carregavam vestígio da influência do modelo davisiano nas suas construções teóricas-metodológicas, uma vez que os termos e conceitos presentes são oriundos da teoria.

Com a difusão do conhecimento científico pelo mundo neste período, novas contribuições teóricas-metodológicas que abordavam a evolução do relevo foram surgindo, entre elas a teoria da pediplanação de Lester King em 1953, descrita no capítulo anterior e a obra do Jean Tricart em 1959, sobre a Divisão Morfoclimática do Brasil Atlântico Central, (CRUZ, 2010).

No início da década de 1960, Aziz Nacib AB' Saber desenvolve o modelo de classificação do relevo brasileiro. Vitte, (2009, p. 5) descreve que a “obra marca uma profunda transição e ao mesmo tempo uma reconstrução do modelo interpretativo do relevo e de sua gênese”, o que demonstrou na época um enorme avanço na classificação do relevo.

A proposta de classificação de AB' Saber em 1962, intitulada como “O relevo brasileiro e seus problemas” passa a incluir os aspectos morfoclimáticos, tendo em vista que o autor enfatiza os processos erosivos atrelados às questões dos climas para separar e distinguir as regiões.

AB' Saber passa a considerar seis unidades principais no conjunto do relevo brasileiro: o Planalto das Guianas, Planalto Brasileiro, Planalto Uruguaio Sul-rio-grandense, Baixos platôs (tabuleiros) e Planícies costeiras, Baixos platôs (tabuleiros) e planícies da Amazônia, e Planície do Paraguai ou Pantanal Mato-Grossense. AB' Saber atribui aos planaltos as áreas com maior desgaste erosivos, sobressaindo à sedimentação e para as planícies o inverso. (AB' SABER, 1964). A partir desta ótica o autor passa a descartar as questões altimétricas, enfatizando os processos decorrentes da geomorfologia para explicar o relevo brasileiro (Figura 10).

Figura 10. Espacialização do relevo brasileiro segundo Aziz AB' Saber



Fonte: May Christine (2010)

Ross (2011) expressa que o modelo de classificação de relevo de AB' Saber foi submetido a revisão e propõe outra divisão do relevo neste período, já sobre a influência da Geomorfologia climática (que idealizava um novo modelo). “Os domínios morfoclimáticos brasileiros”, em 1969 (Figura 11, p.40), foi uma proposta de mapeamento cujo objetivo foi demonstrar por meio de um olhar mais apurado os processos pretéritos atuantes no relevo, buscando nas relações que envolvem os elementos; cobertura vegetal, nos diferentes tipos de clima e a atual forma predominante do relevo.

Figura 11. Classificação dos domínios morfoclimáticos, AB' Saber 1965



Fonte: May Christine (2010)

AB' Saber contribuiu muito no cenário da Geomorfologia. Sua classificação do relevo foi fundamental para evolução dos futuros modelos a respeito do tema.

Assim como descrito acima, Jurandry Ross foi outro autor que também postulou suas contribuições a respeito do mapeamento do relevo brasileiro. Buscou no seu modelo três elementos para descrever o relevo brasileiro, apresentando forte influência na escola de geomorfologia alemã.

As bases que fundamentaram a classificação do relevo brasileiro foram fortemente influenciadas pelo conceito de morfoestrutura, morfoescultura e morfoclimático, todos muito utilizados nos estudos geomorfológicos da escola alemã (ROSS, 2011).

Segundo Ross (2011) o conceito de morfoestrutura pode ser entendido como a influência geológica na gênese das formas. A noção morfoclimática está associada aos tipos de clima determinantes nos processos morfodinâmicos que operam na atualidade e na esculturação das formas. Já a morfoescultura está vinculada diretamente as formas do relevo,

oriundas da ação dos climas atuais e pretéritos, deixando registradas na paisagem marcas (paleoformas e macro compartimentação).

Assim, a espacialização do relevo brasileiro foi classificada em 3(três) táxons (Figura 12), sendo o primeiro táxon as formas de relevo de planaltos, depressões e planícies. O segundo táxon classifica os planaltos levando em consideração o embasamento geológico, podendo ser bacias sedimentares, as intrusões e coberturas residuais de plataforma, os núcleos cristalinos arqueados e os cinturões orogênicos. O terceiro táxon é o que define cada uma das unidades morfoesculturais, como por exemplo os Planaltos da Amazônia Oriental, Planalto e Chapada dos Parecis, A depressão Marginal Norte Amazônica, a planície do Rio Araguaia.

Figura 12. Classificação de Jurandyr Ross 1988



Fonte: Ross, (2011)

Nessa espacialização, Ross (2011) descreve que os elementos da morfoestrutura possuem uma ligação direta, sendo influência da estrutura geológica. Os aspectos relacionados ao morfoclima dizem respeito aos diferentes tipos climáticos essenciais nos processos morfodinâmicos que atuam na modelagem das formas no presente. A morfoescutural está relacionado com aos paleoclimas. Entendo que as marcas presentes no relevo são resultados de um clima atual e pretérito.

Os três momentos de análise formulados pelo autor consistem em:

- primeiro nível “compartimentação topográfica”, que é atrela a topografia, mas busca relacionar com geologia e o arcabouço nesta compartimentação, a qual é decidida pelos remanescentes de aplainamentos;
- o segundo nível parte da “estrutura superficial da paisagem” diz respeito aos solos, no entanto com caracteres específicos aos colúvios, rampas colúvias dando ênfase aqui para as *stones- lines*, tendo visto que esta observação não está atrelada apenas ao contato colúvio-rocha, mas também nas linhas que estão expressas nos pacotes colúvias. Neste mesmo nível os aspectos físicos e químicos sobre a ótica da micromorfológicas podem expressar os tipos de processo que atual na modelagem das formas;
- o último nível trata-se da “fisiologia da paisagem”, a qual está ligada a dinâmica pretérita do funcionamento da geoesfera, onde os processos presentes agem na esculturação das formas existe no relevo (VITTE, NIEMANN, 2009).

Ross (2011) incorpora em sua classificação do relevo, um terceiro elemento até então não presente nas outras classificações¹². O autor incorpora em seus mapeamentos as depressões, e divide sua classificação em 3 táxon. Assim de acordo com Amaral e Ross (2006, p. 4) apresentam de forma sintetizada os fatores da sua classificação:

A classificação começa pelas grandes estruturas, ou seja, as unidades morfoestruturais, que correspondem ao 1º táxon. Em seguida, as unidades morfoesculturais, que correspondem ao 2º táxon. Detalhando-se a escala de análise, chegasse ao 3º táxon, o das unidades de padrões de formas semelhantes do relevo ou padrões de tipos de relevo. Estes táxons podem ser identificados em análises regionais, ou seja, em escalas pequenas.

Ross (2011) salienta que esta classificação foi aplicada em escala regional, destacando que além do 3º táxon é possível analisar de forma individualizada cada um deles, que produz um nível de detalhamento taxonômico expressos no 4º, 5º e 6º táxon.

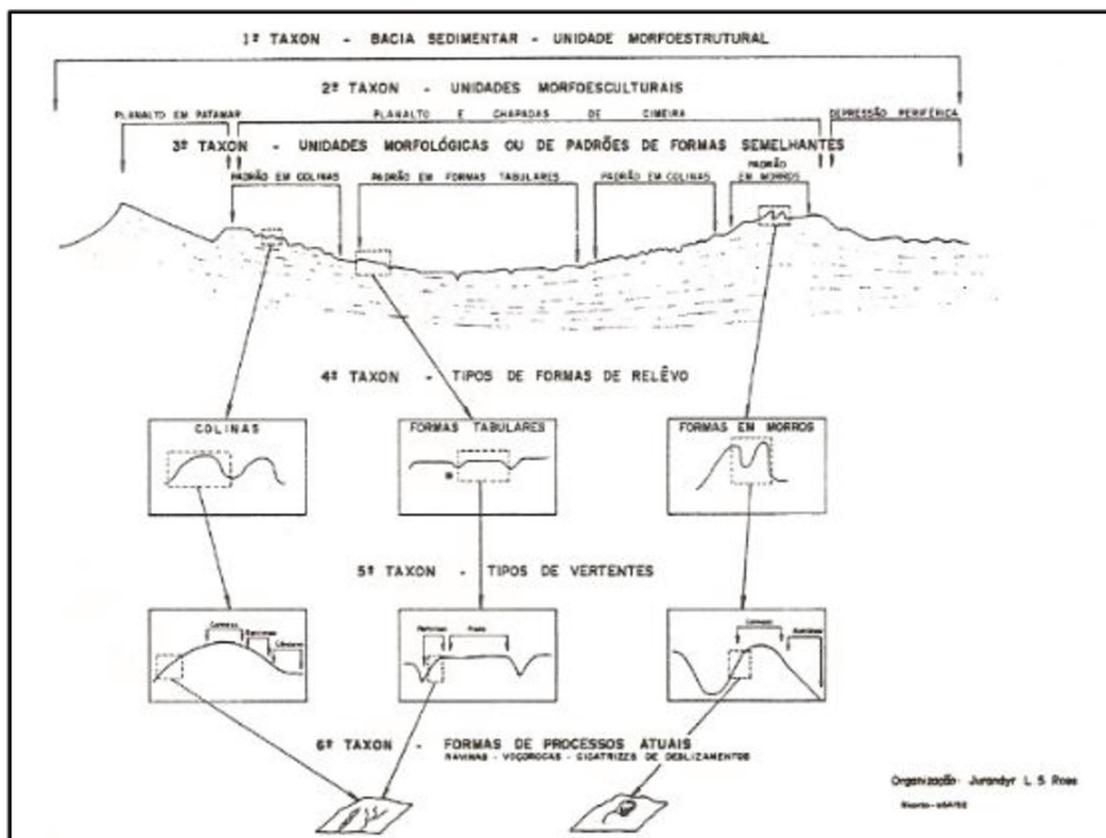
Ross (2011, p.28) “O quarto taxon é respresentado pelas formas individualisadas e que neste caso é indicada no conjunto”. Ross (2011, p. 28) diz que:

“O quinto taxon refere-se as partes das formas do relevo, ou seja, das vertentes. Só pode ser totalmente repesentando cartograficamente quando se trabalha com fotografias aéreas em escalas grandes ou de detalhes como 1:25.000, 1:10.000, 1:5.000”.

¹² Classificações anteriores pautava somente em planalto e planícies.

Ross (2011, p. 28) “O sexto taxon corresponde às pequenas formas de relevo que se desenvolvem por interferência antrópica ao longo da vertente, são as formas geradas pelos processos erosivos e acumulativos atuais”. A figura 13 representa a classificação proposta por Ross referente aos táxon.

Figura 13. Classificação taxonômica do relevo de Jurandry Ross



Fonte: Ross, (2011)

A classificação de Ross pela ótica dos táxon categoriza a visão de como olhar e representar o relevo, considerando desde as grandes compartimentações até os processos que se escultraram nas vertentes de um determinado relevo.

Os estudos sobre o relevo brasileiro desde o início até os dias atuais propiciaram uma evolução na forma de caracterizar, identificar os tipos de relevo, bem como sua espacialização, gerando novos conceitos e definições. Entretanto, todos os modelos aplicados nas representações cartográficas do relevo brasileiro apresentados estão pautados nas bases da morfogênese, mas não descartando os processos da morfodinâmica. O modelo de Ross, devido a sua divisão taxonômica, nos permite analisar sobre a ótica da

morfodinâmica a partir do 4º táxon, observando os processos atuais presente atuantes na vertente, privilegiando as análises geográficas-geomorfológicas na escala do local.

2.3. A categoria vertente

O relevo é composto por várias formas geomorfológicas. Casseti (1991) e Fushimi, (2012, p. 39) explanam que, “O relevo é constituído pelo resultado do antagonismo das forças endógenas (forças tectogenéticas) e exógenas (mecanismos morfodinâmicos), cujo elemento dominante é a vertente”.

Penteado (1983) destaca os obstáculos ao descrever as formas geométricas de uma vertente, devido à sua morfologia possuir declives desiguais, dificultando uma abordagem pelas equações matemáticas.

Para Guerra (1966, p. 402) as vertentes são “planos de declive variados que divergem das cristas ou dos interflúvios, enquadrando o vale”, destacando que em áreas de montanhosas podem apresentar formas abrutadas e contendo gargantas. Já em relevo aplainado, podem ser mal desenvolvidas.

Entretanto Christofolletti (1980, p. 26) descreve as vertentes como uma “superfície inclinada, não horizontal, sem apresentar qualquer conotação genética ou locacional. Subaéreas ou submarinas, podendo resultar da influência de qualquer processo, e, nesse sendo formadas pela ampla variedade de condições internas e externas”. Partindo desta definição, este trabalho, toma tal definição como referência para entendimento de vertente.

Tricart (1957) descreve que a esculturação das vertentes é a soma da combinação sintética envolvendo uma gama de fatores, como a intensidade da dissecação, natureza litológica, arranjo estrutural, sistema morfoclimático atual, legado de paleoclimas. O autor salienta que a partir destes aspectos é possível uma análise e estudos morfométricos.

Estes processos morfogenéticos descrito por Tricart (1957) fornecem as bases para análise na escala métrica ou decamétrica, produzindo informações no campo teórico para compreender a evolução das vertentes e no âmbito prático na aplicação das técnicas na manutenção do solo (CHRISTOFOLETTI, 1980).

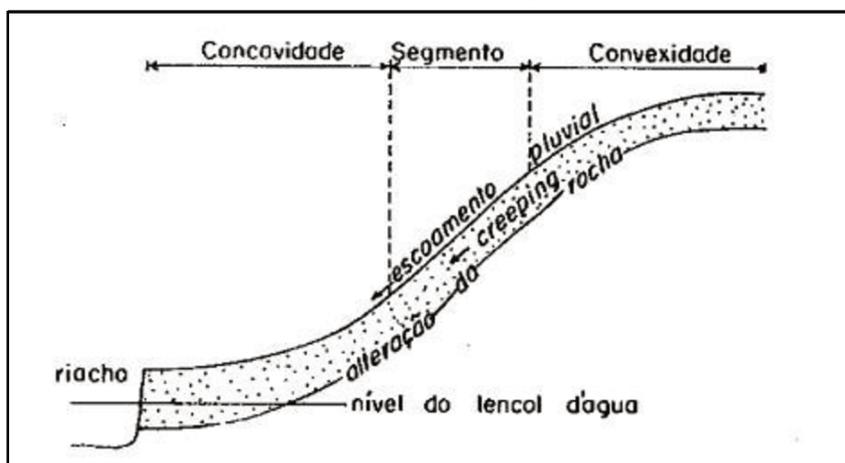
De forma isolada os elementos da morfogênese, segundo Christofolletti (1980), são:

- o intemperismo - responsável pela fragmentação das rochas pelos agentes químico, físico e biológico;

- o movimento do regolito, que corresponde ao deslocamento das partículas desagregadas na vertente sentido a abaixo, podendo ser por rastejamento, solifluxão e fluxos de lama, avalanche, deslizamentos e desmoronamentos. Estes eventos são proporcionados exclusivamente pela ação gravitacional;
- o processo pluvial, que compõe um dos mais importantes dentro da morfogênese das vertentes, desde as primeiras cotas de água que colidem no solo, reação que desagrega as partículas por ação mecânica até os escoamentos superficiais e subsuperficial, que provoca o deslocamento destas partículas (CHRISTOFOLETTI, 1980).

As vertentes constituem ao longo do tempo declividades que podem ser analisadas em dois planos: na horizontal ou vertical. Christofolletti (1980) destaca que, para a análise, é preciso compreender as parcelas sequenciais que compõem uma vertente, sendo consideradas uma unidade de vertente, o segmento, o elemento, a convexidade, a concavidade e sequência de vertente (Figura 14).

Figura 14. Esquema de uma vertente proposto por Derruau (1965)



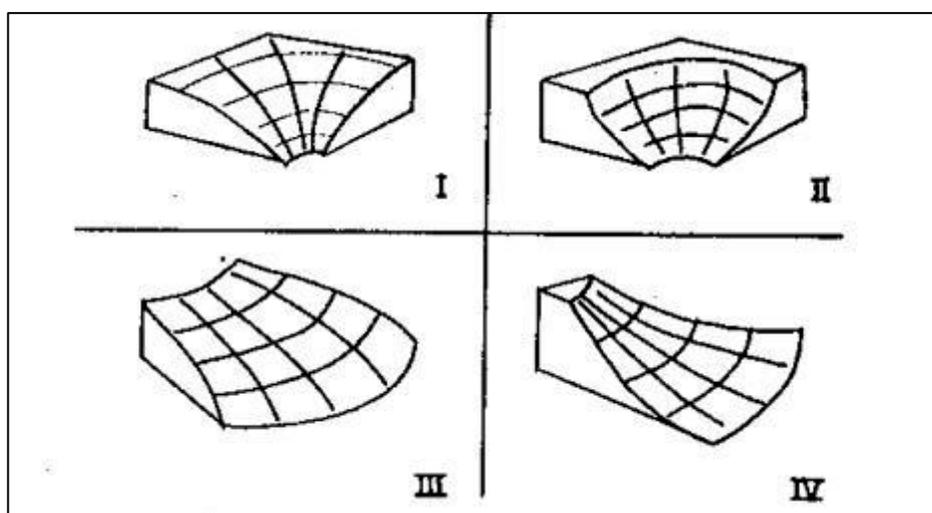
Fonte: Christofolletti (1980)

A unidade de vertente é um segmento ou um elemento. O segmento é uma parte da vertente que possui uma similaridade na sua angulação quase retilínea. Já o elemento refere-se à curvatura, sendo convexa, com curva positiva ao aumentar o ângulo no sentido abaixo, e côncava, com curvatura negativa quando a angulação subtrai no sentido para baixo. A convexidade engloba todo conjunto de uma vertente que não a diminuição dos ângulos em

sentido a jusante e a concavidade é o oposto, quando não há o aumento dos ângulos a jusante (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Além do perfil transversal, as vertentes podem ser representadas por formas geométricas. Segundo Caseti (2005) o primeiro modelo das formas foi de Bloom (1970), que continha quatro grupos. Posteriormente, de posse destes modelos, Troeh (1965) propõem outra classificação, dividindo em dois grupos de vertentes, coletoras e distribuidoras de água (Figura 15).

Figura 15. Os tipos básicos de vertentes



Fonte: Christofoletti (1981)

Quanto à forma da vertente, observam-se quatro tipos básicos de vertentes, que são divididas em dois grupos: as coletoras de água II e IV e distribuidoras de água I e III. As formas geométricas são: I vertentes com radiais convexas e contornos côncavos; II vertentes com radiais côncavas e contornos côncavos; III vertentes com radiais convexas e contornos convexos; IV vertentes com radiais côncavas e contornos convexos.

Diante de tanta complexidade que envolvem os estudos de vertentes e todos os processos decorrentes nelas, é importante compreendê-las, na busca de minimizar ou projetar futuros impactos materializados o relevo. “Nesse compartimento são materializadas as relações das forças produtivas e as transformações que compõem a paisagem (CASSETI, 1991). Tricart (1957) também enfatiza a sua importância ao afirmar que o entendimento da sua evolução subsidia os estudos das formas atuais do relevo terrestre” (FUSHIMI, 2012, p. 39).

2.4. Classificação dos meios morfodinâmicos

Os processos morfodinâmicos podem ser entendidos como as alterações identificadas no relevo, levando em consideração a magnitude e a frequência dos mecanismos morfogenéticos, tanto no contexto atual, quanto no subatual, estando relacionado ou não com ações antropogênicas (CASSETI, 2005, p. 2).

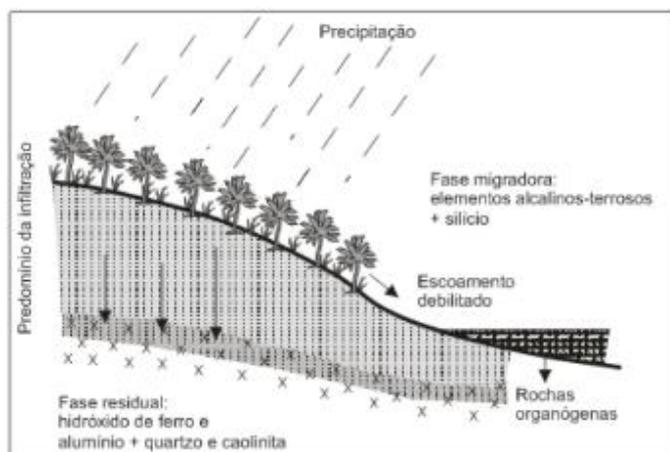
Casseti (1991) fala sobre as principais teorias de autores como Jahn (1968), Erhart (1956), Tricart (1957, 1977), todos consideravam a categoria vertente como importante elemento na análise da dinâmica do relevo, sendo, portanto, fundamental para as pesquisas sobre morfodinâmica da paisagem.

2.4.1. A teoria do Balanço de Denudação (JAHN, 1968)

De acordo com Casseti (2005), o balanço de denudação Jahn (1968) demonstrou como os estudos de evolução das vertentes, por meio das forças morfogenéticas, ocorriam e eram entendidos a partir da análise de duas componentes, a perpendicular e a paralela.

Em relação à paisagem que apresentava o predomínio da componente perpendicular, Casseti (2005) diz que no modelo de Jahn era possível identificar a seguinte situação: presença de cobertura vegetal, que proporcionava o predomínio da infiltração de água de solo em detrimento ao escoamento superficial; a intemperização e a pedogênese eram os processos que se destacavam na vertente (Figura 16).

Figura 16. Paisagem que representa uma vertente com o predomínio da componente perpendicular

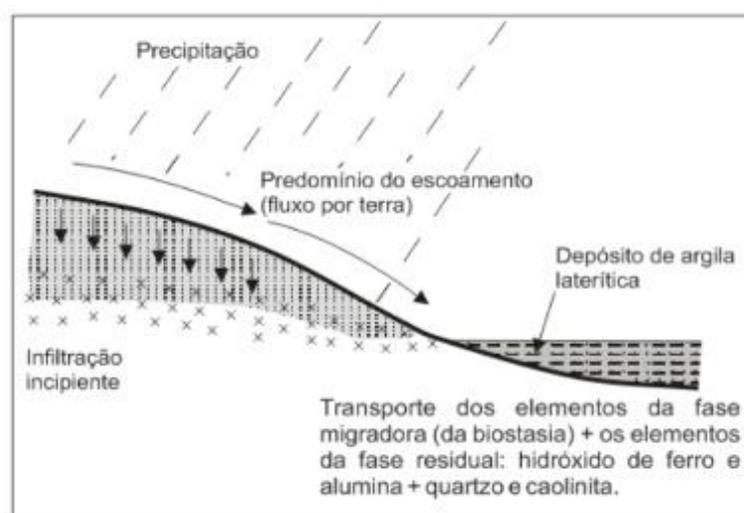


Fonte: Casseti (2005)

Com isso, essa vertente apresentava uma significativa quantidade de material intemperizado que poderia ser eventualmente transportado para os compartimentos geomorfológicos de fundo de vale posteriormente (CASSETI, 2005).

Outra situação é uma paisagem cuja vertente apresenta o predomínio da componente paralela, onde o processo ocorre paralelamente à vertente ou à superfície topográfica (Figura 17).

Figura 17. Paisagem que representa uma vertente com o predomínio da componente paralela



Fonte: Casseti (2005)

Nessa situação, a ausência da cobertura vegetal proporcionaria um intenso escoamento superficial, que conseqüentemente causaria a erosão (morfogênese), que era a principal responsável pelo transporte de material intemperizado, que foi formado em uma fase anterior cuja componente perpendicular regia.

2.4.2. A teoria do Balanço Morfogenético (TRICART, 1957)

O balanço morfogenético analisa a situação de uma paisagem cuja vertente está sob a ação da componente perpendicular, ou seja, sendo superior a componente paralela (pedogênese superior à denudação). Quando isso ocorre, Tricart (1957) diz que o balanço morfogenético é negativo, pois irá privilegiar a formação de solos por meio da pedogênese.

Em oposição a essa situação, Tricart (1957) diz que quando a componente paralela for superior a componente perpendicular (denudação supera a pedogênese), a vertente estará

submetida a um balanço morfogenético positivo, uma vez que a morfogênese (denudação) estará atuando na esculturação da vertente.

Estes dois componentes para Tricart (1957) são responsáveis pelo balanço morfogenético, que pode ser entendido por meio das características que envolve uma vertente, destacando-se a declividade, o tipo de rocha e o clima atuante. Assim, para se compreender a importância desses fatores no balanço, será apresentada uma breve descrição.

Tricart (1957) fala sobre a declividade da vertente, e enfatiza que quanto maior o grau de inclinação atribuída a uma vertente, mais atuante é a componente paralela e, portanto, o componente perpendicular é pouco atuante. Fushimi, (2012) destaca que, além destes elementos outros estão atrelados como o comprimento de rampa, se a extensão da rampa é grande produz maior fluxo por terra, e a forma geométrica da vertente a qual está ligada ao balanço morfogenético, em área plana predomina o fluxo laminar.

A natureza das rochas, segundo Tricart (1957), requer a intervenção do componente perpendicular antes da atuação do componente paralelo, e, para isto, é fundamental que os detritos (solo) estejam consolidados. Desta forma, em locais que a formação não possui interferência do clima ou da vegetação, a velocidade de fragmentação é favorecida. Já em ambiente com formações alteradas, as propriedades litológicas e mecânicas contribuem para o controle de infiltração da água no solo, responsável pelo intemperismo e a pedogênese, além da lixiviação de partículas na vertente.

Para Tricart (1957) o clima interfere diretamente na vertente, e em conjunto com a vegetação, passa a influenciar, tanto o componente perpendicular, quanto o componente paralelo. Tricart (1977) e Fushimi, (2012, p. 40) dizem que o “clima é responsável pela dinâmica processual desde a pedogênese, principalmente através do intemperismo químico, até a morfogênese, pelos agentes de meteorização”, atuando assim tanto no desenvolvimento do componente perpendicular e no componente paralelo.

2.4.3. A teoria Bio-resistásica (ERHART, 1956)

Para que seja possível compreender melhor os processos relacionados a morfodinâmica, é preciso entender a relação entre biostasia e resistasia, que contempla a teoria idealizada por Erhart (1956), conhecida como bioresistásica ou bioresistática.

Segundo Casseti (2005, p. 2), a teoria bioresistásico de Erhart (1956) “consiste em estágios morfopedogênicos¹³ diferenciados, associados a condições climáticas distintas”. O autor busca relacionar os processos ligados a morfogênese e a pedogênese, levando em conta como aspecto fundamental a vegetação e a escala de tempo.

A biostasia para Casseti (2005, p. 2) é aquela cuja “a atividade geomorfogenética é fraca ou nula, existindo um equilíbrio climático entre potencial ecológico¹⁴ e exploração biológica¹⁵”. O domínio da pedogênese sobre a morfogênese gera um balanço morfogenético negativo, sendo identificado dessa maneira como fase de biostasia.

Neste sentido, uma área com cobertura vegetal favorece o a formação dos processos que envolvem a formação do solo, tendo visto que a ação da água encontra dificuldades para remoção dos materiais.

Na fase de ressistasia, de acordo Casseti, (2005, p.2), “a morfogênese domina a dinâmica da paisagem, com repercussão no potencial geoecológico (desequilíbrio climático)”. Isto gera um balanço positivo morfogenético devido à retirada do material intemperizado nas vertentes.

A diferença em relação à biostasia é o fator da retirada da vegetação, o qual pode ser ocasionada por dois motivos, o primeiro atrelado aos processos climáticos na escala geológica e o segundo pela ação antropogênica. Isso potencializa o resultado, onde é possível perceber o avanço da morfogênese sobre a pedogênese, com a retirada da vegetação o material responsável pela formação do solo se encontra exposto. Assim é carrilado ao longo da vertente pela ação hídrica, o que impede a sua consolidação.

Partindo do conceito de bio-resistásico, outros autores enfatizaram em seus estudos a morfodinâmica presente nas vertentes. Destaca-se entre as obras a elaborada pelo francês Jean Tricart, intitulada “Ecodinâmica” de 1977. Nesta publicação, Tricart deve o cuidado de contrapor a definição de biostasia proposta anteriormente por H. Erhart (1956), substituído por fitoestasia. De acordo com Tricart (1977), a biostasia diz respeito às biocenoses que são compostos por plantas e animais, destacando que os animais não expressam nenhuma relevância no que tange a questão da estabilidade da vegetação.

¹³ Equilíbrio entre morfogênese e a pedogêneses.

¹⁴ Processos geológicos, climatológicos, geomorfológicos e pedológicos

¹⁵Potencial biótico (da flora e da fauna naturais) e a ação antrópica: sistemas de exploração socioeconômicos.

2.4.4. A teoria da Ecodinâmica (TRICART, 1977)

Tricart (1977) na sua obra “Ecodinâmica” propôs três unidades de análise dos meios morfodinâmicos, que foram classificadas como meios estáveis, meios intergrades ou intermediários, e meios fortemente instáveis.

Pedro Miyazaki (2014, p. 56) destaca o entendimento sobre os meios morfodinâmicos de Tricart.

Estes meios são compreendidos a partir de um balanço entre duas componentes, que podem indicar um estado com predominância dos processos responsáveis pela formação de solos (pedogênese) ou pela ascendência de processos de erosão nas vertentes (morfogênese).

Os *meios morfodinâmicos estáveis* para Tricart (1977) seriam aqueles cujo modelo apresenta mudanças que são imperceptíveis, sendo a atuação dos processos mecânicos de forma lenta. Geralmente estes locais possuem poucas manifestações de eventos geológicos, baixo processo de dissecação. Este meio tem como característica a superioridade da pedogêneses.

Neste primeiro meio, a vegetação funciona como um estabilizador da modelação do relevo, freando os processos morfogênicos e consolidando os pedogenéticos. Tricart (1977) e Fushimi (2012, p.42) acentua que “Os meios estáveis podem ser interrompidos por enclaves, onde a dinâmica atua/atuou recentemente, passando a se constituir meios intergrades ou meios fortemente instáveis”.

Tricart (1977) destaca que, para a existência deste meio, é preciso estabelecer uma série de condições: cobertura vegetal densa, dissecação moderada e ausência de atividades vulcânicas. A somatória destes fatores ao predomínio da pedogêneses gera assim este meio instável.

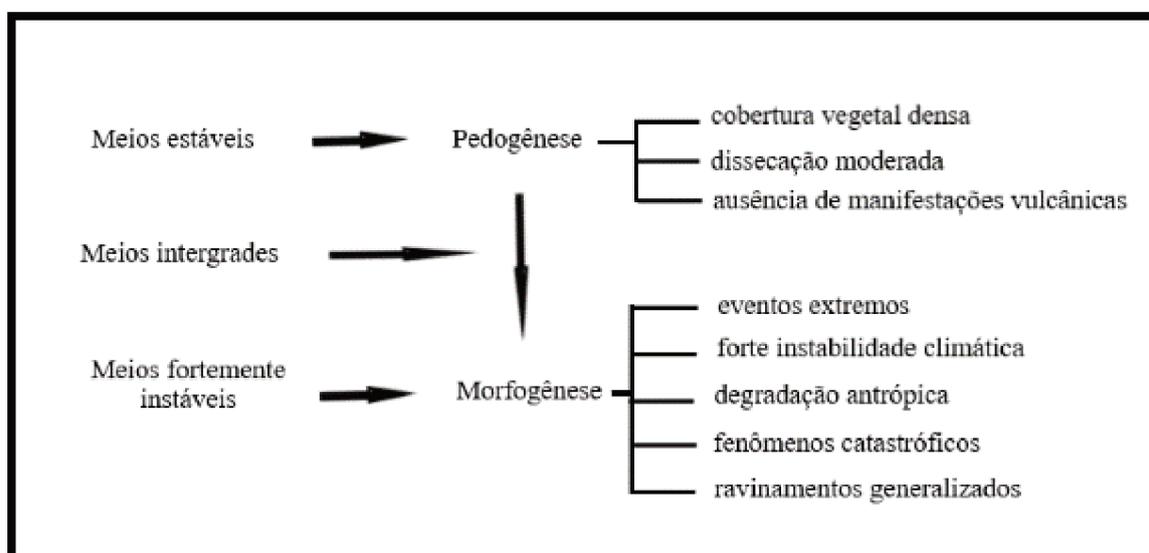
Os *meios morfodinâmicos intergrades* representam a ligação gradual entre os meios estáveis e os instáveis, caracterizado por um processo de ação permanente da morfogênese e pedogênese, disputando entre elas o mesmo espaço (TRICART, 1977).

Os ambientes dos meios morfodinâmicos intergrades possuem características sensíveis, susceptíveis a mudanças. Isto se dá devido à disputa que ocorre entre o balanço da pedogênese e morfogênese. A vegetação neste ambiente pode ser considerada um elemento eficaz para o controle de estabilidade. Caso isto não ocorra, este ambiente evolui muito rapidamente para fortemente instável.

Para Os *meios morfodinâmicos fortemente instáveis* o principal processo é a morfogênese, da qual os outros elementos naturais são dependentes. Podemos destacar os eventos geológicos, os quais determinam os tipos de dissecação e entalhe dos canais fluviais, entre outros fatores (TRICART, 1977).

Esse último meio ocorre com o domínio da morfogênese sobre a pedogênese. Os fatores responsáveis pela retirada da vegetação são: eventos climáticos, tectônicos, ravinamento generalizado e degradação antrópicos. De forma sintetizada, Fushimi (2012) apresentou um modelo dos meios morfodinâmicos de Tricart (1977) (Figura 18).

Figura 18. Esquema simplificado dos meios morfodinâmicos do Tricart



Fonte: Fushimi, (2012)

Fushimi (2012, p.43) expõe a questão da erosão e nas vertentes, destacando que se “o processo erosivo é intensificado, sua instabilidade, conseqüentemente, aumenta e altera terrenos a jusante. Todavia, se as ravinas tendem a se estabilizar com o crescimento da cobertura vegetal, são retornados aos meios intergrades”.

Pedro Miyazaki (2014) apresenta outros processos que colaboram para a instabilidade do ambiente, tais como os movimentos de massa; deslizamentos, corredeiras de lama e desabamentos, eventos muito corriqueiros nas regiões de clima tropical, onde apresentam locais com um grande volume pluviométrico e características físicas da paisagem que são extremamente sensíveis ao rompimento do equilíbrio dinâmico.

Tricart (1977) destaca que o elemento de mais relevância na dinâmica da superfície terrestre é a morfogênese. Este, por sua vez, é um limitador da vida na terra, devido a sua função de instabilidade. No entanto, pela ótica da morfodinâmica, os ambientes que estão sobre ação da mesma e se encontram em estágio acelerado também produzem um fator negativo no desenvolvimento da vida.

É evidente que o principal elemento de estabilidade das vertentes para Tricart é a vegetação. Na sua ausência, os processos erosivos atuam com intensidade. Como descreve Tricart (1977 p.32) “Somente as plantas, no conjunto, possuem efeito estabilizador pela função de anteparo aos fluxos de radiação e as gotas de chuvas, e pelo efeito frenador sobre o vento”. A vegetação é o principal elemento de estabilidade das vertentes, e isto fica evidente nos meios estáveis, na qual a pedogênese sobressai a morfogênese.

Tricart ainda cita (1977, p. 32) “o antinomismo entre a cobertura vegetal, constituída de produtores primários e base de todo o ecossistema, e a morfodinâmica, fator limitante dos ecossistemas”. O autor salienta que os processos de esculturação do relevo no tempo atual são primordiais para o equilíbrio da vida na superfície, pelo fato dos ecossistemas estarem sobre agressão constante da morfodinâmica.

Pedro Miyazaki (2014, p. 45) nos aponta a importância dos estudos de caráter atual no âmbito da análise sobre a perspectiva da morfodinâmica (tempo atual) atrelados a ações humanas.

A Geomorfologia quando trabalhada sob uma perspectiva geográfica deve se atentar não apenas para a dinâmica dos processos naturais, preocupando-se apenas em entender a gênese das formas de relevo (tempos longos). Contudo, precisa envolver em suas análises a compreensão da dinâmica da sociedade, sob uma perspectiva da morfodinâmica atual (tempos curtos), pois essa é capaz de modelar o relevo em um curto período de tempo, sendo o ser humano considerado por alguns pesquisadores como um agente modelador.

Neste sentido, Ross (2005) descreve que toda ação antrópica no meio natural ou alterado proporciona algum tipo de impacto em diferentes escalas, provocando alterações que em alguns casos podem ser de caráter irreversível.

Com base nos apontamentos expressados até o momento, é preciso analisar as vertentes sobre um olhar da morfodinâmica, atentando-se para os processos atuantes no presente, incluindo o ser humano, ou melhor, a sociedade como um modelador do relevo. Neste sentido, os meios morfodinâmicos descritos por Tricart (1977) são fundamentais para

o embasamento teórico-metodológico dessa investigação, dando os alicerces para as análises dos estudos sobre a ocupação das vertentes em uma bacia hidrográfica e a caracterização dos meios morfodinâmicos.

3. A MORFODINÂMICA DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS

Neste capítulo foram abordados alguns processos e características geográficas e geomorfológicas¹⁶ importantes sobre o tema morfodinâmica da paisagem de uma bacia hidrográfica.

Assim, questões teóricas e metodológicas sobre a bacia, o ciclo da água, parâmetros morfométricos, bem como os hidrodinâmicos foram apresentados com o intuito de apresentar um arcabouço de ideias que possam, de forma indireta e direta, demonstrar os processos morfológicos responsáveis pela composição da paisagem de uma bacia hidrográfica. Essa discussão balizará a identificação dos meios morfodinâmicos em análise.

3.1. Bacia hidrográfica e a importância dos canais fluviais para os estudos do relevo

Estudar uma bacia hidrográfica é de grande importância para o manejo do solo, além do planejamento urbano-ambiental e/ou o ordenamento de um território, pois ao se conseguir informações e dados de suas características físicas, de seus modelos de parcelamento, dos usos e ocupação do solo ou dos aspectos socioeconômicos, a gestão e o gerenciamento tornam-se mais fáceis e efetivos (TORRES, MACHADO, 2012)

De modo a explicitar o conceito de bacia hidrográfica e a interconexão entre os elementos que a constitui¹⁷ é importante compreender em um primeiro momento a definição de bacia hidrográfica. A bacia hidrográfica pode ser compreendida como uma área drenada por um determinado rio ou por um sistema fluvial, funcionando como um sistema aberto¹⁸, em que cada um dos elementos, matérias e energias, presentes possuem uma função própria e estão estruturados e intrinsecamente relacionados entre si (CHRISTOFOLETTI, 1980).

A bacia hidrográfica pode ser analisada geomorfologicamente a partir da concepção dos compartimentos geomorfológicos. Nos estudos realizados por Pedro Miyazaki (2014), é possível identificar e delimitar três compartimentos geomorfológicos, sendo esses os topos, as vertentes e os fundos de vale. A compartimentação do relevo de uma área pode auxiliar

¹⁶ No sentido de compreender os principais aspectos que compõem a paisagem geomorfológica a partir da concepção geográfica, uma vez que a geomorfologia é utilizada como disciplina de outros cursos (Geologia, Arquitetura e Urbanismo, Engenharia Cartográfica e Agrimensura, etc.).

¹⁷ Encostas, topos ou cristas e fundo de vales, canais, corpos de água subterrâneas, sistemas de drenagem urbanos, áreas irrigadas, divisor de drenagem, sub-bacias, nível de base e outras unidades espaciais (GUERRA, CUNHA, 2008).

¹⁸ São aqueles nos quais ocorrem constantes trocas de energia e matéria, tanto recebendo como perdendo (CHRISTOFOLETTI, 1980, p.3).

na compreensão dos processos que deram origem as formas de uma determinada área, além de contribuir para o entendimento da fisiografia da paisagem¹⁹.

Christofolletti, (1980, p. 59) considera que as “as vertentes constituem partes integrantes das bacias hidrográficas e não podem ser descritas de modo integrados sem que se faça considerações a propósito das relações entre elas e a rede hidrográficas”. Não é possível desagregar as vertentes dos cursos d’água, devido à interação entre ambos. É nesse sentido, que as encostas ganham destaque nos estudos referentes as bacias hidrográficas, por serem consideradas uma categoria de estudo da Geomorfologia onde os processos geomorfológicos²⁰ são mais expressivos (CASSETI, 2001).

Qualquer interferência nas condições naturais destes elementos, vertentes ou canais fluviais, terão reflexos uns sobre os outros, ou seja, toda ação gera uma reação. Desta forma, tudo o que ocorre na vertente repercute direta ou indiretamente nos rios e na qualidade e quantidade das águas (LEAL, 1995).

Partindo desta observação, fica evidente que qualquer interferência na vertente pode gerar instabilidade no curso d’água, ou vice e versa. Ross (2005) destaca a importância da vegetação, pois exerce função de manto protetor do solo, ameniza o escoamento superficial concentrado, além de aumentar a absorção e infiltração das águas pluviais. A retirada da cobertura vegetal reduz a taxa de abastecimento das plantas, animais e homens, degradação da fertilidade do solo e deslizamentos.

Para destacar e compreender a morfodinâmica que ocorre em uma bacia hidrográfica é importante considerar os processos responsáveis pela circulação da água nessa unidade de análise, como também a esculturação do relevo, ou seja, processos geomorfológicos.

3.2. Ciclo hidrológico e a ação da água

Em bacias hidrográficas a dinâmica que envolve os processos naturais é movida principalmente pela ação das águas pluviais, que são consideradas um agente modelador e modificador da paisagem. A água assume diferentes estados e trajetórias ao longo de sua circulação. Por meio da precipitação desencadeia uma série de processos e possíveis

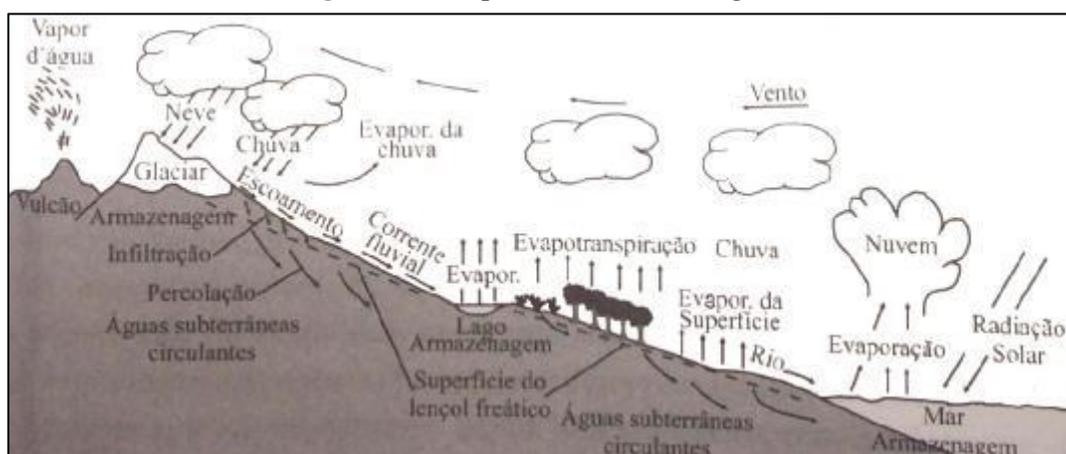
¹⁹ Conceito entendido como a descrição dos aspectos ou fenômenos naturais; representação ou detalhamento da natureza (vegetação, recursos hídricos e relevo) ou dos produtos naturais (FISIOGRAFIA DA PAISAGEM, 2019)

²⁰ São todos elementos (físicos, químicos e biológicos) que causam modificações na superfície terrestre (endógenos e exógenos)

trajetórias, que dependem não só das características da água propriamente ditas, mas, sobretudo, dos atributos e condições das diferentes componentes²¹ por onde irá circular (BOTELHO, 2011).

A água é uma substância que pode ser encontrada em três estados no planeta terra: líquida, sólida e gasosa, estando presente em diversos ambientes, como na atmosfera, nos oceanos, mares, lagos e subsolo. A água está em constante movimento pelo planeta, circulando por toda paisagem, e por isso esse processo é conhecido como ciclo da água ou ciclo hidrológico (Figura 19). Nesta movimentação ela muda de estado físico ao percorrer as etapas do ciclo, conhecidas como precipitação, evaporação, condensação, interceptção, infiltração e escoamento superficial ou subsuperficial (TORRES, MACHADO, 2012).

Figura 19. Esquema do ciclo da água



Fonte: Torres e Machado, (2012).

A **precipitação** é toda água derivada da atmosfera que chega à superfície terrestre. A neblina, chuva, granizo, saraiva, orvalho, geada e neve são diferentes tipos de precipitações, cuja diferença está no estado em que a água se encontra (TUCCI, 2009).

Evaporação é o processo físico no qual a água em estado líquido ou sólido passa ao estado gasoso. Tucci (2009, p. 253) destaca que “em meteorologia restringe-se à mudança de estado líquido para o vapor devido à radiação solar, temperatura do ar e aos processos de divisão molecular e turbulenta”.

Condensação, é o processo em que o vapor d’água disposto na atmosfera passa para o estado líquido (TORRES, MACHADO, 2012).

²¹ Vegetação, solo, geologia, áreas impermeabilizadas, etc.

A *interceptação* é a retenção de parte da precipitação que não chega à superfície da terra. Isso é interrompido devido à presença de vários elementos, tais como a vegetação ou evaporação antes de entrar em contato com o solo (TUCCI, 2009).

Infiltração é uma parte da precipitação que infiltra no terreno pelos vazios do solo. Este processo é conhecido como percolação e é responsável pelo abastecimento das águas subterrâneas, lençóis superficiais ou até mesmo em rochas mais profundas (TORRES, MACHADO, 2012).

Escoamento superficial refere-se à porção que escoar sobre a superfície do solo, e o escoamento subsuperficial é a parte da precipitação que infiltrou no solo, mas não atingiu o reservatório subterrâneo, escoando paralelamente à superfície até atingir um curso d'água (ANA, 2015)

Pensando-se no ciclo hidrológico, a água, ao atingir a superfície terrestre com uma cobertura vegetal, do tipo floresta tropical, assume diversos caminhos. Ela pode ser interceptada pela copa das árvores e evaporar para a atmosfera, ou ser armazenada na copa e ocorrer a evaporação, seguida de precipitação. É possível também escoar pelos troncos e atingir com menor velocidade a superfície, podendo fluir superficialmente ou infiltrar no solo. Isso dependerá das características intrínsecas do tipo de solo, das condições do relevo, entre outros componentes (TRICART, 1977).

No momento em que a água infiltra no solo, essa poderá percolar e abastecer as nascentes dos cursos d'água, ou atingir profundidades, abastecendo os lençóis ou aquíferos freáticos. Caso ocorra o escoamento superficial²² um dos processos responsável pelo transporte e deposição dos sedimentos, pode ocasionar eventos como enchentes ou cheias (GUERRA, CUNHA, 2008).

Nessa mesma perspectiva Coelho Netto, (2008, p.93), diz que “Dentre as múltiplas funções da água destacamos seu papel como agente modelador do relevo da superfície terrestre, controlando tanto a formação como comportamento mecânico dos mantos de solos e rochas”. O transporte destes materiais depende dos agentes envolvidos. No caso de uma bacia hidrográfica, os elementos podem ser águas pluviais, fluviais, movimentos de massas, ação eólica e gravitacional. Este transporte pode ser por atividades mecânicas e hidráulicas (SUGUIO, 2003).

²² Processo que ocorre em um estado de equilíbrio dinâmico natural, responsável por modelar a paisagem.

De posse destas premissas é notório que a força motriz de uma bacia hidrográfica são tanto as águas pluviais e as fluviais vinculadas aos cursos d'água, os quais são responsáveis pelos processos de desprendimento, transporte e deposição de materiais oriundos das vertentes. Estes canais podem apresentar aspectos diferentes, que variam de acordo com a geologia, pedologia e clima de uma determinada localidade.

Neste sentido compreender a morfodinâmica que envolve a interferência do ser humano na apropriação e ocupação do relevo é fundamental para os estudos da bacia hidrográfica.

Ross (2005) aponta que o “homem como um ser racional e um agente econômico gerador de riqueza, normalmente, ao intervir no meio natural, afeta de imediato a cobertura vegetal, retirando-a toda ou parcialmente”. Isto é evidenciado na construção das cidades, nas atividades de produção do meio rural, hidrelétricas, rodovias, etc.

É passível sob a ótica dos processos morfodinâmicos (tempo atual) que as dinâmicas de escoamento dos canais fluviais em uma bacia hidrográfica ocupada pelo homem podem estar passando por um processo de instabilidade. De acordo com Caseti (1991, p. 47):

A partir do momento em que a vertente começa a ser ocupada, processo iniciado com a retirada da cobertura vegetal, as relações processuais morfodinâmicas se alteram: os solos são castigados diretamente pela incidência dos raios solares e efeitos pluvio-erosivos, além de permitir aumento da velocidade dos ventos, o que favorece a dessolagem.

A ocupação das vertentes de forma inapropriada acarreta instabilidade dos canais fluviais. Estes efeitos podem ser identificados ao longo de toda bacia hidrográficas, visto que os elementos que fazem parte desse sistema estão interligados. A impermeabilização do solo em áreas urbanas dificulta o abastecimento do lençol freático e, em contrapartida, o volume de d'água proporcionada pelo escoamento superficial, chega com maior velocidade aos canais fluviais (PEDRO, 2008, PEDRO, NUNES, 2012). Nesse sentido Caseti, (1991, p. 72) diz que:

A impermeabilização de superfícies respondeu pela redução substancial da 'infiltração, com conseqüente acréscimo do escoamento superficial. Diante disso, tem-se a redução do abastecimento do lençol freático, o que implica desperenização dos cursos d 'água, ao mesmo tempo em que responde por suas descargas excepcionais (fluxo torrencial) no período das chuvas.

Em áreas rurais a instabilidade é evidenciada pelas grandes extensões que sofrem com a retirada da vegetação, com a desagregação do solo para cultivo e com a remoção das matas ciliares. Estes fatores incidem diretamente na dinâmica fluvial dos canais.

Diante deste cenário atual, o emprego das técnicas atrelado à Ciência contribui, tanto para acelerar a degradação, devido ao modo como às práticas são empregadas na apropriação das vertentes, quanto para a aplicação de medidas mitigadoras, as quais buscam entender os processos de evolução do relevo para minimizar o desequilíbrio gerado pela sociedade na sua relação homem-natureza.

Atualmente, o conhecimento aplicado em bacias hidrográficas vem contribuindo para as análises ambientais, sendo utilizado em estudos de monitoramento da taxa de erosão de bacias e assoreamentos de canais fluviais, lagos e reservatórios de usinas hidrelétricas. Tais estudos se baseiam na morfodinâmica (tempo atual) com foco nos eventos atuais, fato que coloca o homem como um dos agentes que mais contribui para a modelagem do relevo (VENCESLAU; PEDRO MIYAZAKI, 2019).

Alguns acontecimentos naturais tais como os processos erosivos e inundações, podem ser alterados e intensificados de forma negativa pela ação humana, tornando-os agentes determinantes de grandes prejuízos humanos e econômicos para a sociedade (TORRES E MACHADO, 2012).

Torres e Machado (2012, p.47) explanam sobre alguns processos cuja dinâmica natural é alterada pelo ser humano.

Pode-se dizer que os processos erosivos e as inundações têm, assim, causas naturais e sociais. Parte dessas causas naturais pode ser mais bem entendida com o estudo mais detalhado das características próprias das bacias hidrográficas e, para tal, um dos recursos comumente utilizados tem sido a análise morfométrica, que consiste na caracterização de parâmetros morfológicos que explicam alguns indicadores físicos da bacia”.

O estudo particularizado de uma bacia hidrográfica, tanto no âmbito físico, econômico, social, de uso e cobertura da terra ou envolvendo a ocupação do relevo é fundamental para que se possa obter uma forma de manejo que venha minimizar os possíveis desequilíbrios na bacia, principalmente os voltados a questão hídrica.

A análise geomorfométrica é importante no contexto das bacias, pois através dos parâmetros obtidos é possível identificar sua predisposição em relação à ocorrência de acontecimentos e sua resposta à ação antropogênica no uso e ocupação do solo. Bacias que

se encontram sobre ação do ser humano podem demonstrar altas taxas de erosão, perda de solo e vegetação, originando nos fundos de vale assoreamentos dos canais fluviais.

3.3. Parâmetros geomorfométricos e hidrodinâmicos como auxiliares da análise morfodinâmicas

Os parâmetros morfométricos são informações importantes para se compreender direta e indiretamente a dinâmica de uma bacia hidrográfica. Nesse sentido buscou-se contemplar nesse texto alguns aspectos importantes sobre a questão da morfometria e a hidrodinâmica de uma bacia.

3.3.1. Análise dos parâmetros geomorfométricos

As informações derivadas dos parâmetros geomorfométricos ou associadas a outros procedimentos metodológicos são de grande valia para o planejamento urbano e a gestão ambiental. Pesquisas voltadas a essa temática podem ajudar no ordenamento territorial, na medida em que fornecem informações e dados importantíssimos para o conhecimento dos sistemas em questão e dão subsídio para um melhor direcionamento das ações de planejamento, servindo como ponto de partida para a definição e elaboração de indicadores ambientais.

As pesquisas que envolvem a morfometria de uma bacia hidrográfica podem fornecer dados e modelos que são capazes de expressar as principais características e os processos mais atuantes no local, cooperando para o planejamento, ordenamento e a gestão. Nesse sentido, utilizou-se o conceito de geomorfometria, como conceito norteador da investigação dos parâmetros morfométricos, sendo compreendido como o estudo da geometria da bacia a partir de uma concepção geográfica e geomorfológica, que considere a relação sociedade e natureza, os efeitos e as respostas do ambiente diante a intervenção humana e o rompimento do equilíbrio dinâmico dos processos naturais. A análise quantitativa de uma bacia, por meio de dados numéricos obtidos por geoprocessamento e sensoriamento remoto, resulta na medida de aspectos do relevo, evidenciando medidas de altura, comprimento, largura, superfície, volume, altura absoluta e relativa, inclinação, curvatura, orientação, densidade e frequência de suas formas, ou seja, aspectos hipsométricos e declividades. O resultado são dados que podem ser aplicados aos estudos de apropriação e ocupação do relevo, se

materializando por meio das rugosidades identificadas na paisagem e que constitui o espaço geográfico

Os principais parâmetros geomorfométricos utilizados para analisar a dinâmica, ou seja, a morfodinâmica de uma bacia hidrográfica são: *Índice de rugosidade*, *Hierarquia Fluvial* (quantidade de canais e bifurcação), *Índice de Circularidade* (I_c); *Comprimento do Rio Principal* (K_m); *Fato de forma* (K_f); *Coefficiente de manutenção* (C_m); *Densidade de Drenagem* (D_d); *Relação de bifurcação* (R_b); *Densidade hidrográfica* (D_h); *Relação de relevo* (R_r); *amplitude altimétrica* (H_m); *Sinuosidade* (Sin);

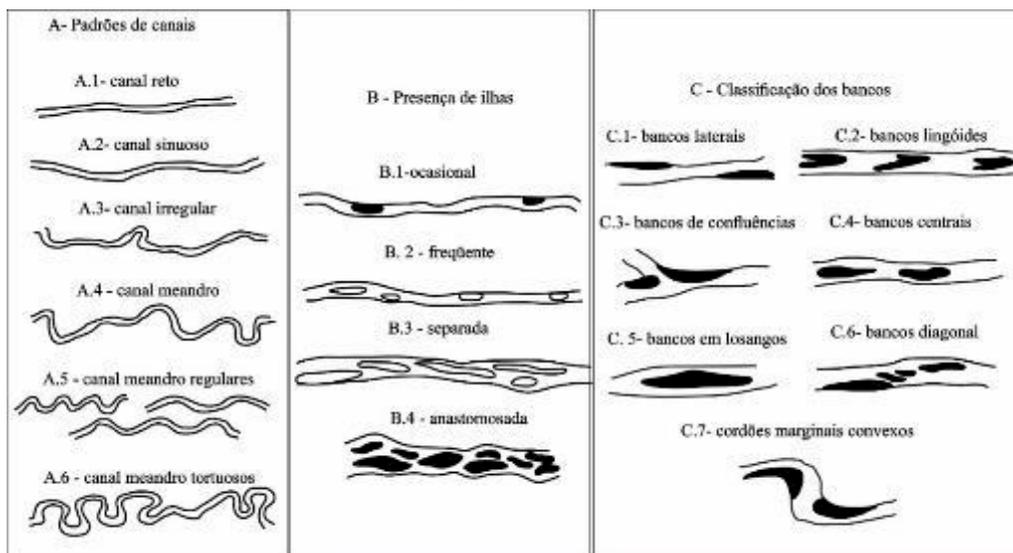
a) Padrão de Drenagem

O curso d'água é um dos elementos que compreendem a dinâmica hidrológica. O abastecimento é proveniente das águas superficiais e subsuperficiais e que desempenham um papel fundamental na modelagem e transformação do relevo. Pode também executar a função de erosão, atuando de forma incisiva no transporte de material intemperizado dos continentes para os oceanos (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Os cursos d'água apresentam formas e padrões diferentes em sua extensão longitudinal e transversal. Nessa perspectiva vários autores debruçaram-se nos estudos do comportamento dos canais fluviais para entender a dinâmica responsável pela modelagem do relevo.

Quanto à forma dos canais, Christofolletti, (1980) diz que um dos primeiros a propor uma classificação foi à de George H. Dury (1969) que determinou sete tipos de canais, tais como: meandrante, anastomosado, reto, deltaico, ramificado, reticulado e irregular. Entretanto, uma das análises mais específicas foi apresentada por Kellerhals *et al.* (1976) *apud* Guerra e Cunha (2008), que avaliando os modelos de canais (Figura 20), os definiu da seguinte forma:

Figura 20. Classificação dos tipo de canais fluvias de Kellerhals 1976



Fonte: Guerra e Cunha (2008)

A letra “A” da figura 20 representa os canais do tipo reto, que aparecem com pouca frequência na natureza; este tipo está mais sujeito a canais curtos ou trechos dos cursos d’água. Entre os canais reto e meândricos existem canais intermediários do tipo sinuoso e irregulares. Estes são classificados de acordo com o comprimento do canal e a distância do eixo do vale (CHRISTOFOLETTI, 1980).

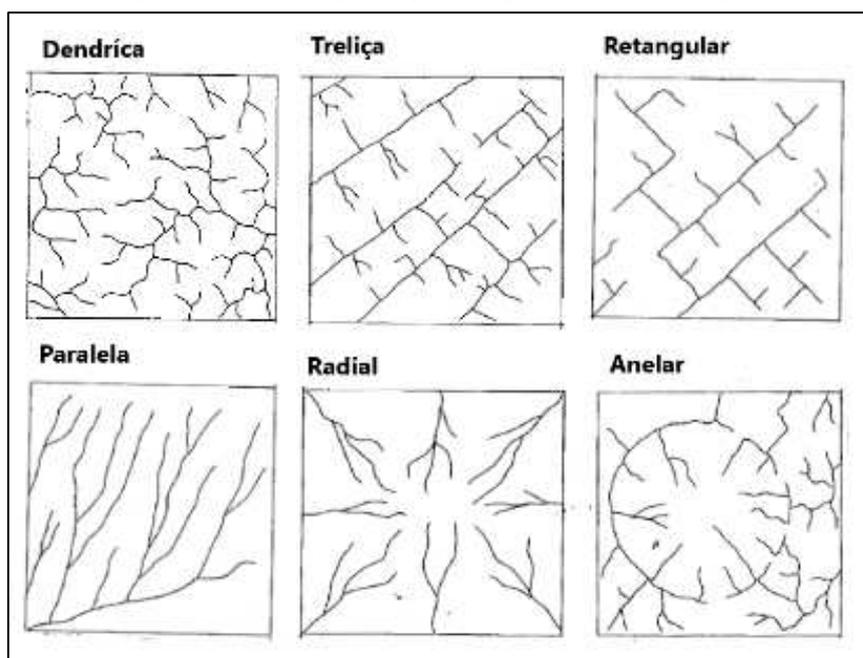
A letra “B” da figura 20 ilustra o canal anastomosado, cuja ocorrência de vegetação e ilhas estáveis ocasionalmente com espaçamento de 10 metros ou mais de largura do canal e, frequentes espaçamentos menores do que 10 metros de largura do canal separado caracteriza a forma anastomosada (GUERRA e CUNHA, 2008).

A letra “C” da figura 20 demonstra os bancos de areias classificados como banco lateral, cordão marginal convexo, banco da confluência, banco central, banco em losango, banco em diagonal, ondas de areia, banco lingóide ou dunas maiores (GUERRA, CUNHA, 2008).

A somatória de um curso d’água com outro constitui um conjunto de canais interligados formando um arranjo. Esta organização é conhecida como padrão de drenagem. Segundo Christofolletti, (1980, p. 103) isso encontra-se atrelado à disposição espacial dos canais fluviais, “que podem ser influenciados em sua atividade morfogênética pela natureza e disposição das camadas rochosos, pela resistência litológica variável pela diferença de declividade e pela evolução geomorfológica da região”.

Estes padrões de drenagem possuem várias classificações, desde básicas até mais complexos. De forma sistêmica, Christofolletti, (1980) apresentou os tipos básicos de padrões de drenagem, sendo esses: dendrítico, treliça, retangular, paralelo, radial e anelar (Figura 21).

Figura 21. Principais tipos de padrões de drenagem



Fonte: Christofolletti, (1980)

A *drenagem dendrítica* possui a configuração de uma árvore. Este tipo de padrão é formado em rochas com resistência invariável do tipo sedimentar com arcabouço na horizontal. O *padrão treliça* é composto por canais fluviais que correm paralelamente e tem seus afluentes no sentido transversal. Este tipo é comum em rochas sedimentares homoclinais, estruturas falhadas e cristas anticlinais. *Retangular* é o padrão que se assemelha da configuração em treliça possuindo disparidade nas bruscas mudanças de direção em forma retângulas que ocorrem nos canais. *Paralela* apresenta-se como um cujos canais correm nas mesmas direções em paralelamente, comum em áreas de falhas que possui estrutura paralela ou em lineamentos topográficos paralelos. *Radial* tem disposição no formato dos raios de uma roda; pode ser consolidada em vários tipos de rochas e estrutura, possuindo dos tipos centrifuga e centrípeta. O último padrão de drenagem é o *anelar*, que se identifica como um anel e é típico de locais dômicos de alto grau de entalhamento, cones vulcânicos (CHRISTOFOLETTI, 1980).

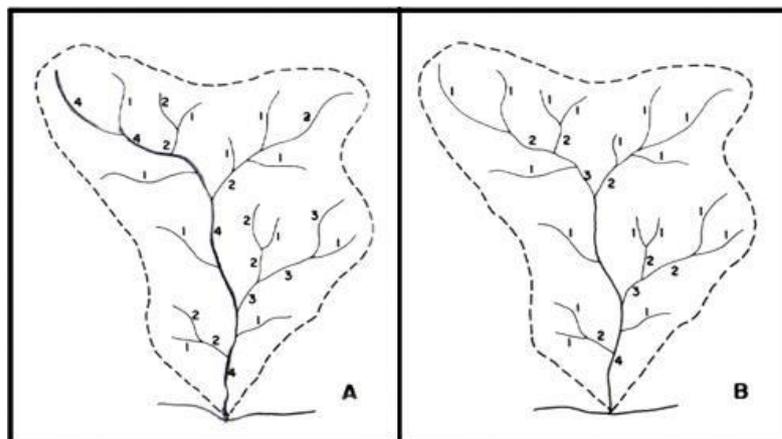
Compreender os tipos e padrões de drenagem é fundamental para o conhecimento de uma bacia hidrográfica. De acordo com a sua tipologia, é possível correlacionar alguns aspectos, tais como a competência em transporte de material particulado. Segundo Guerra e Cunha (2008), os cursos do tipo meândricos possuem elevado grau de silte e argila e. Por outro lado, os anastomosados estão relacionados como grande volume de areia. Entretanto, estes aspectos estão relacionados com o tipo de litologia e o tempo atuante de dissecação dos canais.

b) Hierarquia Fluvial (ordem, bifurcação e quantidade dos canais)

Toda bacia hidrográfica possui uma hierarquia fluvial, apresentando um curso d'água principal e seus afluentes. No entanto, para estabelecer a hierarquia fluvial de uma bacia e o curso principal, é preciso adotar uma linha metodológica. Nesse contexto, um dos primeiros autores a discorrer sobre esta temática foi o engenheiro hidráulico Robert E. Horton em 1945, cujos estudos foram voltados para a compreensão dos rios e bacias hidrográficas. Os seus trabalhos forneceram as primeiras bases de análises sobre hierarquia fluvial, cujas obras passaram a influenciar vários autores posteriormente. Outro autor importante foi o pesquisador Arthur N. Strahler (1952) o qual apresentou trabalhos significativos a respeito de bacia hidrográfica, assim como Scheidegger (1965) e Shreve (1966; 1967) (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Segundo Christofolletti, (1980, p. 106), a hierarquia fluvial pode ser definida como o “processo de se estabelecer a classificação de determinado curso de água (ou da área drenada que lhe pertence) no conjunto total da bacia hidrográfica na qual se encontra”. Classificar hierarquicamente uma bacia hidrográfica é de fundamental importância para analisá-la, pois os modelos de ordem hierarquia podem contribuir para compreender a dinâmica de uma bacia. Sendo os mais conhecidos, foram propostos por Horton (A) e Strahler (B), (Figura 22).

Figura 22. Modelo de hierarquização fluvial proposto por Horton (A) e Strahler (B)



Fonte: Christofolletti, 1980

Esses dois modelos classificam os canais fluviais de uma bacia hidrográfica. O primeiro modelo, proposto por Horton (1945), enumera os canais partindo da jusante ou nível de base, seguindo em sentido a montante, nascentes dos canais. A cada confluência é atribuído mais um valor no canal principal.

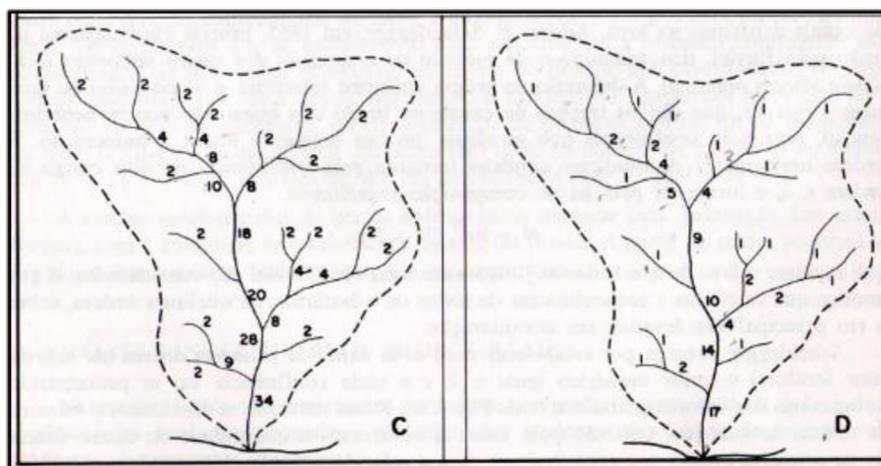
O modelo de Strahler (1952) faz o sentido oposto, parte montante (das nascentes dos canais) e segue em sentido a jusante ou nível de base. As nascentes começam com numeração 1; este valor só pode ser alterado quando encontra outro do mesmo valor, por exemplo na confluência de dois canais de ordem 1 passam para ordem 2.

No entanto, as dificuldades subjetivas encontradas no modelo de Horton (1945), em ter que refazer o ordenamento a cada confluência, fez com que o modelo de Strahler (1952) fosse mais aceito e utilizado pelos pesquisadores, devido à hierarquização partir do sentido montante à jusante, e não ter que expressar a todo o canal principal a sua ordem desde a jusante à nascente. No entanto, o modelo proposto por Horton (1945) ainda é utilizado em alguns trabalhos (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Seguindo esse contexto de ordenamento de canais fluviais, Scheidegger (1965) e Shreve (1966; 1967) também criaram modelos muito semelhantes. O modelo de Shreve (1966; 1967) (Figura 23) trabalhava a questão da magnitude²³ dos canais, levando em conta todos os cursos d'água, aspecto que nos modelos anteriormente propostos não era considerado. Tanto Horton quanto Strahler só atribuíam uma nova ordem quando os canais de mesma ordem se confluíam (CHRISTOFOLETTI, 1980).

²³ A magnitude refere a somatória dos canais, se um canal de magnitude 1 encontrar com de magnitude 3 será somados as magnitudes, obtendo a magnitude 4.

Figura 23. Modelo de hierarquização fluvial proposto por Scheidegger (C) Shreve (D)



Fonte: Christofolletti, (1980)

Na ótica desses modelos, todo canal fluvial atribuí relevância no curso principal. Neste sentido, a ordem era somada a cada confluência. A diferença de classificação entre os modelos está na questão do número inicial do ordenamento das nascentes, que no modelo de Scheidegger (1965) atribui valor 2 e Shreve (1966;1967) valor 1.

Além de trabalhar na questão da hierarquia dos canais, esses autores também buscaram formas para classificar e identificar o canal principal de uma bacia hidrográfica (Quadro 01). Neste sentido, foram propostas quatro questões para determinar o canal principal de uma bacia hidrográfica.

Quadro 1. Critérios para classificação do curso principal de uma bacia hidrográfica

a) Aplicar os critérios estabelecidos por Horton (1945), pois o canal de ordem mais elevada corresponde ao rio principal;
b) Em cada bifurcação, a partir da desembocadura, optar pelo ligamento de maior magnitude;
c) Em cada confluência, a partir da desembocadura, seguir o canal fluvial montante situado em posição altimétrica mais baixa até atingir a nascente do segmento de primeira ordem localizada em posição altimétrica mais baixa, no conjunto da bacia;
d) Curso de água mais longo, da desembocadura da bacia até determinada nascente, medido como a soma dos comprimentos dos seus ligamentos (SHREVE, 1974; 1168)

Fonte: Christofolletti, (1980)

Utilizar esses parâmetros ajudam os pesquisadores a estabelecerem critérios que facilitam a identificação do canal principal de uma bacia hidrográfica. No entanto, é importante ressaltar que existem vários critérios utilizados para esse fim, destacando que as diferenças obtidas nessas inúmeras classificações são mínimas. Entretanto, quando estas definições são aplicadas em bacias de pequeno porte, podem surtir efeitos significativos, tais como a contribuição para a mensuração dos efeitos de uma barragem no canal principal (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Torres e Machado (2012, p. 46) chama a atenção para a importância de se conhecer profundamente a dinâmica de uma bacia hidrográfica, uma vez que, ao se identificar e “entender as interações que ocorrem entre os seus elementos, envolvendo, entre outros, a dinâmica das drenagens superficiais, os elementos da topografia local, as características físicas e as intervenções da sociedade”, se obtém uma gama de informações e dados que poderão auxiliar os gestores públicos e privados no planejamento dos municípios.

c) Índice de Rugosidade (IR);

Coeficiente de Rugosidade (IR); expressa a capacidade do escoamento hídrico superficial.

$$IR = Dd \times DM$$

IR é o coeficiente de rugosidade, Dd é densidade de drenagem e DM é a declividade média.

d) Índice de Circularidade (Ic);

Índice de Circularidade (Ic); é a área de um círculo comparada com a área da bacia, cujas extensões sejam iguais.

$$Ic = A \div Ac$$

Ic é índice de circularidade, A é a área da bacia e Ac é área do círculo, tanto o Ic e Ac devem estar na mesma unidade de medida.

e) O Fator de forma (Kf);

É a relação entre a largura média e o comprimento axial da bacia (da foz ao ponto mais longínquo do espigão). Ele foi calculado a partir da equação:

$$Kf = A \div L^2$$

A representa a área da bacia e L^2 o comprimento axial.

f) Comprimento do Rio Principal (Km);

É o comprimento do curso d'água da sua foz a até a sua nascente. A medição pode ser feita através de técnicas de geoprocessamentos, curvimento ou com uma linha que possua uma escala conhecida.

Somatória de todos os canais (Km); é a somatória de todos os seguimentos dos cursos d'água da sua foz a até a sua nascente. Assim como no item anterior esta medição pode ser realizada por técnicas de geoprocessamentos, curvimento.

g) Densidade de Drenagem (Dd);

Está relacionado com a somatória do comprimento de todos os canais com a área da bacia.

$$Dd = L_t \div A$$

DL e a densidade de drenagem, L e a soma dos comprimentos dos canais e A é a área da bacia.

h) Coeficiente de manutenção (Cm);

Representa a área necessária que a bacia deve ter para manter perene cada metro de canal de drenagem.

$$Cm = 1 \div Dd$$

Onde Cm representa o coeficiente de manutenção e Dd a densidade de drenagem.

i) Relação de Bifurcação (Rb);

Indica o grau de dissecação de uma bacia.

$$R_b = N_u / N_{u+1}$$

R_b é relação de bifurcação, N_u é número de segmentos de determinada ordem, e N_{u+1} é o número de segmentos da ordem imediatamente superior.

j) Densidade hidrográfica (D_h);

Está relacionado com os números de rios e a área da bacia. Este parâmetro é importante para indicar a capacidade do surgimento de novos cursos d'água.

$$D_h = N / A$$

D_h representa a densidade hidrográfica e N o número total de rios e A a área da bacia.

l) Razão de relevo (R_r);

Relaciona a altitude mais elevada da bacia subtraindo à altitude menos elevada e comprimento da bacia. É medido em linha reta ao longo do canal principal até encontrar a borda da bacia.

$$R_r = H_m \div L_h$$

R_r é a razão do relevo, H_m é a altitude mais elevada menos a mais baixa, e L_h é o comprimento da bacia.

m) Amplitude altimétrica (H_m);

Corresponde à diferença altimétrica entre a foz e a maior altitude situada num determinado ponto da área da bacia.

$$H_m = H_{\max} - H_{\min}$$

H_m é amplitude altimétrica e H_{\max} a Altitude máxima e H_{\min} a altitude mínima.

n) Sinuosidade (S_{in});

Representa a relação entre o comprimento do canal com o comprimento do eixo, a partir da distância axial e aferido a distância entre o canal, a distância proposta para que o canal seja considerado meandro é de 1,5.

$$\text{Sin} = \text{Lcp} \div \text{Lt}$$

Sendo Sin a sinuosidade e Lcp o comprimento do canal principal e Lt o comprimento do talvegue.

3.3.2. *Análise dos aspectos hidrodinâmicos (das variáveis hidrológicas)*

Rodrigues e Adami (2005, p. 105, *apud* TORRES, MACHADO 2012, p. 48) dizem que grande parte dos estudos sobre bacias hidrográficas consideram além dos parâmetros morfométricos os hidrodinâmicos, sendo esses responsáveis por analisar as variáveis referentes a vazão, velocidade dos fluxos, a precipitação, escoamento superficial etc.

A **vazão** diz respeito ao volume de água que passa por uma seção de um canal fluvial durante uma unidade de tempo. A velocidade do fluxo está relacionada à forma, sinuosidade dos canais e declividade do relevo. A precipitação é o evento pelo qual a água na atmosfera entra no estado de condensação e pela força gravitacional atinge a superfície terrestre em forma de chuva, granizo ou neve. O escoamento superficial é o deslocamento das águas que, por ação da gravidade, se arrasta na superfície da terra.

A **velocidade dos fluxos** varia conforme os tipos de canais. Esses podem apresentar fluxos²⁴ diferentes ao longo do seu curso, os quais influenciam a velocidade no coeficiente de vazão²⁵. Outros aspectos que estão diretamente ligados às forças que agem sobre a velocidade do fluxo d'água é a gravidade²⁶ e a fricção²⁷. Esses padrões podem ser identificados em várias sessões de um mesmo curso d'água.

Christofoletti, (1980) classificou o fluxo em canais abertos com as seguintes características: laminar, turbulento, uniforme e não uniforme, estáveis e não estáveis.

Fluxo laminar é aquele no qual as condições do canal se comportam em uma sessão reta com o índice de velocidade baixo, onde as camadas de água se acomodam uma sobreposta a outra (Figura 24).

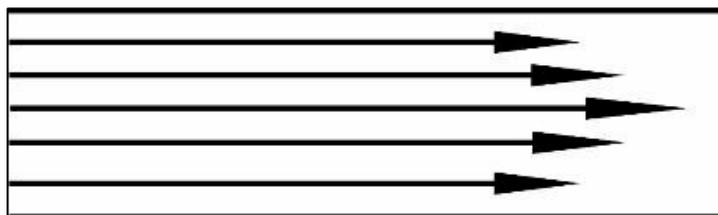
²⁴Fluxo pode ser laminar ou turbulento.

²⁵Quantidade de água que passa em uma sessão de um canal.

²⁶Caminho da água de um ponto mais alto para um ponto mais baixo.

²⁷Atrito da água na superfície terrestre,

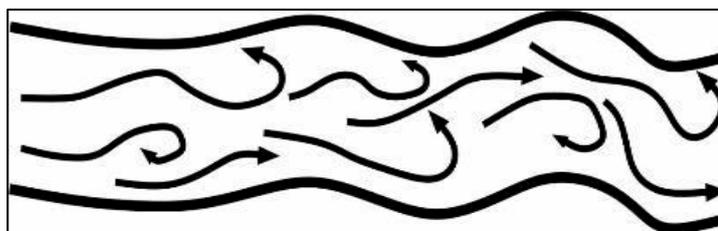
Figura 24. Esquema de fluxo laminar



Fonte: Venceslau (2019)

Já o *fluxo turbulento* (Figura 25) possui duas particularidades, podendo ser corrente e encachoeirado. O *fluxo corrente* é o habitual de um canal onde as condições não apresentam padrões retilíneos (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Figura 25. Esquema de fluxo turbulento corrente



Fonte: Venceslau (2019)

O *fluxo encachoeirado* (Figura 26) é aquele que ocorre em sessões onde a velocidade d'água se encontra mais acelerada, características de sessões de corredeiras e cachoeiras (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Figura 26. Fluxo turbulento encachoeirado



Fonte: LEINZ, V. (1989)

Compreender os parâmetros de tipos de fluxos de um canal fluvial é fundamental, tendo em vista sua relação na remoção e transportes de sedimento de bacia hidrográfica.

Fluxos laminares possuem pouca capacidade de remoção de sedimentos. Entretanto, os turbulentos têm maior ação na desagregação de partículas.

O levantamento dos parâmetros morfométricos e hidrodinâmico de um determinado número de uma bacia hidrográfica da mesma região contribui para identificar as quais podem apresentar maior vulnerabilidade, ou aquelas com susceptibilidade a processos correlacionados à erosão do solo e inundações. Através destes parâmetros é possível nortear o uso de forma mais racional e menos impactante.

4. Procedimientos Metodológicos

Além do levantamento e da revisão teórica-metodológica sobre importantes conceitos relacionados à temática contemplada nesta pesquisa, foram realizados diversos procedimentos que orientaram a presente pesquisa, sendo eles os trabalhos de campo e de gabinete.

Em relação aos procedimentos metodológicos, quanto à sua utilização Prodanov e Freitas (2013) destacam que o emprego de um determinado método está atrelado a vários aspectos, tais como o caráter do objeto escolhido para o estudo, a disponibilidade de materiais, a condição de alcance do estudo e, especialmente, o método do pesquisador. Contemplando esta ideia, o presente trabalho seguirá esta ótica no âmbito do seu desenvolvimento.

4.1. A investigação teórica envolvendo a pesquisa de gabinete

Na primeira etapa foi realizado um levantamento bibliográfico para construção do arcabouço teórico, que deu a origem ao capítulo teórico, onde obras como dissertações, teses, livros e artigos científicos contemplaram a discussão sobre a temática. Atentou-se para recentes pesquisas publicadas. Entretanto, as bases da pesquisa foram as grandes obras, que são consideradas clássicos nos estudos geográficos-geomorfológicos.

Partindo dessa premissa, os autores escolhidos para embasar a discussão acerca dos temas referentes a vertente foram: Christofolletti (1980, 1981), AB´Saber (1971), Guerra e Cunha (2008), Tricart (1977), Casseti (1991), Ross (2011) entre outros. A pesquisa foi fundamentada nestes autores para estabelecer conceitos basilares entorno da Geomorfologia, dos processos de esculturação do relevo, da questão do equilíbrio dinâmico natural, etc.

Lakatos e Marconi (2003) destacam que os caminhos teóricos, os quais serão seguidos, podem ser de origem individual ou profissional, partindo de estudos e leituras, da ótica, e da oposição de pesquisas, assim como da afinidade com trabalhos de outras áreas do conhecimento. Neste sentido, o material levantado foi respaldado não só nas obras clássicas, mas também em novas produções científicas, tais como artigos científicos publicados em periódicos e recentes pesquisas de pós-graduação, para apoiar a discussão entorno da temática.

Optou-se nesta pesquisa pela aplicação de um estudo de caso, por entender que esta abordagem possui os requisitos fundamentais para a compressão dos processos que atuam na bacia hidrográfica do córrego São José.

Neste viés o levantamento bibliográfico foi realizado por meio da investigação do banco de dados de teses e dissertações dos principais programas de pós-graduação do Brasil, tais como Unesp (Universidade Estadual Paulista), USP (Universidade de São Paulo), Unicamp (Universidade Estadual de Campinas), e também da UFU (Universidade Federal de Uberlândia) para investigar quais produções acadêmicas contemplaram o conceito de morfodinâmica.

Os artigos científicos publicados em periódicos, ou seja, revistas acadêmicas também foram investigadas e notou-se que a maioria dos estudos sobre morfodinâmica contemplaram o conceito na perspectiva da morfodinâmica costeira, com uma análise temporal.

A respeito do conceito norteador da pesquisa, foi constatado que, quando comparados a maioria dos artigos pesquisados, poucos trabalhos acadêmicos²⁸ envolveram a análise da morfodinâmica em áreas continentais, privilegiando a análise temporal de áreas costeiras. Isso dificultou um pouco a elaboração de um referencial teórico contemplando estudos de morfodinâmica continental.

Um dos únicos livros que aborda o conceito foi uma obra clássica, “Ecodinâmica”, escrito por Jean Tricart (1977), que abordou a temática classificando a paisagem em meios morfodinâmicos estáveis, intermediários e instáveis. Outro livro um pouco mais atual foi o organizado pela autora Teresa Gallotti Florenzano (2008), intitulado “Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais”. Trata-se de uma obra que aborda conceitos introdutórios voltados ao estudo do relevo (processos e formas), procedimentos técnicos de elaboração de mapeamentos e suas bases cartográficas apoiados em geotecnologias.

Os trabalhos de pós-graduação que abordaram indiretamente e diretamente o conceito de morfodinâmica foram a dissertação de mestrado “Vulnerabilidade Ambiental aos processos erosivos lineares nas áreas rurais do município de Presidente Prudente-SP”, defendido em 2012 por Fushimi, além da tese de doutorado “Vulnerabilidade Ambiental aos processos erosivos lineares de parte dos municípios de Marabá Paulista-SP e Presidente Epitácio-SP”, defendida em 2016. Outra pesquisa importante e mais relacionada com o tema de investigação foi a dissertação de mestrado de Martins Neto, intitulada “Compartimentos topogeomorfológicos e morfodinâmica da bacia do córrego das Lajes - Uberaba - Triângulo Mineiro”, defendida em 2018.

²⁸ No geral foram pesquisados sites de busca de publicações científicas como o google acadêmico e alguns banco de dissertações e teses;

O principal artigo publicado em periódico utilizado foi “A natureza da Geografia Física na Geografia”, elaborado pelos professores Suertegaray e Nunes (2001), que traz o conceito de morfodinâmica sendo tratado a partir de uma reflexão geográfica e temporal, cujo tempo histórico, ou tempo da morfodinâmica é abordado com mais ênfase.

Essas obras foram de extrema importância para se pensar no conceito de morfodinâmica e como o mesmo está sendo utilizado nas pesquisas mais recentes.

4.2. Os trabalhos de campos de reconhecimento/coleta/validação

O trabalho de campo de campo pode ser considerado por alguns pesquisadores, principalmente para o geógrafo, como “um instrumento de análise geográfica que permite o reconhecimento do objeto e que, fazendo parte de um método de investigação, permite a inserção do pesquisador no movimento da sociedade como um todo” (SUERTEGARAY, 2002, p.4)

O trabalho de campo não pode acontecer por si só, sendo tratado como meio de observação e contemplação paisagística turística, como por exemplo uma excursão ou um passeio. As observações realizadas no campo são complemento para se entender as teorias, os modelos os conceitos elaborados pelos professores/pesquisadores (PEDRO, 2011).

Para o pesquisador, o campo é um recurso que permite reconhecer, identificar e coletar amostras/informações que são relevantes para interpretação do objeto e área de estudo.

Segundo Lacoste, (1985, p. 20) o trabalho de campo para a Geografia é uma dimensão muito importante, mas não pode ser considerada única:

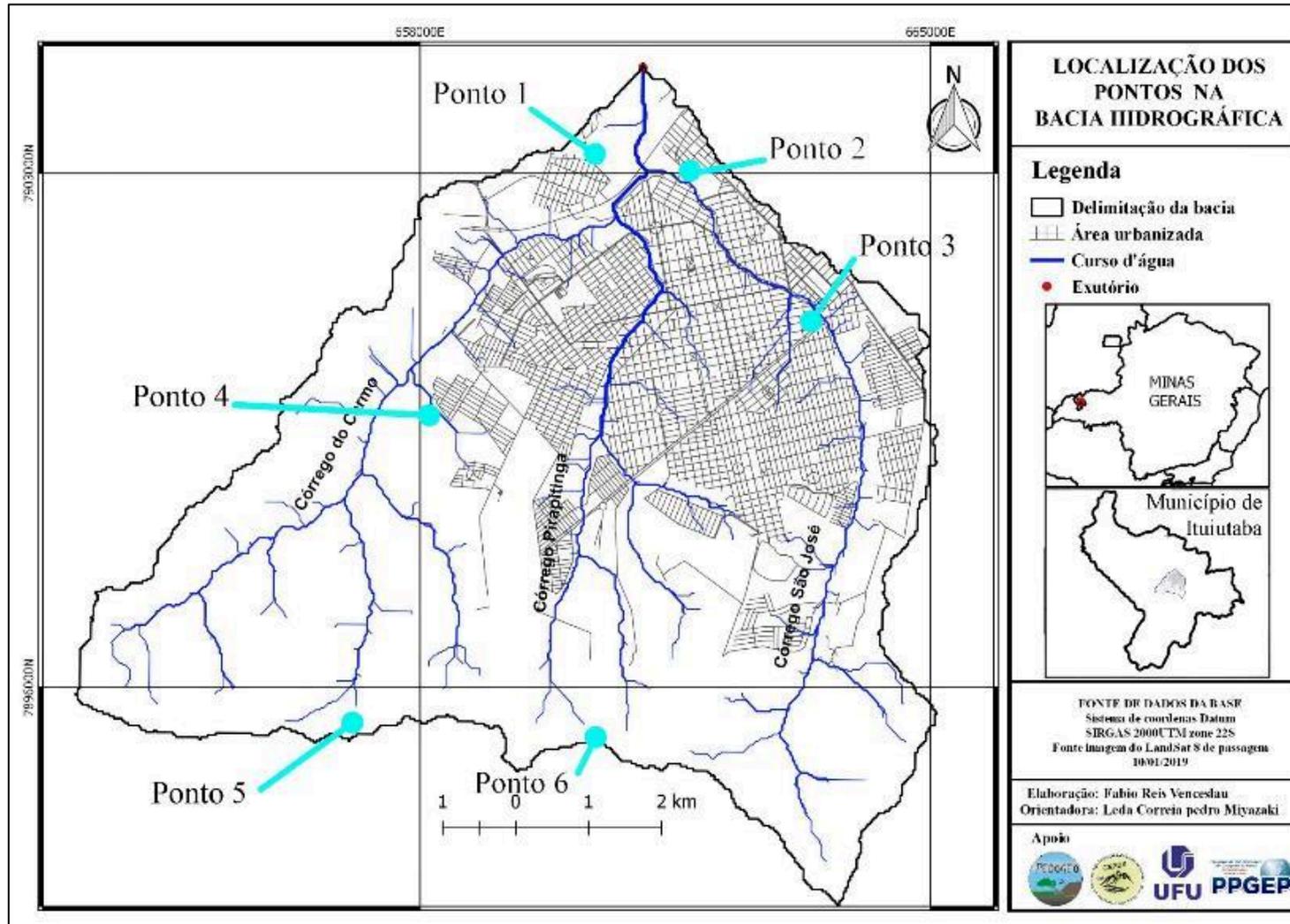
“para não ser somente um empirismo, deve articular-se à formação teórica que é, ela também, indispensável. Saber pensar o espaço não é colocar somente problemas no quadro local; é também os articulá-los eficazmente aos fenômenos que se desenvolvem sobre extensões muito mais amplas”.

Somente a título de exemplo e pensando na temática central dessa investigação, primeiramente é importante realizar um planejamento dos campos, ou seja, revisar o projeto de pesquisa e estabelecer um cronograma de campo, que envolvam trabalhos de campo com objetivos específicos, sejam eles de **reconhecimento** de área e objeto de estudo, de **coleta de amostras ou informações**, não se esquecendo dos **campos de validação** de dados e sínteses analíticas que contemplam os resultados.

Partindo desse princípio, foram realizados dois *Trabalhos de Campo de Reconhecimento* da área. O primeiro realizado nos dias 15/06/2019 e 29/06/2019, cujo objetivo principal foi observar os aspectos naturais e antrópicos, buscando de forma empírica os prováveis locais que apresentavam características dos meios morfodinâmicos dentro da bacia.

Além desses campos a pesquisa contou com dois *Trabalhos de Campo de Coleta de Amostras e Informações* da área. O primeiro, realizado nos dias 23/08/2019 e 14/09/2019, teve como objetivo principal descrever as características do solo, litologia, cobertura do solo e a atuação antrópica. Na primeira inserção foram abordados os pontos 1, 2 e 3, e na segunda os pontos 4, 5 e 6, os quais ficaram predefinidos de acordo com a figura 27.

Figura 27. Localização dos pontos de observação do trabalho de campo de reconhecimento da bacia hidrográfica do Córrego São José- Município de Ituiutaba/MG



Autor: Venceslau (2020)

As características físicas do solo, areia, argila e silte foram descritas de forma empírica pelo procedimento da sensação tátil. Através de uma amostra de solo umidificada foi possível averiguar o teor de areia, pois os grãos de areia em solos com grande percentual podem ser vistos a olho nu. Solos muito argilosos podem ser identificados pelas suas elasticidades e a facilidade de serem moldados; o silte possui as características de sedosidade quando é comprimido entre os dedos.

A descrição da geologia foi realizada observando os afloramentos de basaltos nos cursos d'água e nas vertentes. Em relação à ação antrópica, foram anotados vários elementos gerados pela interferência do mesmo, tais como a retirada da cobertura do solo, o tipo de uso e cobertura da terra, depósitos tecnogênicos, obras de engenharia, entre outros. Nota-se que a *imagem A* enfatiza a coleta de amostras de solo com auxílio de trado; A *imagem B* registrou a análise empírica dos aspectos texturais e morfológicos dos solos; A *imagem C* demonstra as amostras de rochas coletadas durante os campos; A *imagem D* registrou a observação de paisagem da bacia onde os pesquisadores puderam descrever na caderneta de campo aspectos gerais do uso e ocupação e cobertura do solo na área de estudo (Figura 28).

Figura 28. Imagens do Trabalho de Campo de Coleta de amostras e informações da bacia hidrográfica do Córrego São José- Município de Ituiutaba/MG



Organizado por: Venceslau; Pedro Miyazaki (2020)

Autor: Pedro Miyazaki (2019)

Nesse trabalho de campo, foi importante a utilização da caderneta de campo e dos equipamentos necessários para coleta de amostras²⁹, informações³⁰ e registros fotográficos³¹ de aspectos da paisagem da bacia que pudessem ajudar a compreender a morfodinâmica da área de estudo.

Assim, os relatórios de campo elaborados contemplaram registros e a organização das informações para que essas sejam passíveis de registro na caderneta de campo, e não perdidas. Esse procedimento metodológico registra imagens das paradas, do percurso e das atividades práticas que expressam determinados aspectos da área de estudo (VENTUTI, 2005).

Nesses campos foram registrados pontos de controles com o GPS de navegação Garmin, além de capturar as altitudes (dados altimétricos) nos pontos de parada.

Por fim, ao final da pesquisa, é importante que o pesquisador realize um *Trabalho de Campo de Validação* dos mapeamentos temáticos elaborados, das informações gerais que estão diretamente relacionadas com o objetivo geral e específicos da investigação.

Foram realizados dois trabalhos de campo de validação, sendo o primeiro no dia 20/12/2019 e o segundo no dia 05/01/2020, ambos com o objetivo de comparar os mapeamentos temáticos com a realidade da bacia. Nesses campos foram dados ênfase para o esboço geomorfológico, onde foram observadas as morfologias de vertentes, fundo de vale e áreas de topo. Em relação ao uso e cobertura da terra, bem como a ocupação da bacia, foram averiguados os tipos de cobertura/uso, tais como áreas de pastagem, solo exposto e limites da área urbanizada. Vale ressaltar que estas observações foram realizadas ao entorno de cada ponto.

4.3. Espacialização das informações dos trabalhos de campo

Durante os trabalhos de campo foram realizados registros de pontos representativos de observação da paisagem que contemplaram locais da bacia hidrográfica do córrego São José. A finalidade foi compreender e registrar aspectos/marcas que representem as dinâmicas das paisagens conforme os trabalhos de Fushimi (2012), cujos aspectos do substrato

²⁹ Para coleta de amostras de solos foi importante a utilização de um trado holandês, martelo pedológico, sacos plásticos, caneta permanente, GPS para registrar os pontos de controle e uma pá;

³⁰ Utilização de uma caderneta de campo apoiada por uma prancheta, caneta esferográfica azul para anotação das informações gerais;

³¹ Em relação aos registros foi utilizada uma câmera fotográfica NIKON, modelo Coolpix L120, além de câmeras fotográficas de celulares.

rochoso/litologia, dos solos, relevo, hipsometria/declividade, clima, hidrografia e uso e cobertura da terra foram espacializados para posteriormente serem inter-relacionados, com a finalidade de verificar a materialização de áreas com diferentes níveis de estabilidade ou instabilidade morfodinâmica.

A primeira etapa envolveu o levantamento da *documentação cartográfica*, ou seja, as bases existentes que auxiliaram na elaboração das espacializações temáticas. As bases foram:

1. *Unidades Litológicas* escala de 1:1.000.000, Projeção UTM, Fonte CPRM (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais), foram utilizados para caracterizar e espacializar as unidades litológicas encontradas nas áreas de estudos. Essa base foi utilizada para representar espacialmente o mapa regional do Triângulo Mineiro e da bacia³²;
2. *Mapa de Solos* da área foi compilado com as bases obtidas na EMBRAPA na escala 1:5.000.000, utilizado para o mapeamento regional e da área de estudo;
3. *Mapa Hidrográfico* foi obtido na escala 1:1.000.000 do IGAM (Instituto Mineiro de Gestão das Águas). Esta base foi utilizada apenas para o mapeamento regional do Triângulo Mineiro;
4. *Mapa da vegetação* foi copilado utilizando as bases extraídas do IBGE na escala 1:250.000;
5. *Os mapas climáticos* foram extraídos de artigos voltados sobre a temática;
6. *Imagens de satélites* salvas do Google Earth - Pró da *Image 2019 Maxar Technologies, Image, 2019 CNES/Airbus*, disponibilizadas gratuitamente. Tais imagens embasaram a elaboração do anáglifo, que deu origem a carta geomorfológica da área de estudo;

No geral os mapeamentos foram elaborados no programa QGis³³, versão 2.8 *Las Palmas* de G. C, um *software* livre com código-fonte aberto, multiplataforma de sistema de informação geográfica (SIG) que permitiu a visualização, edição e análise de dados georreferenciados.

³² É importante ressaltar que pela ausência de mapeamentos que privilegiam as grandes escalas optou-se por realizar a compilação do mapa com pequena escala e atualizá-lo com os trabalhos de campo;

³³ QGIS é uma aplicação free software disponibilizada sob a licença GNU GPL, portanto pode ser livremente modificada para executar tarefas diferentes ou mais especializadas. Dois exemplos são o QGIS Browser e QGIS Server, que usam o mesmo código para acesso de dados, mas apresentam diferentes "front-end" de interface. Também existem numerosos plugins disponíveis que expandem as principais funcionalidades do software. Desenvolvido por: QGIS Development Team

Outros programas também foram utilizados, como por exemplo o Corel Draw³⁴ 7, que serviu para vetorizar algumas legendas dos mapas, além de perfis topográficos, organização e detalhamento de aspectos importantes das imagens. O Google Earth-Pró³⁵, serviu de base para a configuração das imagens capturadas e utilizadas nos mapeamentos temáticos. Também se utilizou o programa *Stereo Photo Maker*³⁶ para gerar o anáglifo.

Assim, organizou-se os procedimentos metodológicos de elaboração dos mapeamentos da seguinte forma:

A) Delimitação da bacia hidrográfica e extração de dados morfométricos

Para a elaboração dos mapeamentos temáticos da área de estudo foi utilizado o programa QGIS e os algoritmos específicos utilizados para a extração de dados morfométricos e delimitação da bacia.

Para iniciar a delimitação da bacia hidrográfica a base cartográfica que foi utilizada foram as imagens SRTM disponíveis no site do INPE – TOPODATA (Folha 18_495, Folha 19_51, Folha 19_495, Folha 19_51).

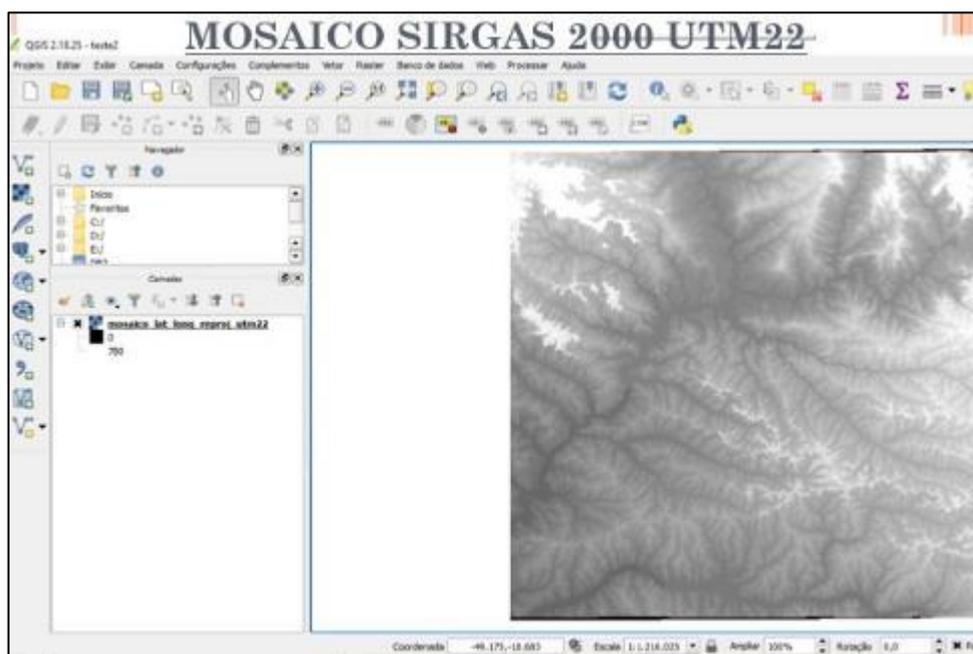
Em seguida, foi elaborado um mosaico com as imagens SRTM (Figura 29), contemplando de forma geral a área da bacia.

³⁴ Versão temporária, gratuitamente disponível por 15 dias no site <https://www.coreldraw.com/br/free-trials/>

³⁵ *Google Earth -Pró*

³⁶ *Software* Livre, desenvolvido por Muttyan (David Sykes)

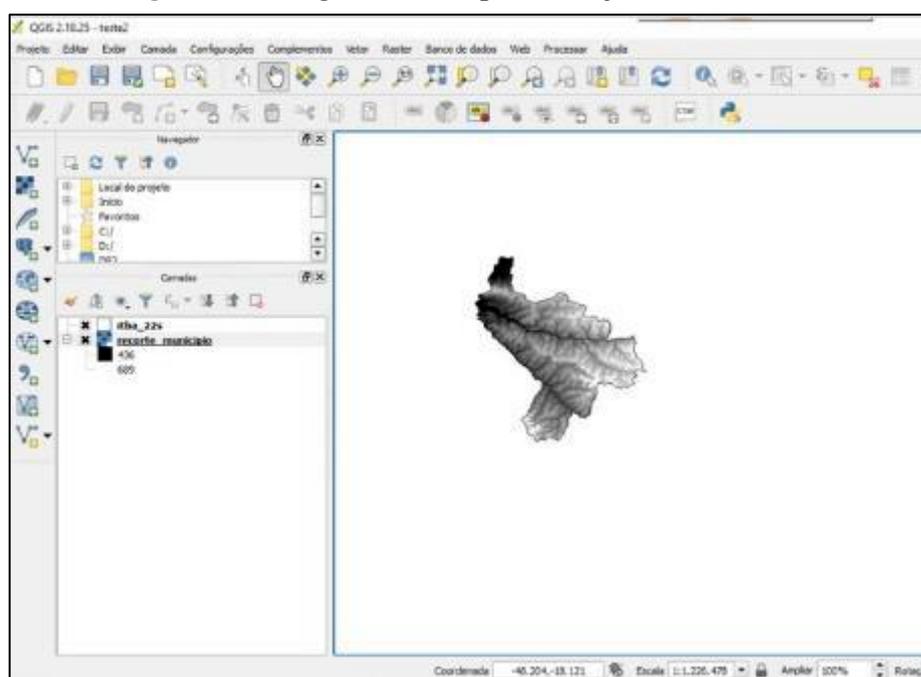
Figura 29. Imagens SRTM pra obtenção do mosaico



Organizado por: Venceslau; Pedro Miyazaki (2020)
Fonte: Pedro Miyazaki (2019)

O mosaico foi recortado a partir do limite do município, obtendo a figura abaixo (Figura 30).

Figura 30. Imagens SRTM pra obtenção do mosaico



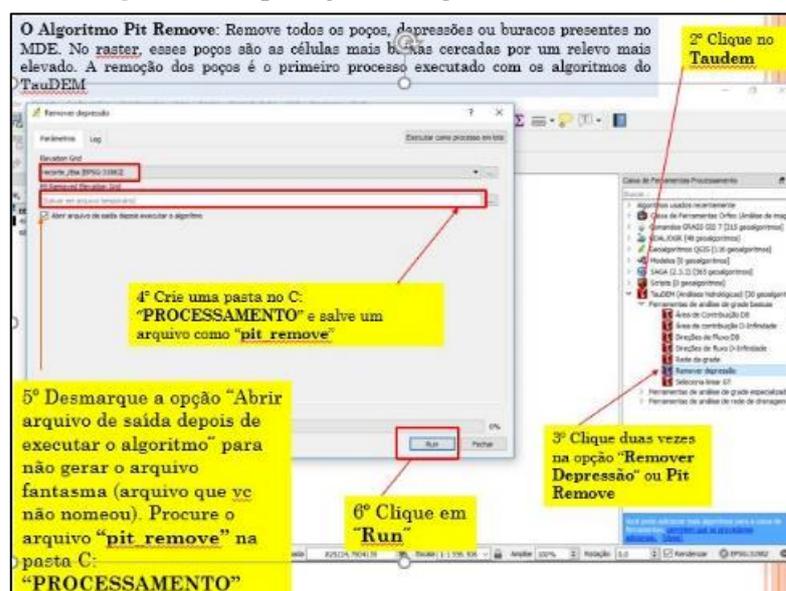
Organizado por: Venceslau; Pedro Miyazaki (2020)
Fonte: Pedro Miyazaki (2019)

Para se obter o limite da bacia hidrográfica a partir da imagem SRTM recortada, utilizou-se o algoritmo *Terrain Analysis Using Digital Elevation Models* – TauDEM, um conjunto de ferramentas para construção de análises hidrológicas com base nos MDEs. O TauDEM permite o desenvolvimento de modelos digitais de elevação hidrológicamente corretos, uma vez que remove as depressões do MDE baixado do TOPODATA. Também calcula o caminho dos fluxos em 8 (oito) direções e as declividades. Além disso, realiza automaticamente o cálculo de área de contribuição usando métodos de direção de fluxo simples e múltiplos. Vários métodos são empregados para delimitação das redes de drenagem, incluindo métodos baseados em formulários topográficos sensíveis à densidade de drenagem espacialmente variável.

O TauDEM possui métodos objetivos para a determinação do limiar de delineação de rede de canais (escoamento e fluviais) com base no fluxo de gotas e delimita a bacia hidrográfica e as sub-bacias existentes na área. Uma das vantagens do TauDEM é que permite ao mapeador a escolha do exutório no MDE e o limiar de detalhamento da rede de drenagem, podendo mapear tanto os canais de escoamento, quanto os canais fluviais.

Entre o conjunto de ferramentas, o algoritmo “*Pit Remove*”, ou seja, o removedor de depressões, retira todos os poços, depressões ou buracos presentes no MDE. No *raster*, esses poços são as células mais baixas cercadas por um relevo mais elevado. A remoção dos poços é o primeiro processo executado com os algoritmos do TauDEM (Figura 31).

Figura 31. Aplicação do algoritmo Pit Remove



Organizado por: Venceslau; Pedro Miyazaki (2020)

Fonte: Pedro Miyazaki (2019)

O algoritmo “*Flow Direction*”, ou seja, direção de fluxos, possui a função de gerar um *raster* que mapeia o escoamento de águas através do método D8, que estima para cada pixel presente na imagem oito direções para o fluxo hídrico. O algoritmo “*D8 Flow Directions*” gera dois arquivos *raster*: a direção de fluxo e a declividade (Figura 32 e Figura 33)

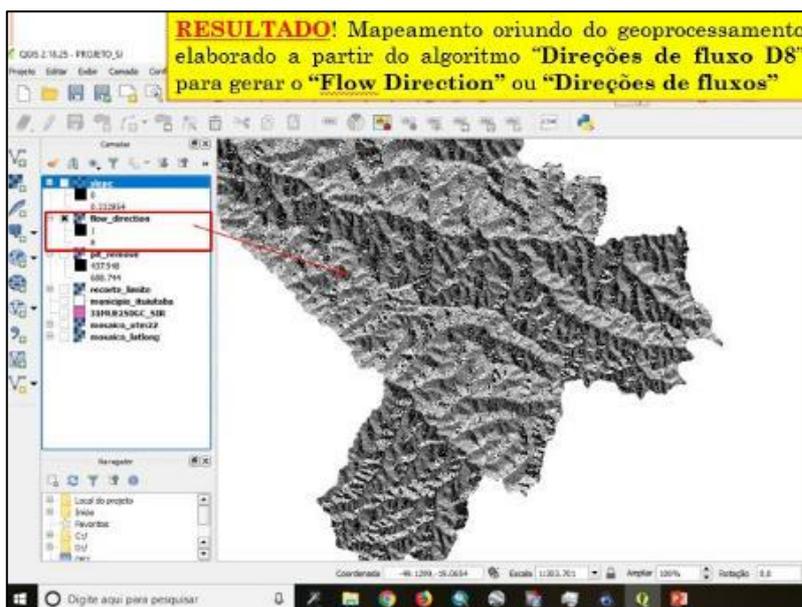
Figura 32. Aplicação do algoritmo “Flow Direction”



Organizado por: Venceslau; Pedro Miyazaki (2020)

Fonte: Pedro Miyazaki (2019)

Figura 33. Resultado do Flow Direction

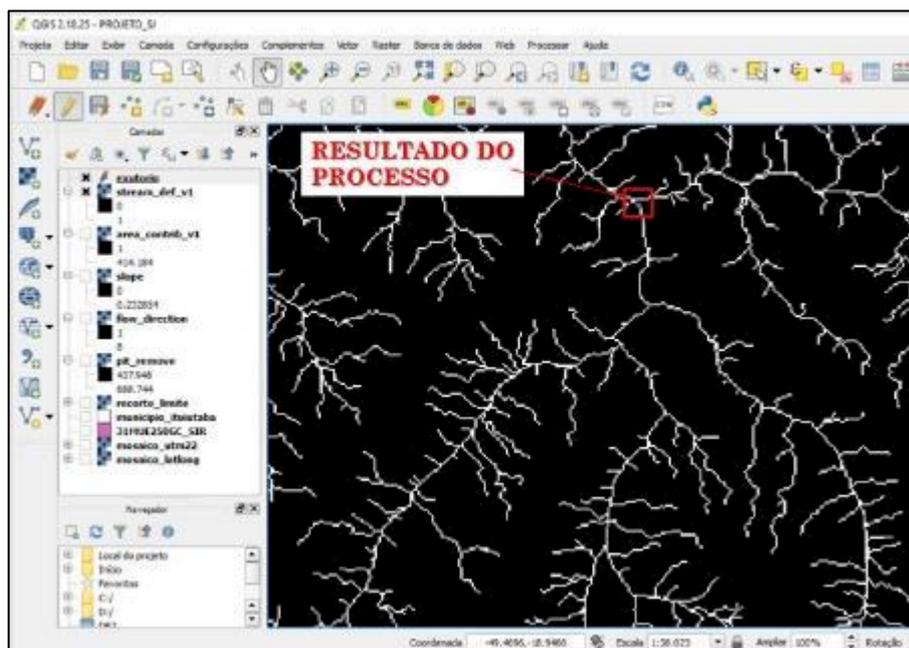


Organizado por: Venceslau; Pedro Miyazaki (2020)

Fonte: Pedro Miyazaki (2019)

A Área de Contribuição D8 ou “D8 *Contributing area*” corresponde aos limites de uma bacia hidrográfica determinados pelo ponto de escoamento. Este ponto de escoamento é um arquivo de pontos definido pelo analista. O processo deve ser executado em três passos: primeiro, cria-se o mapa *raster* da área de contribuição, em seguida é preciso apontar para a foz ou exutório da bacia (*outlets*) e marcar o ponto (Figura 34).

Figura 34. Extraindo D8 Contributing área



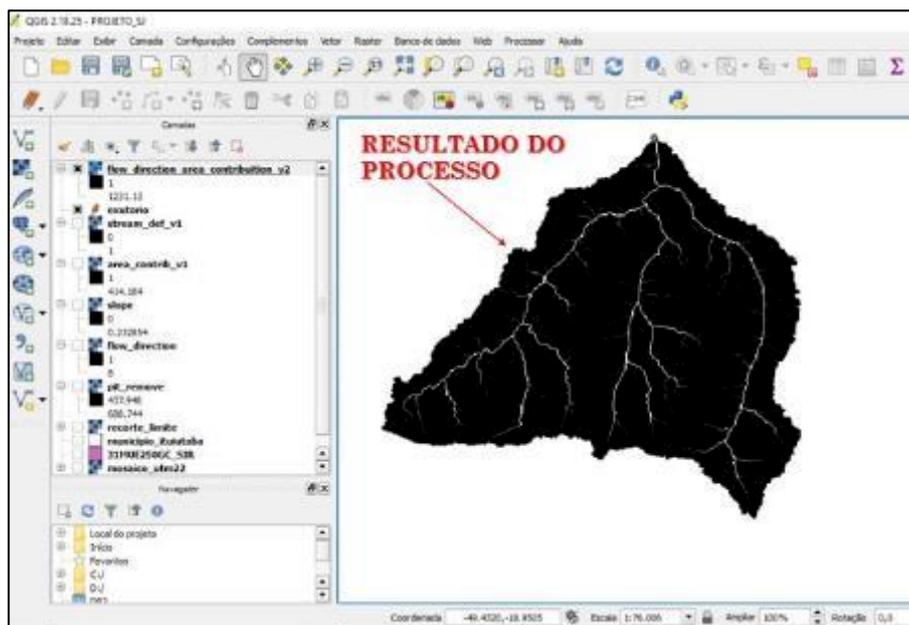
Organizado por: Venceslau; Pedro Miyazaki (2020)

Fonte: Pedro Miyazaki (2019)

Por último, cria-se novamente o *raster* D8 *Contributing Area* indicando o ponto de escoamento nos parâmetros. Esse ponto pode ser um exutório, barragem ou reservatório. O processo foi utilizado para gerar a área de contribuição da bacia.

Nesta fase, criou-se uma área de contribuição geral (Figura 35), sendo importante para definir o ponto de exutório.

Figura 35. Contribuição da bacia



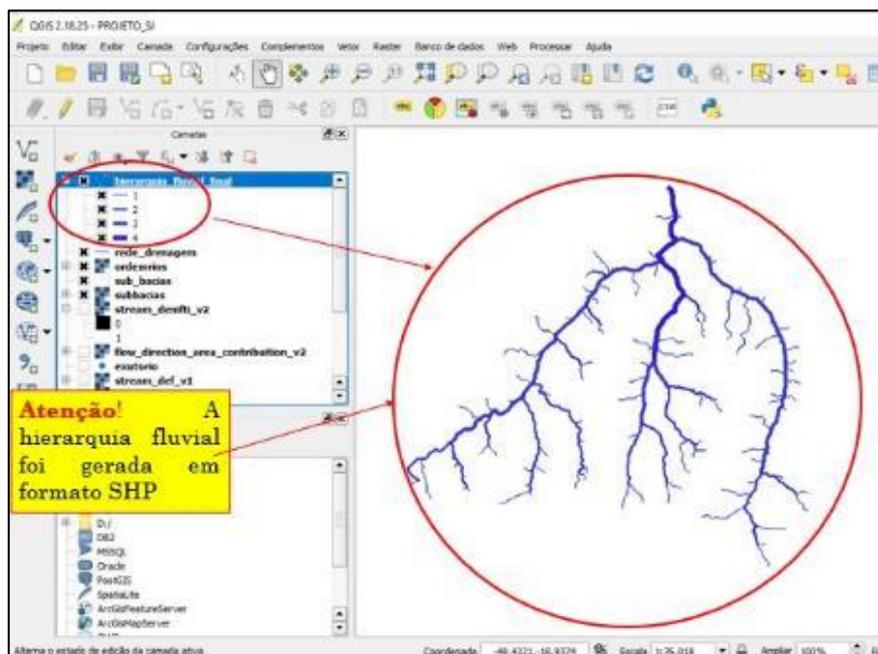
Organizado por: Venceslau; Pedro Miyazaki (2020)

Fonte: Pedro Miyazaki (2019)

Desta forma, o TauDEM foi capaz de realizar a delimitação da bacia específica de forma eficaz com o nível de detalhamento da rede de drenagem que o mapeador necessita.

A hierarquia fluvial (Figura 36) também pode ser gera utilizando o TauDEM, podendo ser especializada por classes hierárquicas (números) ou por espessura da linha de drenagem segundo a sua hierarquia fluvial.

Figura 36. hierarquia fluvial



Organizado por: Venceslau; Pedro Miyazaki (2020)

Fonte: Pedro Miyazaki (2019)

Para a elaboração do perímetro da bacia hidrográfica é utilizado o resultado obtido da contribuição da bacia, onde a ferramenta “*Dissolver*” é acionada (Figura 37).

Figura 37. Preparação para extração do perímetro da bacia

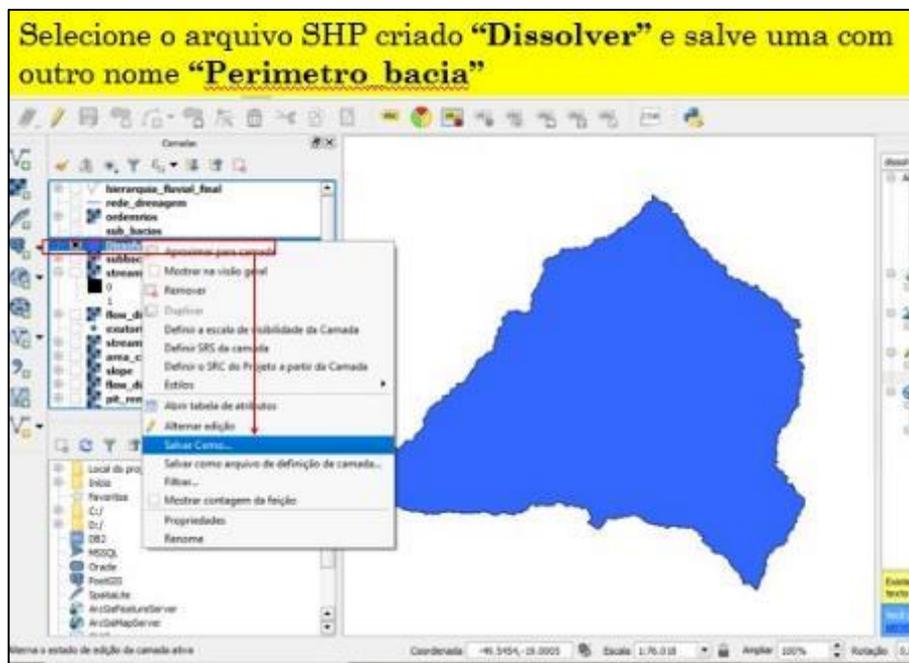


Organizado por: Venceslau; Pedro Miyazaki (2020)

Fonte: Pedro Miyazaki (2019)

Assim, com o auxílio da ferramenta “*Dissolver*”, na aba “*Parâmetros*” é possível realizar esse procedimento e obter o perímetro (Figura 38), para em seguida ser salvo apenas o limite, ou seja, o perímetro.

Figura 38. Extração da bacia

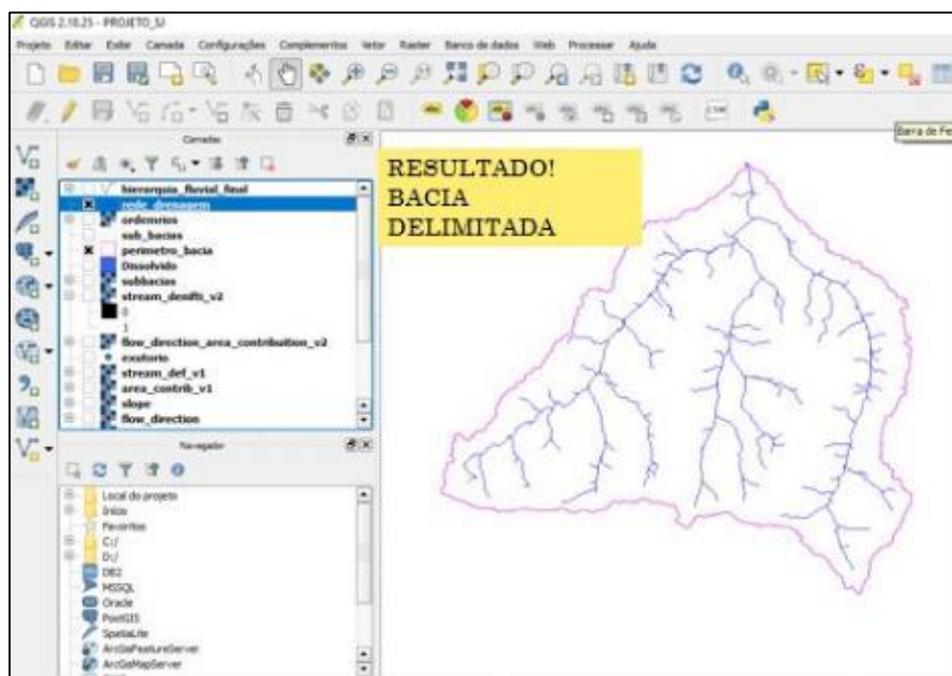


Organizado por: Venceslau; Pedro Miyazaki (2020)

Fonte: Pedro Miyazaki (2019)

Assim, a bacia hidrográfica estudada poderá apresentar um nível detalhamento da sua rede de drenagem que o pesquisador deseja, expressando dessa maneira a hierarquia fluvial, obtendo um produto capaz de fornecer as informações necessárias para os cálculos dos parâmetros morfométricos de uma bacia hidrográfica (Figura 39).

Figura 39. Delimitação da bacia



Organizado por: Venceslau; Pedro Miyazaki (2020)

Fonte: Pedro Miyazaki (2019)

A utilização do TauDEM no QGIS é uma ferramenta que auxilia muito o pesquisador que deseja obter níveis de detalhamento dos elementos de uma bacia hidrográfica, ainda mais no caso de estudos que consideram as grandes escalas cartográficas, como o caso dessa pesquisa.

B) Espacialização dos aspectos litológicos e solos

Para a elaboração dos aspectos litológicos e do solo da bacia hidrográfica, foram utilizados como base cartográfica o mapeamento geológico da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM³⁷, com escala 1:1.000.000 do ano de 2014 e EMBRAPA na escala 1:5.000.000. Para realizar a espacialização, foi utilizado o *shape file* gerado no processo de “*Dissolver*” do limite da bacia. Aplicou-se a ferramenta recortar, sobrepondo ao *shape* do limite da bacia sobre o litológico e solo extraindo apenas a área de interesse do trabalho. O mapa base foi compilado, preservando a escala analítica da litologia de três formações rochosas e de dois tipos de solo.

³⁷ Empresa governamental brasileira, que tem as atribuições de Serviço Geológico do Brasil. Copyright Serviço geológico do Brasil – site <https://www.cprm.gov.br/>;

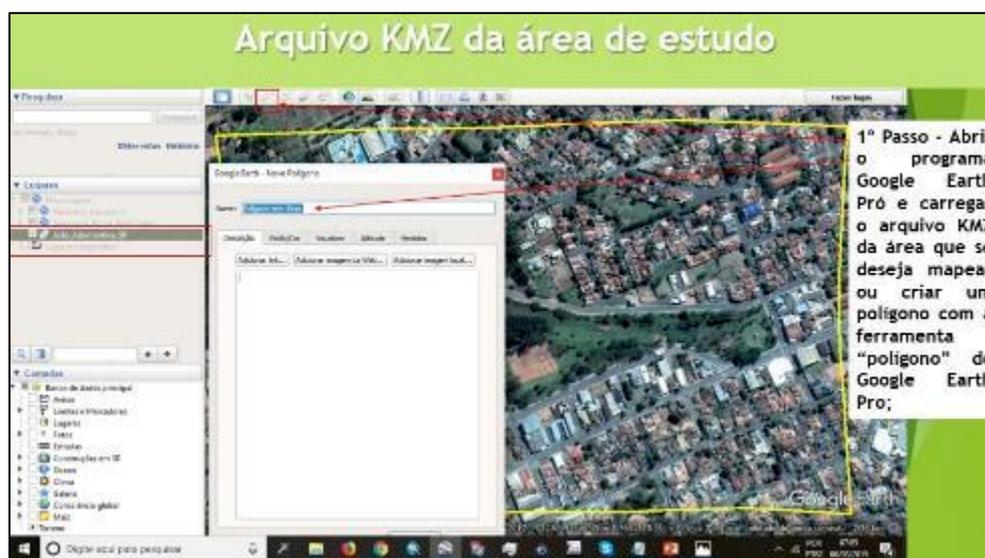
C) Espacialização dos aspectos geomorfológicos

Para realizar o mapeamento geomorfológico, três etapas foram importantes, sendo a primeira referente à configuração e captura das imagens do *Google Earth- Pró*. Já a segunda etapa diz respeito à preparação do anáglifo e, por fim, a terceira, sendo essa a digitalização dos compartimentos geomorfológicos.

Esse procedimento será mais detalhado que os anteriores, pois é uma forma de realizar mapeamentos com baixo custo e fácil acesso das imagens de alta resolução espacial, no sentido de divulgar o procedimento que é pouco utilizado nos estudos geográficos-geomorfológicos.

Com o *Google Earth -Pró* aberto foi necessário identificar na imagem de satélite do local de interesse com nível de detalhamento desejado, que represente os aspectos que serão mapeados, como demonstra a imagem abaixo (Figura 40):

Figura 40. Google Earth e a identificação da área de interesse



Autor: Pedro Miyazaki (2019)

A próxima etapa envolveu desabilitar todos os temas que estão especializados na imagem de satélite. Isso permitiu obter uma imagem mais limpa (Figura 41).

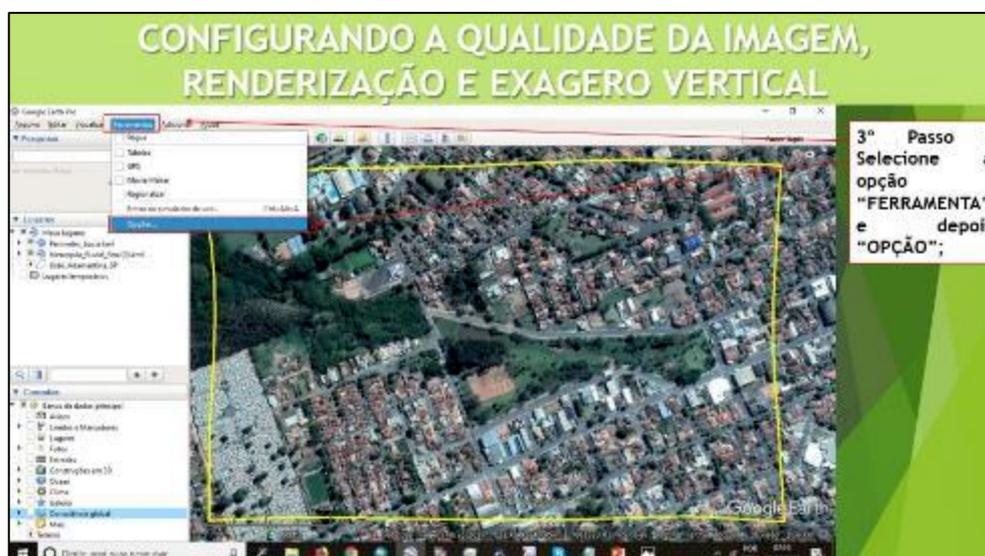
Figura 41. Configuração a área de visualização da imagem do Google Earth contemplando a área de interesse



Autor: Pedro Miyazaki (2019)

O próximo passo envolveu a configuração da qualidade da imagem a ser salva ou capturada a partir da utilização do item “ferramentas” e “opções” (Figura 42).

Figura 42. Google Earth e a identificação da área de interesse

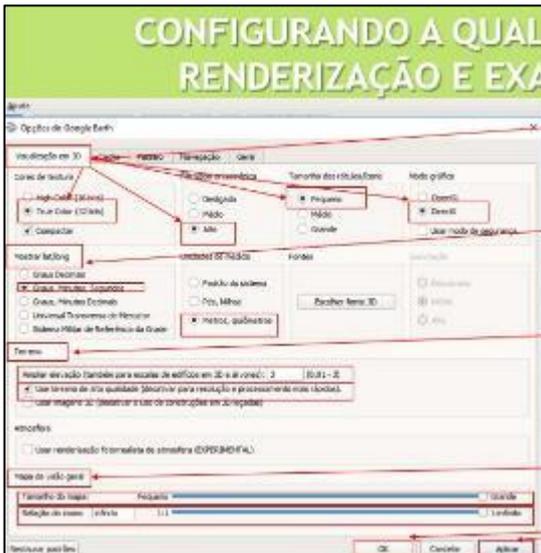


Autor: Pedro Miyazaki (2019)

A configuração da qualidade da imagem envolveu a configuração da qualidade da mesma, proporcionando o ajuste da renderização e exagero vertical da imagem de satélite conforme a necessidade do pesquisador (Figura 43). Posteriormente, a imagem foi salva para manter as configurações desejadas.

Figura 43. Etapa de configuração da imagem do Google Earth

CONFIGURANDO A QUALIDADE DA IMAGEM, RENDERIZAÇÃO E EXAGERO VERTICAL



4º Passo - Na caixa **Vizualização em 3D** selecione as opções "True Color (32 bits)", "Alto", "Pequeno", "DirectX";

5º Passo - Na caixa **Mostrar lat/long** selecione as opções "Graus, Minutos, Segundos" e "Metros, quilômetros";

6º Passo - Na caixa **Terreno** amplie a elevação para "3" de exagero vertical e depois selecione a opção "Use terreno de alta qualidade";

7º Passo - Na caixa **Mapa de visão geral** configure tamanho do mapa "Grande" e relação do zoom "1:infinito". Depois selecione "Aplicar" e "OK";

Autor: Pedro Miyazaki (2019)

É importante posicionar e orientar a tela de visualização para evitar distorções no momento em que a imagem é ajustada. Isso interfere diretamente no ajuste do anáglifo quando realizado o procedimento de ajuste no programa *Stereo Photo Maker*, na obtenção do anáglifo da área de estudo. Para isso, a ferramenta "visualizar", seguida pela opção "redefinir", "inclinação e bússola" fará o posicionamento correto da imagem (Figura 44).

Figura 44. Etapa que posiciona e orienta a tela de visualização

ORIENTANDO A TELA DE VISUALIZAÇÃO



OBS: No plano horizontal a área de estudo precisa estar orientada no NORTE GEOGRAFICO. Já no plano vertical a área de visualização deve estar em NADIR (90° com a superfície do relevo);

8º Passo - Na Ferramenta "Visualizar" selecione a opção "Redefinir" e "Inclinação e bússola";

Autor: Pedro Miyazaki (2019)

Para que seja salva uma imagem com cobertura territorial maior, será necessário ir na opção "salvar" e "salvar imagem", em seguida desabilite a aba lateral (Figura 45).

Figura 45. Etapa de configuração da tela para ampliar a área que será capturada/salva



Autor: Pedro Miyazaki (2019)

O próximo passo, antes de salvar o par de imagem que resultará no anáglifo, é desabilitar a legenda e demais componentes de mapa da imagem (Figura 46). Dessa forma, o programa salvará uma imagem “limpa”, ou seja, sem informações desnecessárias.

Figura 46. Opções que desabilita o título, a legenda, a escala e a bussola da imagem antes de ser salva



Autor: Pedro Miyazaki (2019)

Nesse momento é necessário utilizar a opção de máxima resolução da imagem (Figura 47). Isso influenciará em uma melhor resolução espacial das imagens que darão origem ao anáglifo.

Figura 47. Opções de máxima resolução da imagem



Autor: Pedro Miyazaki (2019)

Os próximos passos referem-se ao deslocamento lateral da imagem que envolveu a área de estudo, onde o ponto de visão do observador será deslocado.

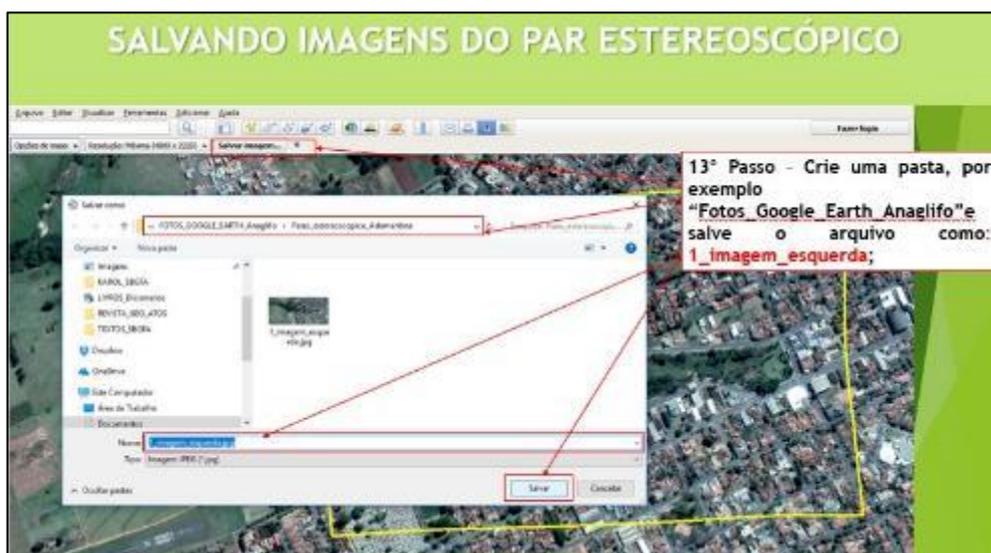
Primeiramente deve-se deslocar a imagem para a direita do observador (Figura 48) e em seguida salvá-la em uma pasta identificada como “anáglifo” e nomeá-la como “imagem esquerda” (Figura 49)

Figura 48. Mover a imagem para o seu lado direito e salvar o arquivo com o nome “imagem esquerda”



Autor: Pedro Miyazaki (2019)

Figura 49. Salvar a imagem na pasta intitulada Anáglifo



Autor: Pedro Miyazaki (2019)

É importante repetir esse procedimento apresentado para que o par estereoscópico seja salvo.

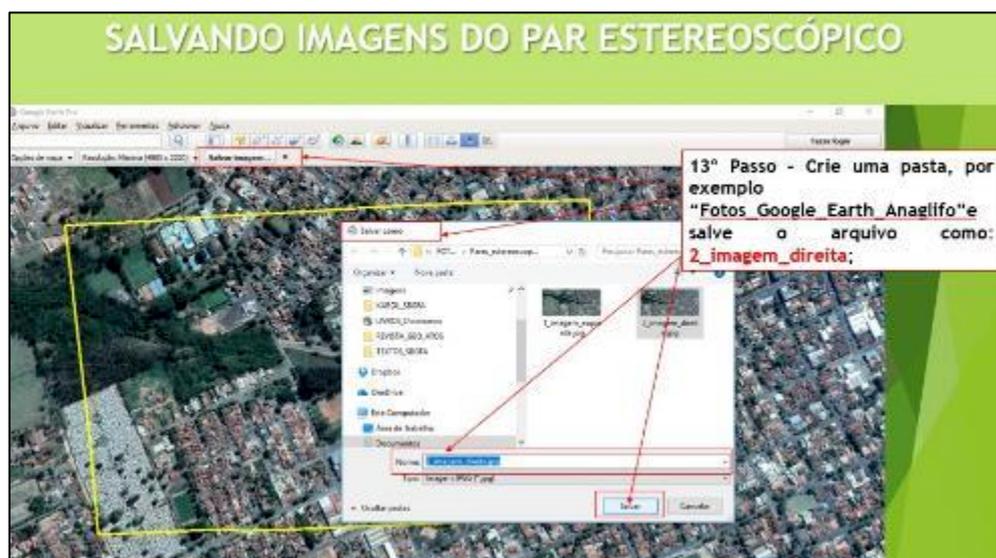
Deve-se deslocar a imagem para a esquerda do observador (Figura 50) e em seguida salvá-la na pasta criada e nomeá-la como “imagem direita” (Figura 51).

Figura 50. Mover a imagem para o seu lado esquerdo e salvar o arquivo com o nome “imagem direita”



Autor: Pedro Miyazaki (2019)

Figura 51. Salvar a imagem na pasta intitulada criada



Autor: Pedro Miyazaki (2019)

Após o procedimento de geração do par estereoscópico, o próximo passo foi gerar o anáglifo a partir das duas imagens. Para isso, o programa *Stereo Photo Maker* foi utilizado (Figura 52).

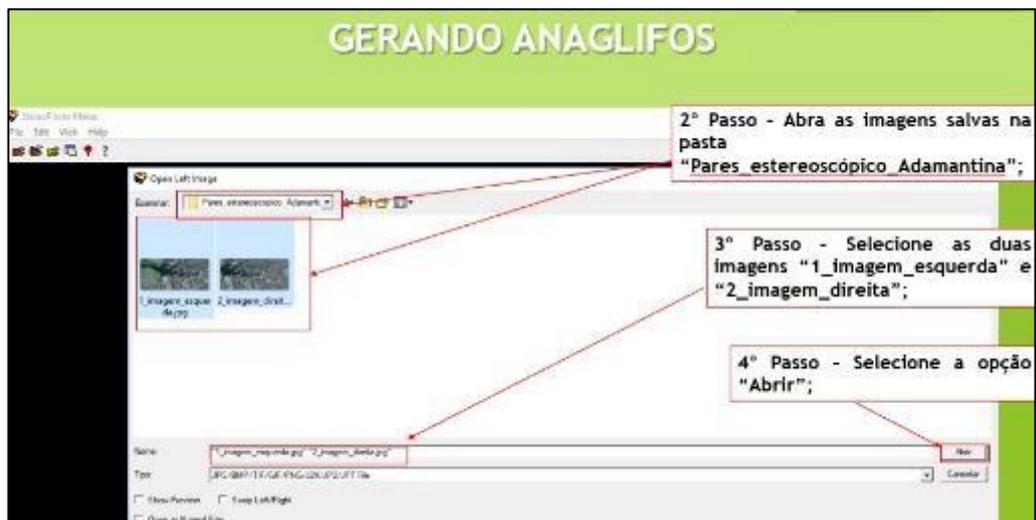
Figura 52. O programa Stereo Photo Maker



Autor: Pedro Miyazaki (2019)

Selecione a opção do menu “Arquivo” e em seguida “Abrir imagem Esquerda/direita”. Isso abrirá as duas imagens em sequência para que se possa realizar a sua fusão (Figura 53).

Figura 53. Procedimento de abertura das imagens do par estereoscópico no Stereo Photo Maker



Autor: Pedro Miyazaki (2019)

Com as imagens abertas na tela do programa (Figura 54), o próximo passo foi atribuir uma falsa cor para cada uma das imagens.

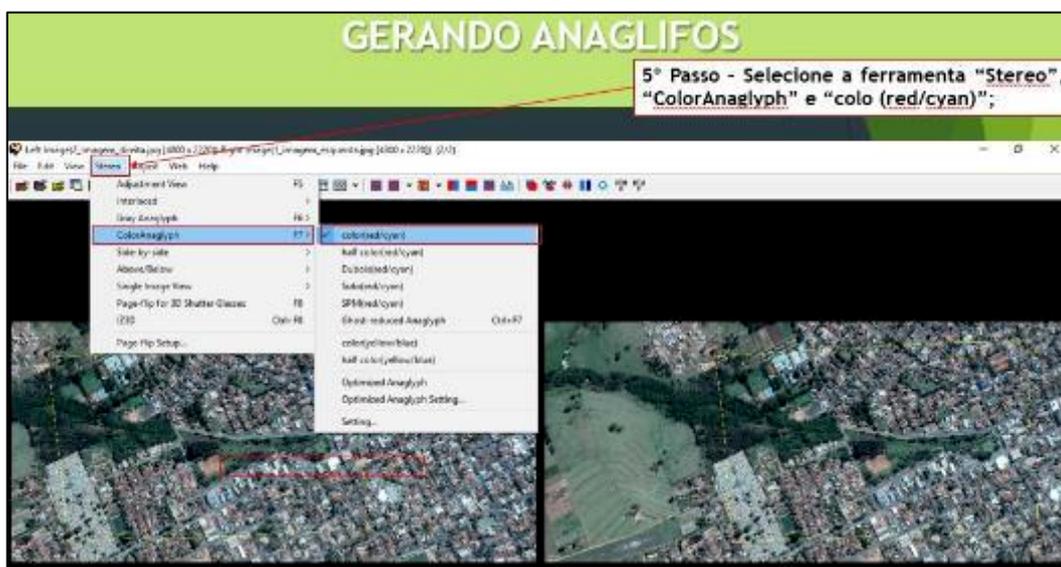
Figura 54. Visualização das imagens no programa com deslocamento do ponto de visão de captura/salva



Autor: Pedro Miyazaki (2019)

Para cada uma das imagens salvas foi atribuída uma falsa cor, utilizando as ferramentas “Stereo”, “Cor/Anaglifo” e “Cor vermelho/azul” (Figura 55).

Figura 55. Atribuição de falsa cor



Autor: Pedro Miyazaki (2019)

É importante que se faça a fusão das imagens com falsa cor pois, ao atribuir as cores, as imagens são geradas, sendo uma na cor vermelha e a outra na cor azul. No entanto, ainda não estão sobrepostas (Figura 56).

Figura 56. Atribuição de falsa cor no par estereoscópico com deslocamento das imagens



Autor: Pedro Miyazaki (2019)

Para realizar a fusão é necessário acionar a ferramenta “Ajustar” e “Ajuste/fácil” (Figura 57).

Figura 57. Procedimento de ajuste das imagens



Autor: Pedro Miyazaki (2019)

A fusão da imagem deve ser feita deixando a área de interesse sem deslocamento (verticalmente e horizontalmente) e distorções (Figura 58), lembrando-se que as extremidades da imagem fundida sempre apresentarão uma distorção.

Figura 58. Imagem anáglifa após a fusão



Autor: Pedro Miyazaki (2019)

A etapa de geração do anáglifo por falsa cor e fusão resultou na imagem abaixo (Figura 59).

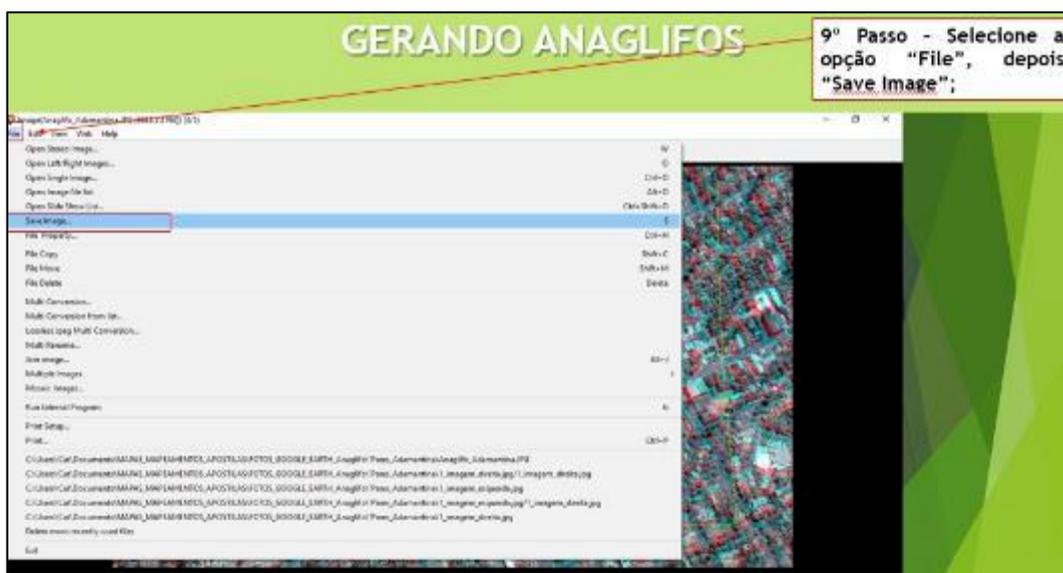
Figura 59. Imagem anáglifo



Autor: Pedro Miyazaki (2019)

Com o anáglifo gerado, a próxima etapa foi salvar a imagem (Figura 60), para em seguida iniciar o processo de fotointerpretação e digitalização dos compartimentos geomorfológicos e suas respectivas feições.

Figura 60. Processo de salvamento da imagem



Autor: Pedro Miyazaki (2019)

A próxima etapa foi realizar o georreferenciamento da imagem análoga. Para isso se utilizou o programa QGIS. As ferramentas empregadas foram “Raster”, “Georreferenciamento” e “Georeferenciar” (Figura 61).

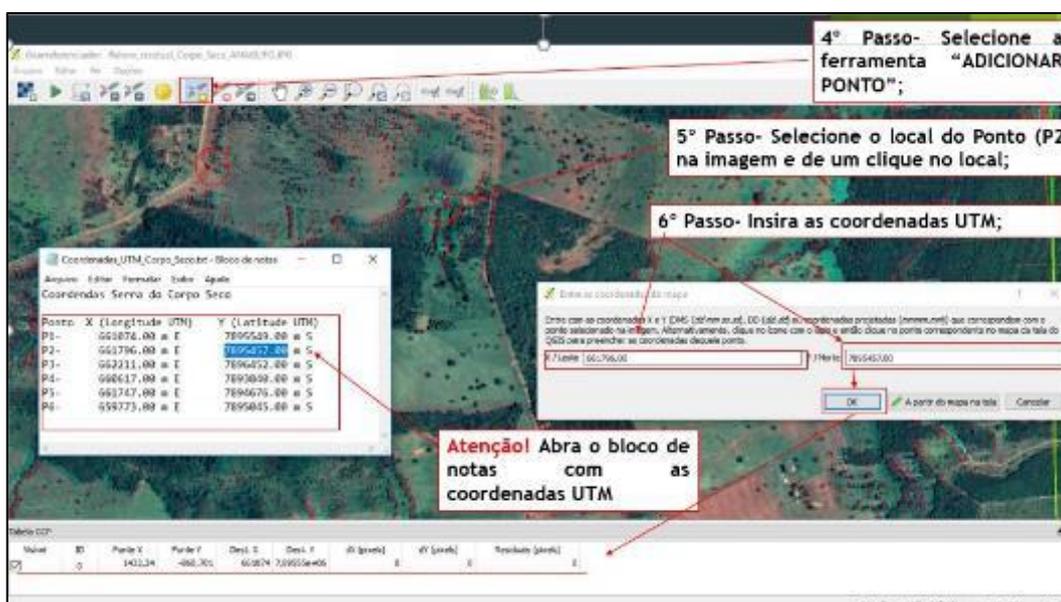
Figura 61. Processo de salvamento da imagem A



Autor: Pedro Miyazaki (2019)

O georreferenciamento foi elaborado a partir da ferramenta “Adicionar Pontos”, sendo os pontos inseridos de acordo com coordenadas obtidas da mesma área das quais foram extraídas da carta fotográfica (Figura 62).

Figura 62. Processo de salvamento da imagem B



Autor: Pedro Miyazaki (2019)

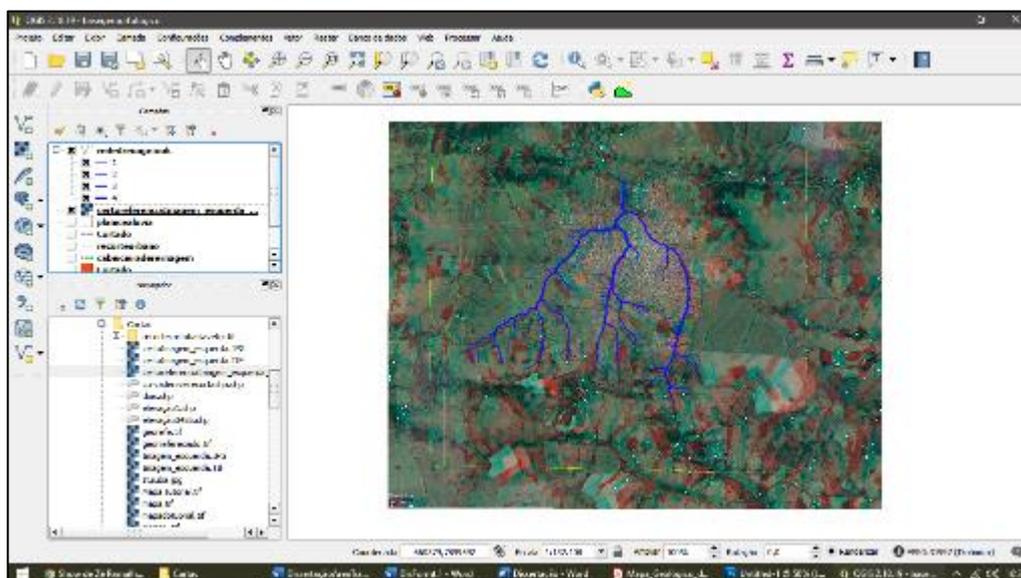
Após o georreferenciamento da imagem anáglifa, para elaborar o mapeamento geomorfológico se utilizou a interpretação de imagens por meio de elementos e chaves de interpretação embasados em fundamentos da fotointerpretação de imagens.

Segundo Florenzano (2008, p. 37) as “imagens obtidas por sensoriamento remoto são interpretadas com base nos elementos de interpretação: tonalidade/cor, textura (impressão de rugosidade), tamanho, forma, sombra, altura, padrão (arranjo espacial dos objetos), localização e contexto”. Essas chaves de interpretação são bastante utilizadas nos mapeamentos geológicos e geográficos, sendo fundamental sua utilização nos mapeamentos temáticos.

Para que fosse possível interpretar os compartimentos geomorfológicos, bem como suas feições foram utilizados trabalhos científicos produzidos pelos autores Nunes, Freire, Peres (2006); Pedro (2008); Nunes e Fushimi, (2010); Soares e Fujimoto, (2010); Tommaselli (2011), Nunes et. al., (2012); Souza e Oliveira, (2012); Pedro Miyazaki (2016), Pedro Miyazaki e Penna (2016), Pedro Miyazaki (2017);

Essa etapa do mapeamento foi realizada no QGIS, onde foi iniciado com a digitalização da rede de drenagem da área de estudo (Figura 63).

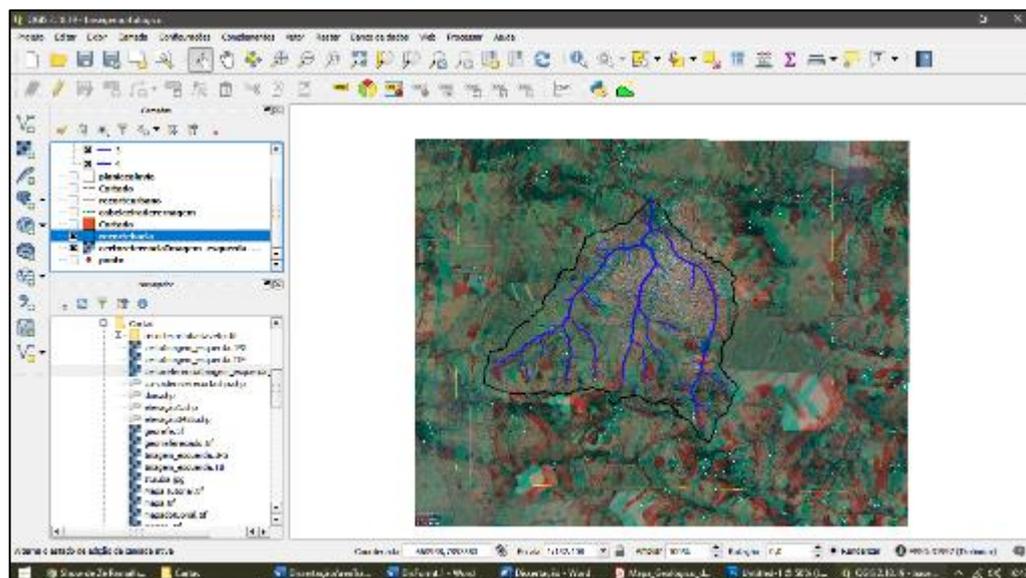
Figura 63. Anáglifo com a rede de drenagem



Autor: Venceslau (2019)

A segunda feição mapeada foi o limite da bacia (Figura 64).

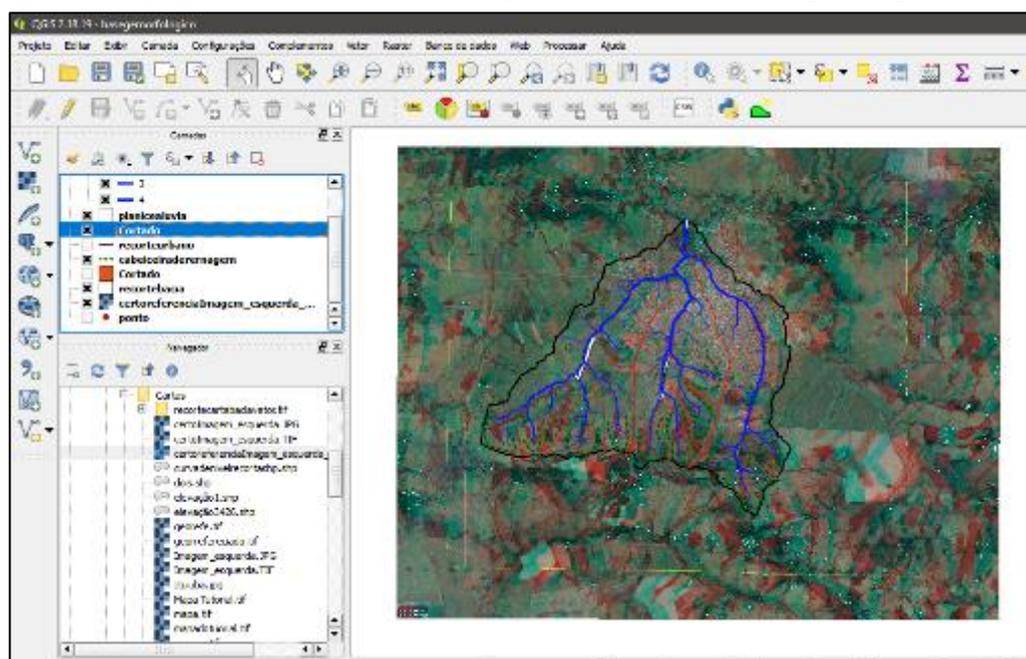
Figura 64. Inclusão do limite da bacia



Autor: Venceslau (2019)

A terceira feição foram algumas cabeceiras de drenagem em anfiteatro e os divisores d'água (Figura 65).

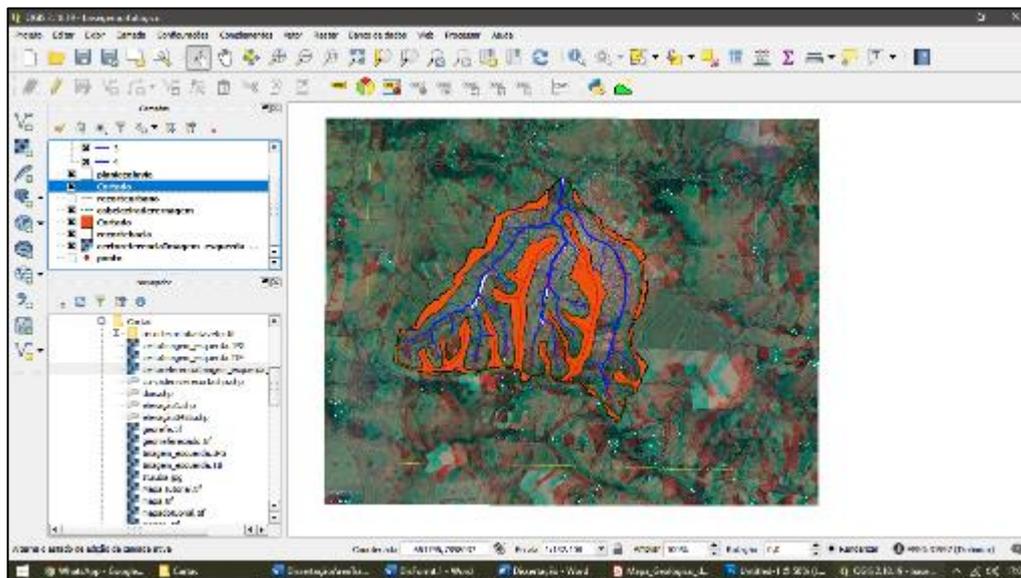
Figura 65. Inserção das cabeceiras de drenagem, divisores de drenagens e planícies aluviais



Autor: Venceslau (2019)

A quarta feição foram as áreas de topos (Figura 66).

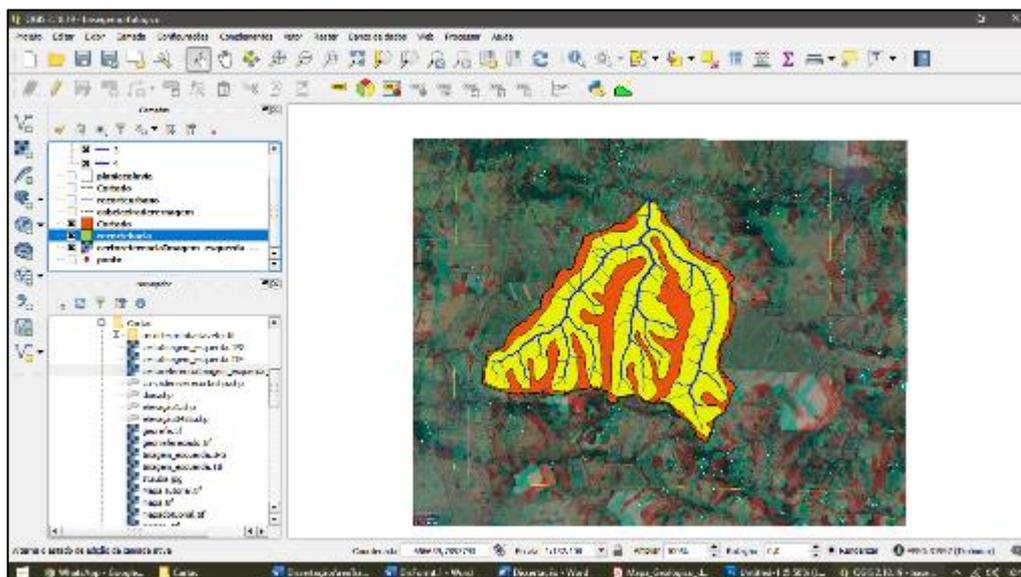
Figura 66. Inserção das áreas de topos



Autor: Venceslau (2019)

A quinta feição foi a área de vertentes (Figura 67).

Figura 67. Áreas de vertentes

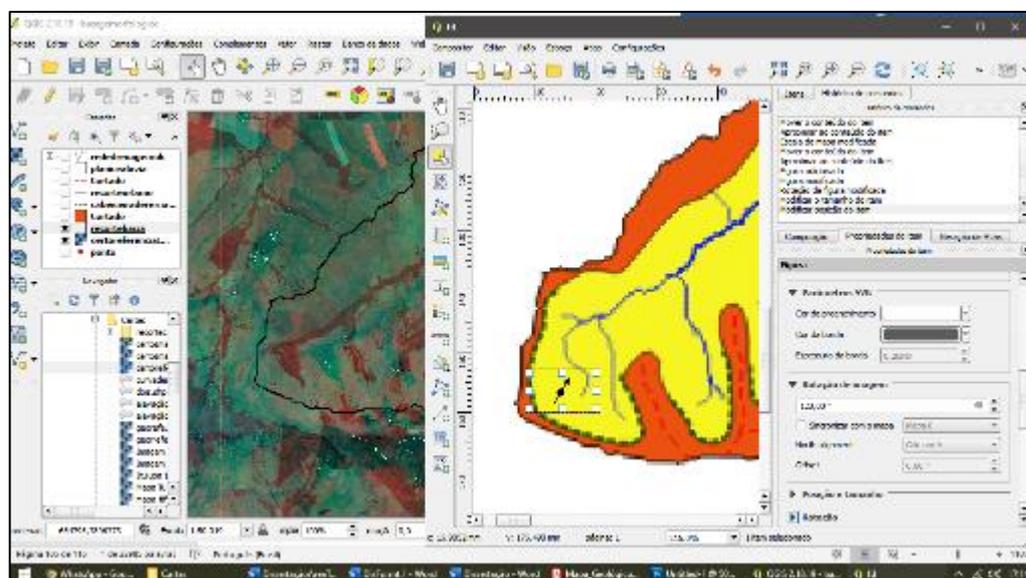


Autor: Venceslau (2019)

A sexta feição foi identificar a morfologia das vertentes como côncavas, convexas e retilíneas dos fundos de vale em “V”, sendo esses encaixado/entalhado no relevo e em “berço” ou “manjedoura”, com formas mais planas e alargadas ³⁸.

Para este procedimento é preciso a utilização do óculo 3D, com o intuito de identificar as feições na imagem e ao mesmo tempo as inserir no mapa final. Todos os símbolos são colocados de forma individual, respeitando as formas observadas na imagem do anáglifo da bacia. As cores e símbolos foram inseridos de acordo como Nunes et al. (2006) (Figura 68).

Figura 68. Classificação das feições geomorfológicas



Autor: Venceslau (2019)

D) Os mapeamentos das altitudes e declives da área de estudo

A produção de mapas na escala de 1:60.000, as bases para extração dos dados utilizados nos mapas de hipsometria e declividade (classificação discretas) e uso e cobertura da terra (classificação contínua) foram obtidos de um MDE (Modelo Digital de Elevação) do Satélite *LandSat 8*.

E) Mapeamento do uso e cobertura da terra

Para a produção do mapa de uso e ocupação do solo na bacia do São José, utilizou-se as imagens obtidas do satélite CIBER 4A com resolução de 10 metros, passagem no dia

³⁸ Essas terminologias foram utilizadas das obras de Casseti (1991; 2001) e Nunes, Freire e Peres (2006);

16/08/2020, com órbitas 222/73, de posse dos arquivos. Tais imagens foram importadas para o software QGIZ 2.18. O sistema de referência de coordenadas geográficas aplicado foi o SIGAS 2000, sensor UTM Zona 22.

Posteriormente, o procedimento foi da composição das bandas espectrais, as quais foram dispostas em 2B3R4G. Foi realizada a fusão da banda Pancromática para obter a resolução de 2 metros; em seguida, foi aplicado o recorte da bacia e execução da composição colorida, com os seguintes passos: “raster”, “miscelânea”, “construção de raster virtual”. Em seguida, foi aplicada a banda “falsa cor” para obter um melhor resultado real da imagem, destacando as áreas de interesse: Mata ciliar, Pastagem, Cana-de-açúcar, agricultura e área urbanizada.

Para retirada das amostras, utilizou-se o complemento da forma de shapefile para todas as áreas propostas acima. Com os shapefiles de cada área definidos, foram extraídos os dados da área em quilômetros quadrados, através da ferramenta tabela de atributos.

***5. DESCRIÇÃO REGIONAL DOS
ASPECTOS FISIAGRÁFICOS DA
ÁREA DE ESTUDO***

Neste capítulo serão apresentados aspectos fisiográficos regionais que compõem a paisagem do Triângulo Mineiro, tais como; aspectos litológicos, clima, relevo, pedológicos, vegetação e hidrográficos.

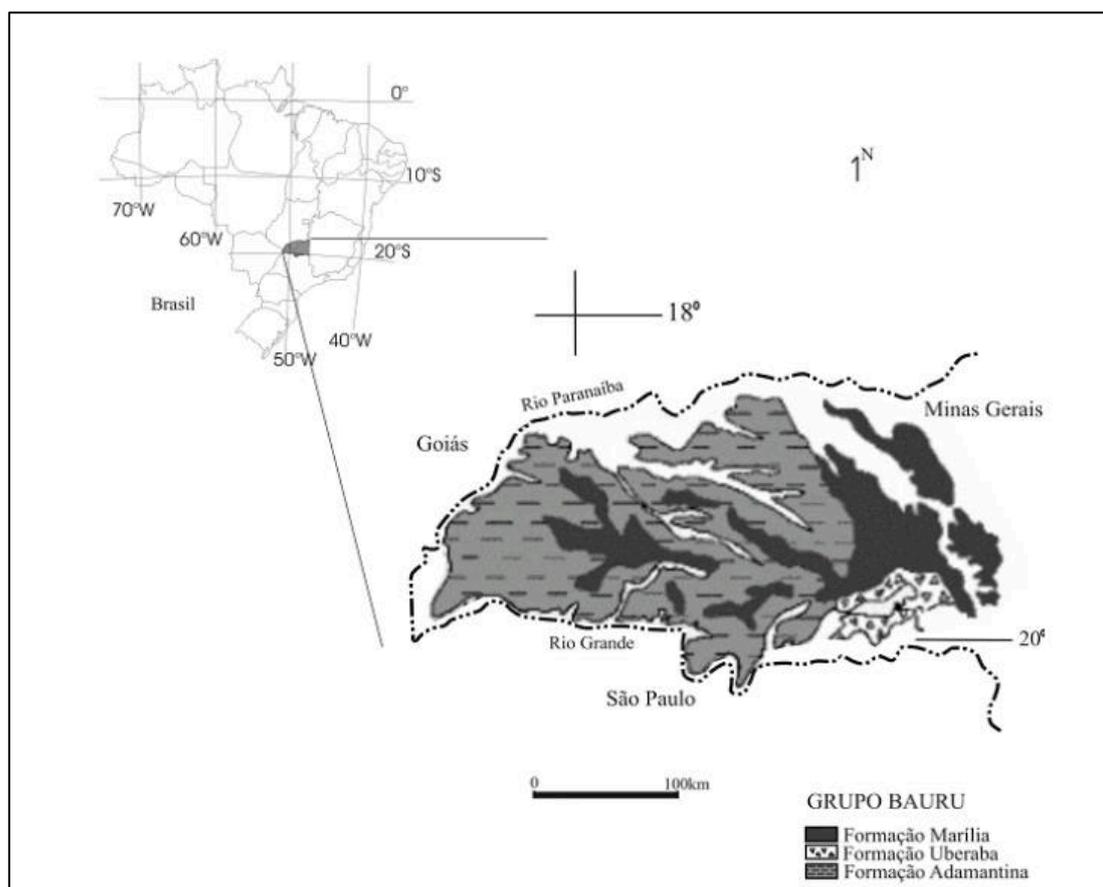
A elaboração desse texto foi importante para se compreender a produção científica que envolve a região (partindo de uma escala de análise mais ampla) para posteriormente relacioná-la com a área de estudo (escala de análise mais detalhada, do local). Isso foi fundamental para se compreender os aspectos fisiográficos da área de estudo, assim como os meios morfodinâmicos, pois a produção científica da área de estudo ainda é incipiente.

5.1 Litologia

A geologia da porção norte da Bacia Sedimentar do Paraná, de forma mais específica onde se encontra localizado o Triângulo Mineiro, é formada por rochas sedimentares, do Grupo Bauru, que se sobrepõe à Formação Serra Geral (rocha basáltica).

A Formação Serra Geral, segundo Corsi (2003), é composta por rochas basálticas, as quais estão expostas nas soleiras dos principais cursos d'água no Triângulo Mineiro (Rio Tijuco, Rio da Prata), chegando a se estender para os seus afluentes (como por exemplo o córrego São José), produzindo formas de vales do tipo em V, sendo mais encaixados/fechados e retilíneos. Para Corsi (2003, p. 56), os basaltos encontrados no Triângulo Mineiro possuem espessuras que variam entre 300 a 700 metros. No entanto, os estudos realizados por Landim et.al. (2002) apontam que tais espessuras que podem chegar até 900 m, especialmente no município de Frutal.

As rochas sedimentares do Grupo Bauru no Triângulo Mineiro, são compostas por três formações, sendo essas: Formação Marília, Formação Adamantina e Formação Uberaba. A Formação Marília é dividida em três membros a Serra da Galga, Ponte Alta e Echaporã (Figura 69). Estas formações foram consolidadas em ambientes deposicionais de características aluvio-fluvial e eólico no Cretáceo Superior (BATEZELLI, 2003).

Figura 69. Grupo Bauru no Triângulo Mineiro

Fonte: Oliveira et.al (Modificado de FERNANDES e COIMBRA, 1996)

A Formação Adamantina encontra-se acomodada de forma discordante sobre a Formação Serra Geral e foi descrita segundo Batezelli (2003, p. 36), “Por arenitos finos a médios, avermelhados, com seleção moderada, estratificações cruzadas de pequeno a médio porte, estratificação plano-paralela e, subordinadamente, marcas onduladas”. De acordo com Oliveira et.al (2006), a Formação Adamantina na região do Triângulo Mineiro pode ser encontrada em toda extensão do Grupo Bauru.

De acordo com Barcelos (1984), a Formação Marília é fragmentada em três membros, sendo eles Ponte Alta, Serra da Galga e Echaporã. Na porção leste do Triângulo Mineiro afloram os membros ponte Alta e Serra Galga e na parte na porção oeste o Membro Echaporã.

Segundo Batezelli (2003), o Membro Ponte Alta destaca-se pelos depósitos calcários, os quais são explorados economicamente na região de Ponte Alta, Uberaba e Uberlândia. São arenitos calcíferos finos, esbranquiçados, possuindo em alguns locais espessura de até 7

metros, as quais acontecem em camadas, podendo chegar até 3 km de extensão em subsuperfície.

O membro Serra da Galga é composto por conglomerados arenosos mal selecionados de cor branca e amarelados, ocorrência de arenitos amarelados gradando para grosso, tendo intraclastos de calcretes, com nódulos carbonáticos e arenitos argilosos, sendo os espaços entre os conglomerados preenchidos por cimentação carbonática (BATEZELLI, 2003).

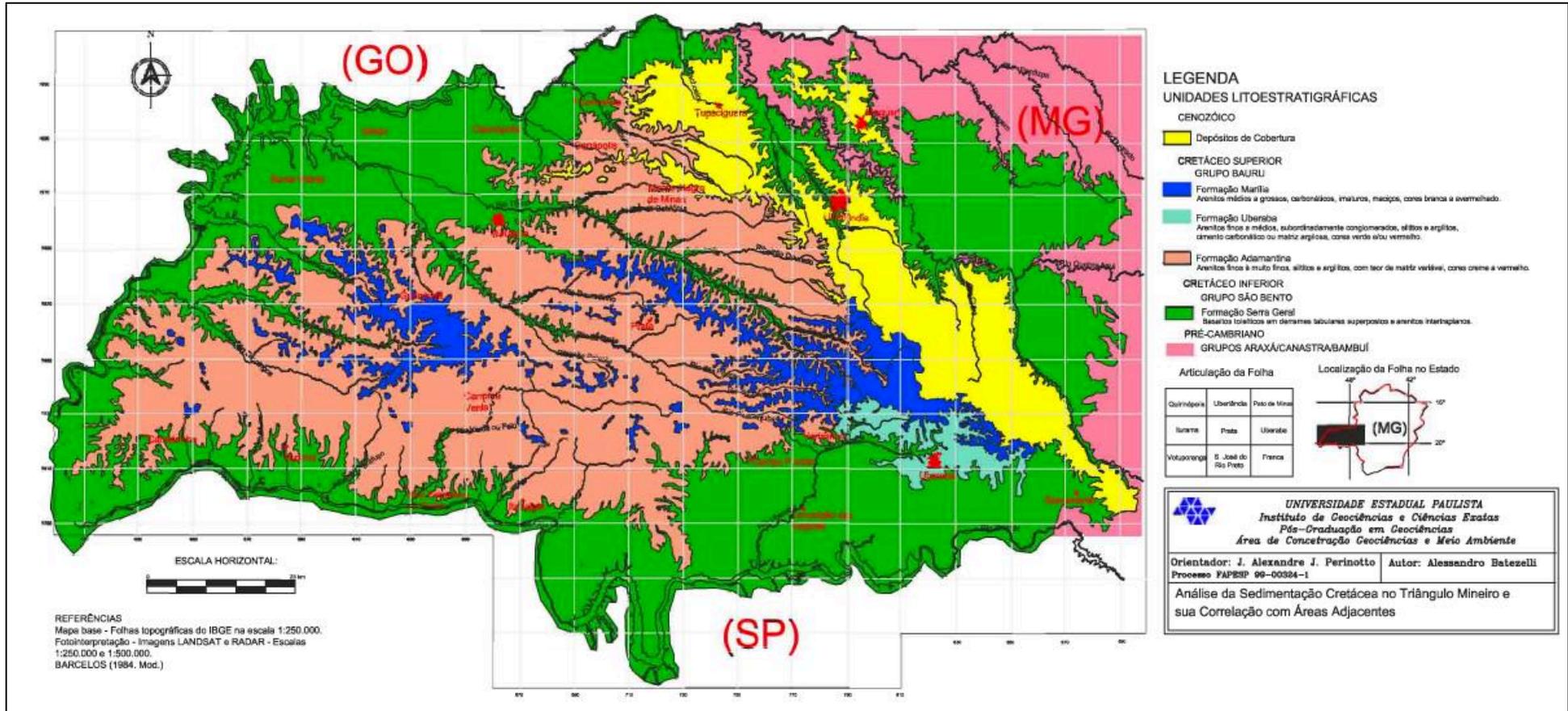
Segundo Barcelos (1984), na localidade onde é encontrado o Membro Echaporã os arenitos se apresentam com características texturais que variam em fina a grosso, com intercalações conglomeráticas, seguindo um padrão de ciclos granodrecrescentes e granocrescentes, os quais são cimentados pela ação dos carbonatos de cálcio. Devido a estes fatores, a localidade apresenta no seu relevo morros residuais em formas de chapadas de topos retilíneos.

De modo geral de acordo com Batezelli (2003), a Formação Marília é caracterizada por arenitos de classificação grossa a conglomeráticos, possuindo grãos angulosos, um material mal selecionado com espessura que variam entre 1 e 2 m, possuindo matriz variada com a presença de estratificação cruzada, classificada de tamanho médio, com agrupamento de seixos nos estratos cruzados. Batezelli (2003, p. 38) destaca que a principal característica desta formação no Triângulo Mineiro é a presença de cimento carbonático (CaCO_3).

A Formação Uberaba é composta por calcários e arenitos esverdeados. Essa coloração pode ser decorrente do agrupamento de materiais alcalinos do período cretáceo da região oeste de Minas Gerais. É possível observar a ocorrência de conglomerados basais, que são cimentados por carbonatos de cálcio Hasui, Barcelos, (1969,1984 *apud* OLIVEIRA et.al. 2006).

De forma mais aprofundada e detalhada a geologia do Triângulo Mineiro é representada na (Figura 70). Entretanto, foram enfatizadas as Formações que estão presentes na porção oeste do Triangulo Mineiro, pelo fato de contemplarem a área de estudo desta pesquisa.

Figura 70. Mapa Litológico do Triângulo Mineiro



Fonte: (modificado de Barcelos, 1984, por Batezelli, 2003)

No Planalto dissecado do Paranaíba as formas do relevo apresentam características denudacionais com formas convexas. As declividades nesta localidade variam entre e a 43%. Outro aspecto apresentando são os entalhamentos médios dos vales, com 40 e 80 metros. O relevo plano e suavemente ondulado é outra característica desta região (BACCARO et.al, 2001).

O Planalto Residual representa o divisor de águas das bacias hidrográficas dos rios Paranaíba e Rio Grande. Contendo relevos do tipo residual com topo plano, a erosão nas escarpas contribui para a formação de anfiteatros dissecados produzindo vertentes do tipo convexas (BACCARO et.al, 2001).

Canyon do Araguari é representando por relevo intensamente dissecado, com vertentes abruptas exercida pela ação hidrológica de diversos canais fluviais (BACCARO et.al, 2001).

O Planalto Rio Grande-Paranaíba possui característica de relevo medianamente dissecado, o qual apresenta topos aplainados, vertentes convexas e com declividades entre 3° e 15°, além de formas de relevo denudacionais, marcadas por colinas amplas e suaves com topos convexos (BACCARO et.al, 2001).

Os Planaltos Tabulares representam as áreas mais elevadas do compartimento do relevo no Triângulo Mineiro. As altitudes nesta região compreendem 950 e 1050 metros, possuindo topos planos amplos e largos. A principal forma é do tipo denudacional tabular ampla e suave (BACCARO et.al, 2001).

Já Planalto Dissecado do Tijuco tem predominância de topo planos ou tabular, possuindo padrões de formas que se assemelham (BACCARO et.al, 2001).

As Planícies Fluviais são configuradas pelas planícies fluviais dos Rio Grande e Paranaíba, possuindo declividade baixa, além de drenar toda região (BACCARO et.al, 2001).

De forma geral, no Triângulo Mineiro destaca-se a existência de três superfícies de erosão. A primeira superfície, com topos dos interflúvios, apresenta características planas. O relevo nesta área é plano e suavemente ondulado. A segunda tem como formas mais evidentes chapadas, mesa e piões. Já a terceira superfície é descrita por suas superfícies rebaixadas, que permeiam os principais cursos fluviais da região Paranaíba e Grande. Nesta localidade o relevo possui característica plana e suave ondulado (GOMES et.al,1982).

5.3. Pedologia

No livro “Descrição e Coleta de Solo em Campo da Embrapa” (2013), é descrito que não existe uma definição universal para estabelecer o que pode ser um solo propriamente dito, pois existem várias abordagens para a sua definição; isto vai de acordo com a linha de conhecimento adotada pelo pesquisador. Entretanto, optou-se por apresentar uma definição que tem sido bem aceita e utilizada nos trabalhos pedológicos. Assim, o solo pode ser definido como:

Corpos naturais independentes constituídos de materiais minerais e orgânicos em camadas e, ou, horizontes resultantes da ação de fatores de formação, com destaque para a ação biológica e climática sobre um determinado material de origem (rocha, sedimentos orgânicos etc.) e numa determinada condição de relevo, através do tempo. (EMRAPA, 2013, p.1)

Posterior à definição citada anteriormente, a Embrapa (2013) apresentou em seu Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS) outra definição:

O solo que classificamos é uma coleção de corpos naturais, constituídos por partes sólidas, líquidas e gasosas, tridimensionais, dinâmicos, formados por materiais minerais e orgânicos que ocupam a maior parte do manto superficial das extensões continentais do nosso planeta, contém matéria viva e podem ser vegetados na natureza onde ocorrem e, eventualmente, terem sido modificados por interferências antrópicas (Embrapa, 2013, p.27)

Fica claro que a formação de um solo envolve vários elementos, nos quais se pode destacar como um aspecto fundamental para sua constituição a exposição do material de origem (rocha) ao longo do tempo (geológico), pois a partir deste se obtém a base e o suporte para outros elementos atuarem, sendo estes: ação dos intemperes por meio do clima, relevo e ação biológica.

No Cerrado os solos mais comuns são os da classe do Latossolo, tanto em áreas sedimentares quanto em terrenos cristalinos, com presença de solos concrecionários em grandes áreas (AB' SABER, 1983; LOPES, 1984).

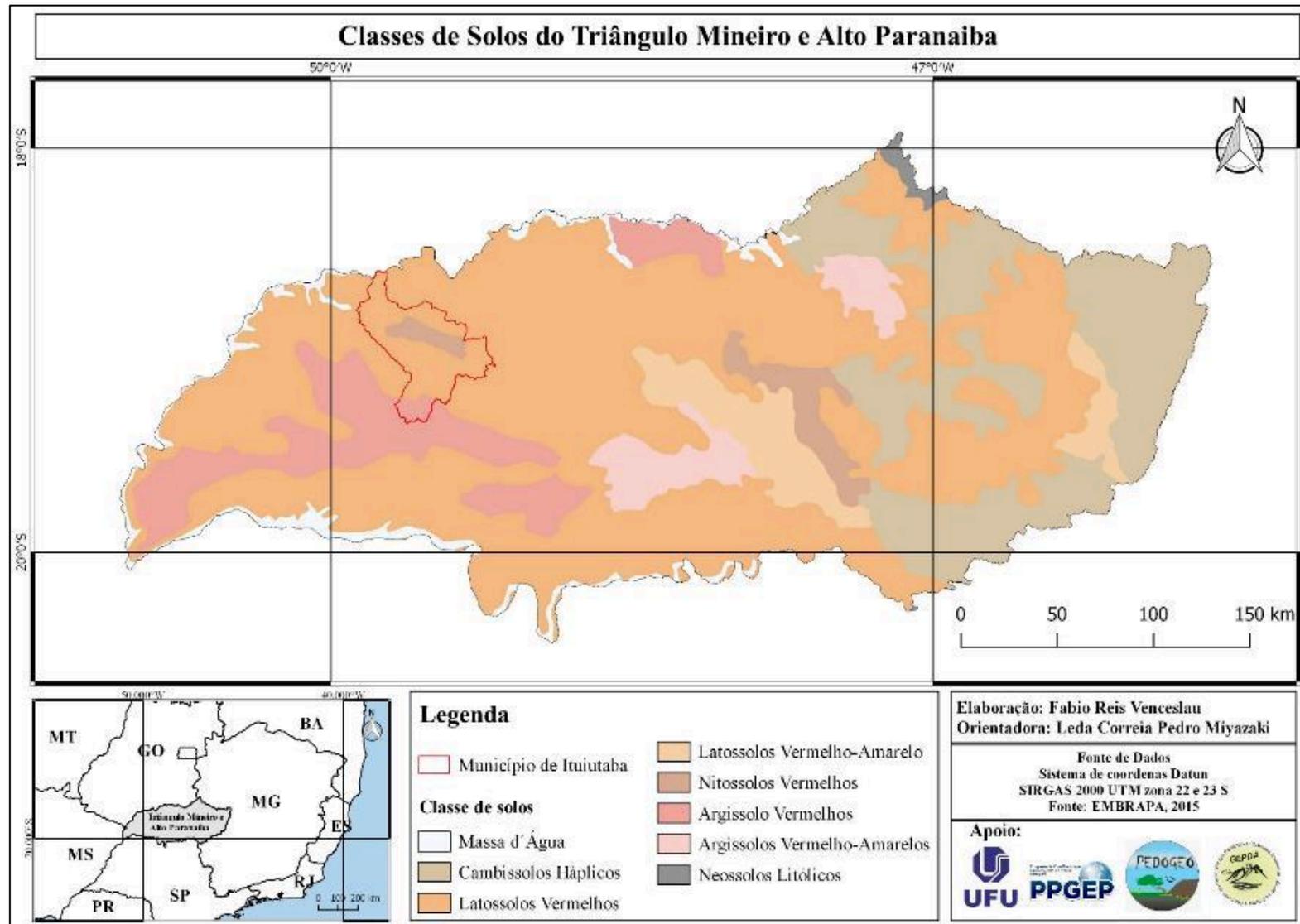
No Triângulo Mineiro há predominância dos Latossolos. De acordo com a Embrapa (2019) os Latossolos estão presentes em quase todas as áreas do Cerrado, seja em relevos planos, suave-ondulados, em chapadas ou vales. Segundo a Embrapa (2019) esses solos estão presentes nas áreas de topo até o terço médio das encostas suave-onduladas,

características das regiões de derrames basálticos e de rochas sedimentares. É notório que o solo mais comum no cerrado é da classe dos Latossolos, assim como no Triângulo Mineiro.

Os Latossolos, segundo a Embrapa (2013, p. 94), “são constituídos por material mineral, apresentando horizonte B latossólico precedido de qualquer tipo de horizonte A dentro de 200 cm da superfície do solo ou dentro de 300 cm se o horizonte A apresentar mais de 150 cm de espessura”.

De acordo com Gomes et.al, (1982) com base em 70 perfis descritos, identificaram na região do Triângulo Mineiro os seguintes tipos de solo: Latossolo vermelho-amarelo, Latossolo vermelho-escuro, Latossolo-roxo, Cambissolo, Podzólico vermelho-amarelo, que posteriormente, com as novas edições, teve sua nomenclatura alterada para (Argissolo), e Gleí para (Gleissolo). Entretendo, segundo a classificação do IBGE (2015), há os outros tipos de solo presentes na região, como os Nitossolos vermelhos e Neossolos litólicos (Figura 72).

Figura 72. Mapa pedológico do Triângulo Mineiro Alto Paranaíba



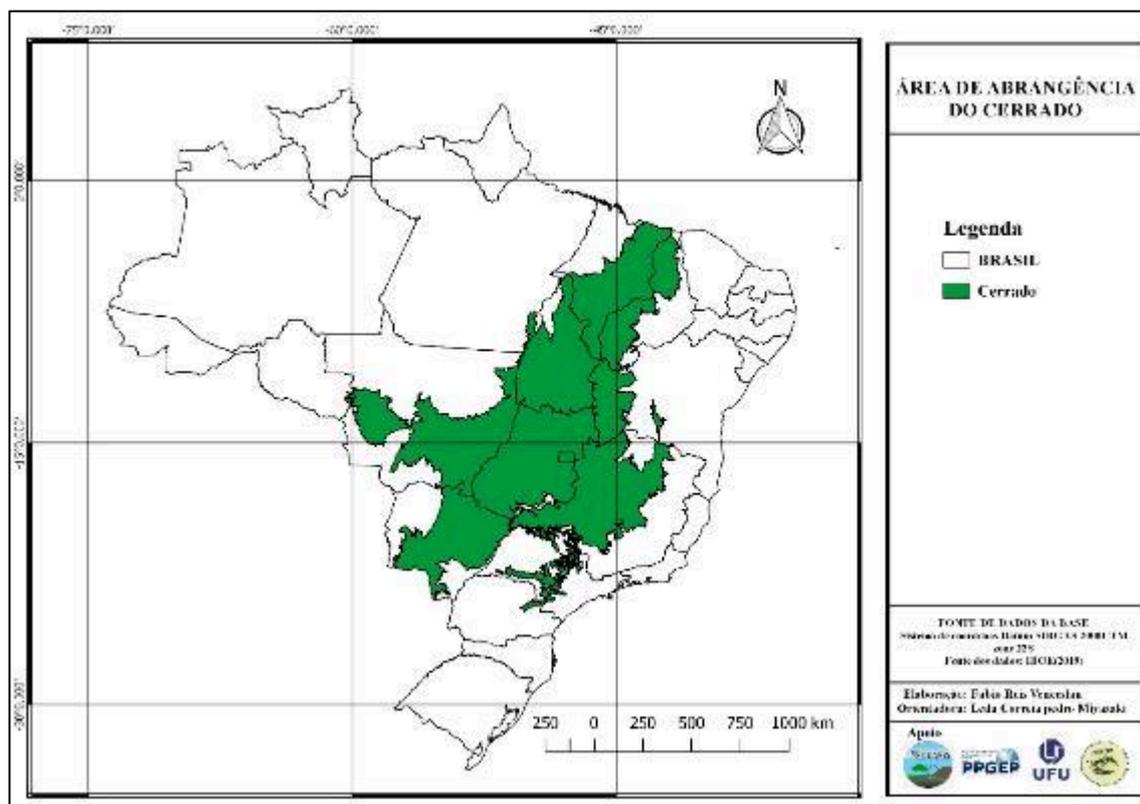
Fonte: IBGE (2015). Org: Venceslau (2019)

5.4 Vegetação

A vegetação típica do Triângulo Mineiro está inserida no Bioma Cerrado, ou melhor, no Domínio Morfoclimático do Cerrado de acordo com AB'Saber (1983). A vegetação típica do Cerrado está localizada basicamente no Planalto Central do Brasil, sendo o segundo maior bioma do país em área.

O Cerrado abrange grande parte do território nacional, (Figura 73), envolvendo os estados de Goiás, Tocantins, Maranhão, Minas Gerais, Mato Grosso, Mato Grosso Sul e Distrito Federal; ele abarca quase a totalidade destes estados. No entanto, também é possível encontrar partes disjuntas do cerrado estando presentes nos estados do Piauí, Pará, Rondônia, São Paulo (SANO, 2008).

Figura 73. Mapa do Cerrado no Brasil



Fonte: IBGE (2019). **Org:** Venceslau (2019)

O Cerrado apresenta uma variedade quanto à sua vegetação. Segundo Coutinho (1978) o cerrado do ponto de vista sensu lato pode ser classificado em campos limpos, campos sujos, campos cerrados, cerrados sensu stricto e cerradões, (Figura 74). Estas definições estão atreladas à variedade da fisionomia presente no cerrado.

Figura 74. Classificação do Cerrado sensu lato de Coutinho (1978)

Autor: Coutinho (1978)

Outro aspecto importante são os resquícios de mata atlântica encontrados nesse bioma. De acordo com Rizzini (1963), essa vegetação é identificada por muitos pesquisadores como matas ciliares ou matas de galerias, que consistem em meros prorrogações da floresta atlântica planalto adentro.

O Cerrado, como citado anteriormente, apresenta uma diversidade quanto à sua vegetação. Os elementos fisionômicos descritos acima contemplam a região do Triângulo Mineiro, logo a área de estudo deste trabalho.

5.5. Clima

No contexto histórico da sociedade, o homem sempre buscou meios de compreender o meio natural para sua subsistência e evolução. Neste âmbito, o conhecimento a respeito das variações pluviométricas não foi diferente. Diante desta premissa, Souza e Costa et. al. (2009, p.182) relata que “O conhecimento da distribuição e das variações pluviométricas, tanto no tempo, quanto no espaço é importante para os planejamentos agropecuários e dos recursos hídricos, e ainda, para estudos hidrológicos”. As observações climáticas ao longo de tempo foram fundamentais para sobrevivência do homem.

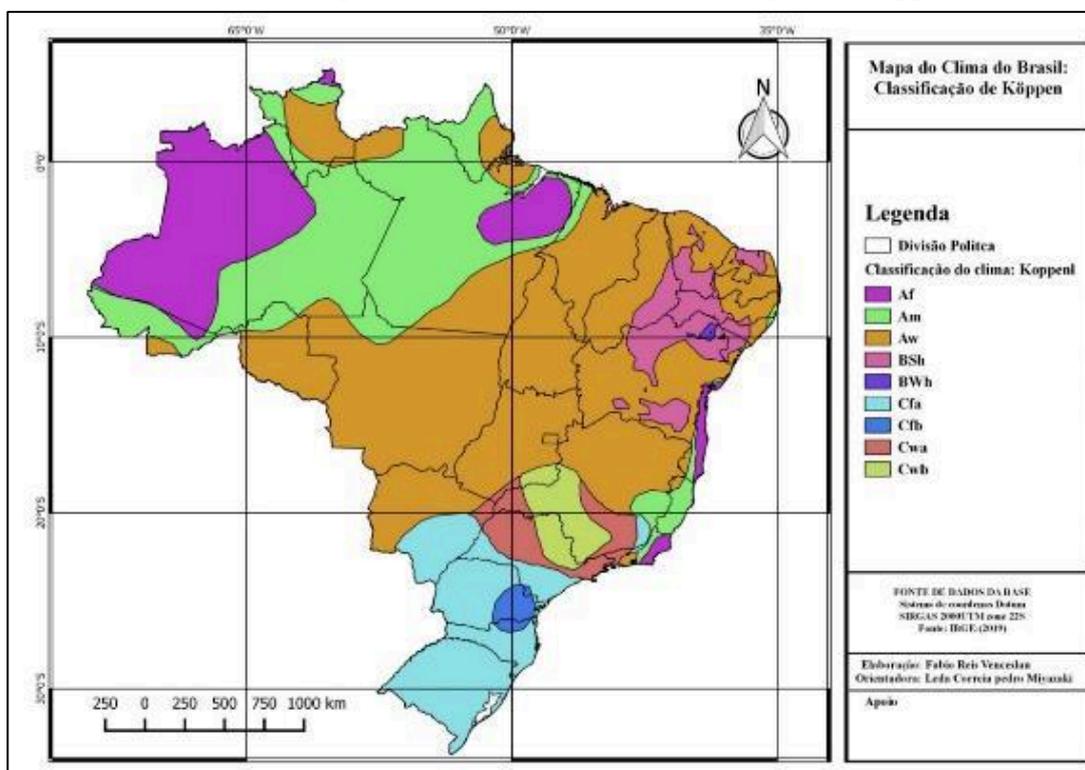
Para compreender as questões climáticas em uma determinada região, o primeiro passo é conhecer a dinâmica climática na escala global. Nesse sentido, Souza, Costa, et.al (2009, p.182) destaca que “qualquer tentativa de entendimento da dinâmica atmosférica sobre uma área deve iniciar-se com uma visão mais ampla”. Nos estudos de caráter climático deve-se partir de uma ótica geral para uma análise da área específica.

Neste contexto, para se conhecer afundo as dinâmicas climáticas, foi elaborada uma das primeiras classificações, de caráter genérico, de um sistema climático global, que foi

proposta pelo alemão Wladimir Köppen em 1900, e posteriormente no ano de 1939, aperfeiçoada junto ao pesquisador Rudolf Geiger, sendo intitulada “Classificação climática de Köppen-Geiger” (ROLIN, et.al, 2007).

A classificação climática de Köppen-Geiger na América do Sul possui cinco grupos base, e dois subgrupos³⁹. Os cinco grupos representam as zonas climáticas, levado em consideração a temperatura mais fria e a precipitação. Já o primeiro subgrupo leva em consideração precipitação distribuída sazonalmente, e o segundo subgrupo busca relacionar a variação das temperaturas do mês mais quente (MARTINS et.al, 2018). Abaixo (Figura 75) a classificação do Brasil segundo Köppen.

Figura 75. Mapa do Clima do Brasil: Classificação de Köppen



Fonte: IBGE (2019), **Org:** Venceslau (2019)

Esta classificação se pautava na questão da fitossociologia e na ecologia, relacionando o clima e a vegetação, no qual a vegetação de uma determinada área da

³⁹ Para maiores informações a respeito da temática, a obra pode ser encontrada no seguinte link: <https://hess.copernicus.org/articles/11/1633/2007/hess-11-1633-2007.pdf>.

superfície terrestre era gerada essencialmente pelo tipo de clima dominante nesta região da superfície (M. C. PEEL, et.al. 2017).

Somente a título de exemplo, a região nordeste do estado da Bahia possui a seguinte classificação BWh: de forma geral a letra B representa regiões de clima árido o W maiúsculo clima desértico com baixo volume de precipitação com média anual menor que 250mm, e por última a letra h, que discrimina a relação da temperatura sendo seco e quente.

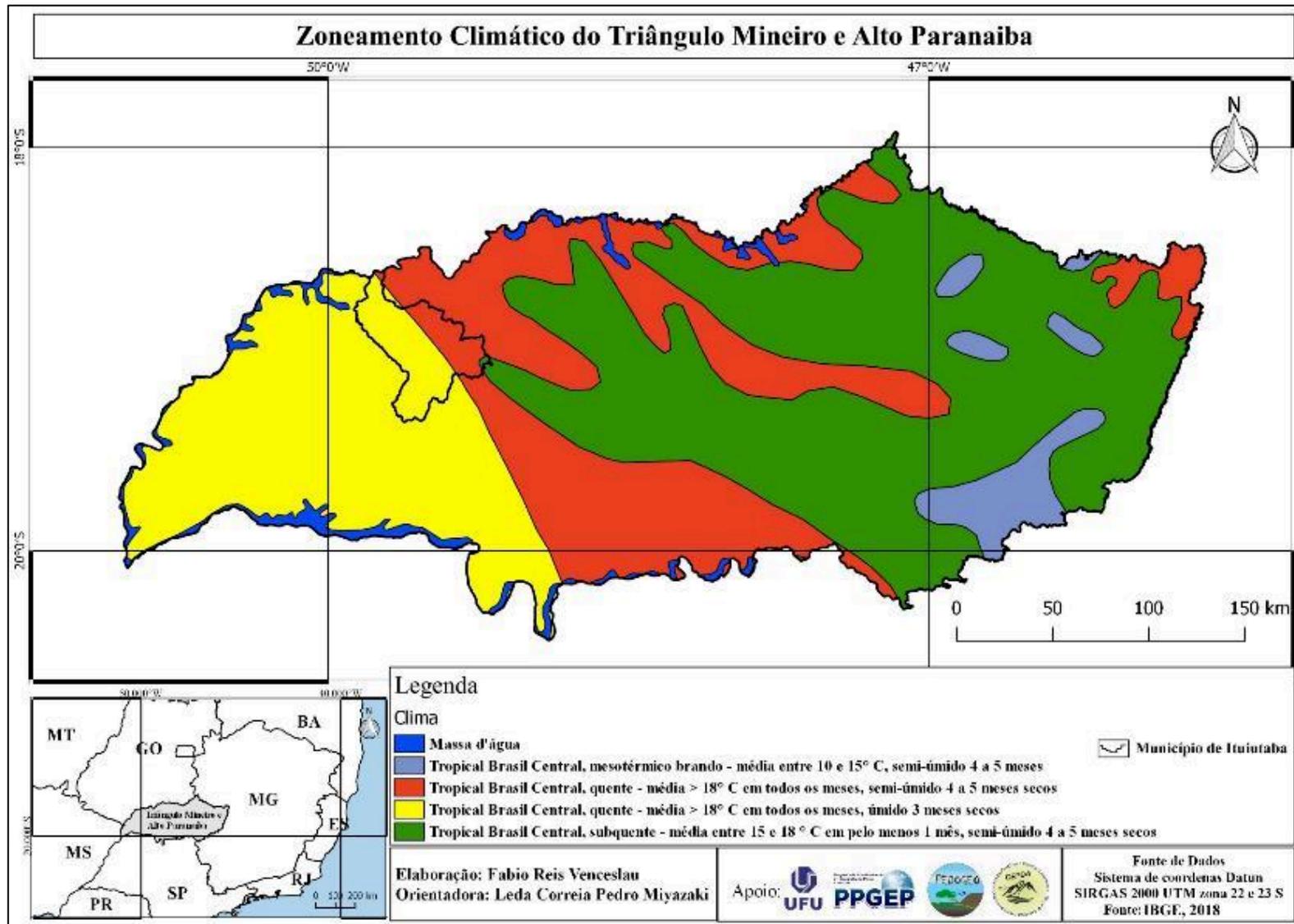
No Brasil os estudos voltados para as questões climáticas passam a ser desenvolvidos a partir do IBGE nos anos 1940, com objetivo de classificar as regiões do Brasil. No primeiro momento esta classificação pautava-se nas questões de ordenamento territorial (IBGE, 2019).

Como citado acima, para compreender a dinâmica de uma região é preciso compreender a o sistema atmosférico global. Assim, o estado de Minas Gerais foi classificado segundo o modelo de Köppen-Geiger como clima Aw (tropical com verão chuvoso e inverno seco). Esta classificação é predominante em Minas Gerais. Entretanto, Sá Junior (2009), observou de forma mais específica, em seus estudos, que o estado de Minas Gerais apresenta cinco classes climáticas (Figura 76), sendo elas:

- Am (clima de monções);
- Aw (clima tropical);
- BSh (clima semi-árido);
- Cwa (clima subtropical húmido);
- Cwb (clima tropical de altitude).

O autor destaca que para as regiões Am e BSh a representatividade de ocupação foi insignificante ou nula

Figura 76. Mapa climático do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba



Fonte: IBGE (2018). Org: Venceslau (2020)

O estado de Minas Gerais possuiu uma larga dimensão territorial e diversidade de fisiologia, assim uma análise mais específica sobre as regiões complementa os estudos seguindo o modelo de Köppen-Geiger.

Neste sentido, a porção oeste do Triângulo Mineiro foi descrita por Souza e Costa et.al (2009, p.188) como uma área que apresenta uma “estação chuvosa é bem definida no período de outubro a abril e um período seco de maio a setembro. Temperaturas médias entre 14°C em junho e 31°C em dezembro”. Isto demonstra que a classificação Aw proposta por Köppen-Geiger para esta região está de acordo com os dados apresentados pelos autores, e vai ao encontro da classificação do sistema climático de Köppen-Geiger.

5.6. Hidrografia

É reconhecida a importância e essencialidade da água para sobrevivência de qualquer forma de vida no planeta. Por outro lado, a água desempenha outras funções, tais como a retirada, transporte e deposição de sedimentos. A sua atuação no planeta pode variar dependendo do seu estado físico (líquido, sólido e gasoso) e ela pode ser encontrada em diferentes localidades da superfície terrestre.

O ciclo da água no planeta exibe uma dinâmica complexa, realizado em partes pelo ciclo da atmosfera, o qual desempenha a função de veículo transportador de água, onde ela se encontra em formas de gotículas, tendo como resultado o espalhamento, ou na forma gasosa (LEINZ, 2003).

Quando a água chega à superfície da terra, ela é drenada por uma área denominada de bacia hidrográfica. Estas bacias são fundamentais para a esculturação das formas de relevo. Isto se deve aos canais fluviais, devido a capacidade de erodibilidade que entalha o canal (LIENZ, 2003).

Um canal fluvial de primeira ordem é mais intenso, devido à energia aplicada no transporte e erosão, dando forma ao canal de V. Posteriormente, em canais de ordem superior, como segunda e terceira, a energia se encontra atuando apenas no transporte e não mais com caráter de erodibilidade. Já um canal de quarta ou quinta ordem, por exemplo, tem no curso d'água função mais deposicional em relação à força de erosão, pois os detritos são mais grosseiros e ficam depositados no vale, que fica propício a sofrer um alargamento (LIENZ, 2003).

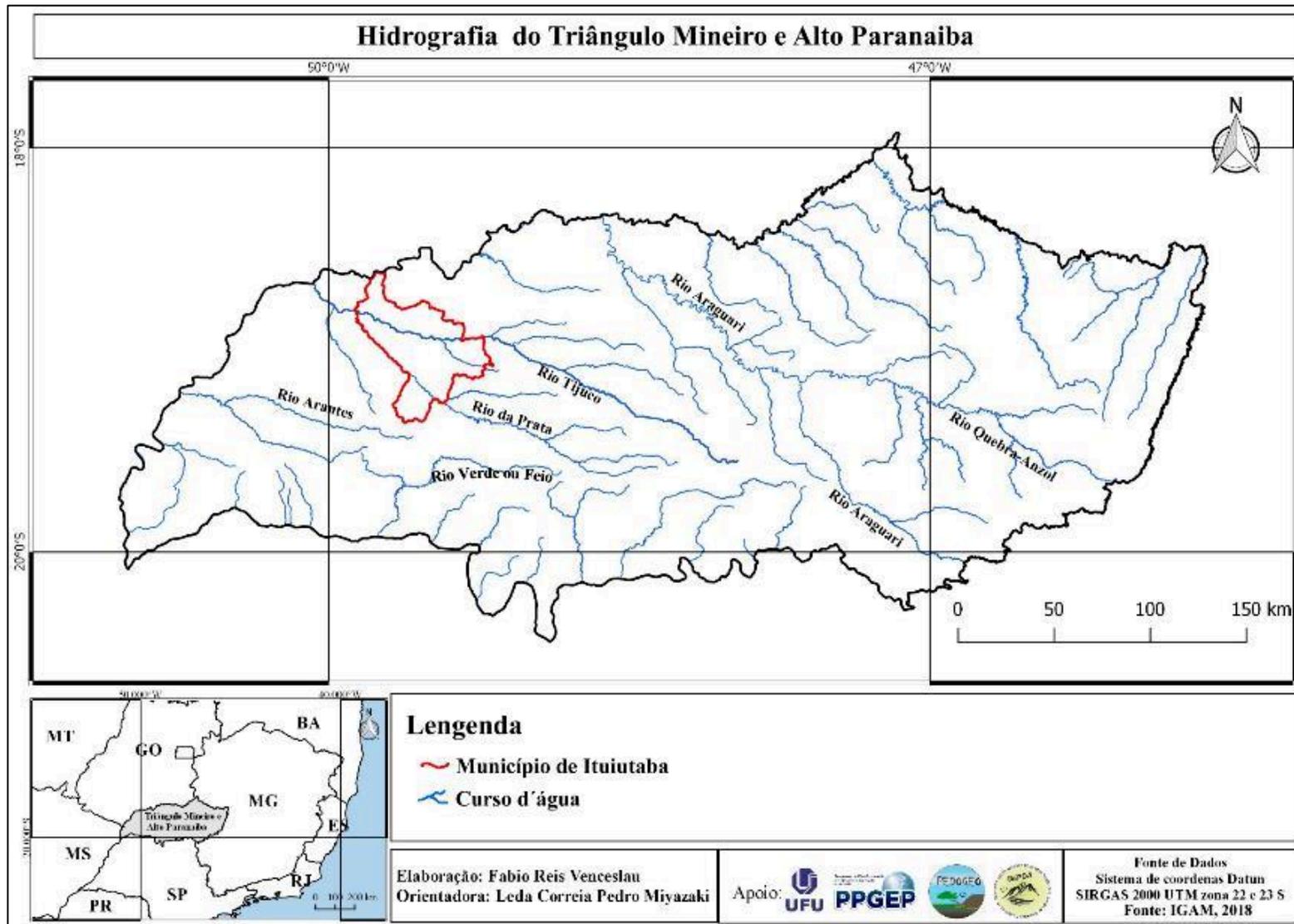
Guerra (2008) afirma que os agentes envolvidos nos cursos fluviais como erosão, transporte e deposição de material intemperizado têm por definição a relevância apresentada no canal, como velocidade e da turbulência do fluxo. Isto leva a competência de transporte do canal, onde a velocidade apresentada é lenta e uniforme. A ação erosiva por parte do canal possui pouca capacidade, transportando apenas partículas finas. No entanto, em sessões que apresentam características turbulentas o processo é inverso; o aumento da competência do curso d'água propicia o transporte de material não selecionado.

Neste viés, o Triângulo Mineiro é delimitado por dois grandes rios: rio Paranaíba e rio Grande (Figura 76). O rio Paranaíba recebe desta região um grande volume hídrico, totalizando aproximadamente 75%, o qual é formado por três bacias secundárias; rio Araguari, Tijuco e Rio da Prata. O rio Grande contempla as seguintes bacias: dos rios Verde ou Feio, rio dos Bois e rio Corrente (GOMES, et. al., 1982).

O rio Tijuco é o principal curso d'água na porção oeste desta região; consiste na principal bacia. Na porção leste o rio Araguari é a principal bacia. De modo geral, estes dois grandes rios são responsáveis pela drenagem de quase toda a região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba.

Devido ao pouco material voltado a hidrografia do Triângulo Mineiro, trabalho de forma bem sucinta apenas o rio Tijuco, pelo fato da bacia em estudo está situada neste rio. Neste sentido, a (Figura 77) apresenta os principais canais fluviais desta região.

Figura 77. Mapa dos principais cursos de água do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba



Fonte: IGAM (2018), Org: Venceslau (2019)

***6. ANÁLISE FISIAGRÁFICA,
MORFOMÉTRICA E OS MEIOS
MORFODINÂMICOS DA BACIA
HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO
SÃO JOSÉ***

Neste capítulo foram abordados aspectos fisiográficos da área de estudo a partir da análise morfométrica e hidrodinâmica, além de envolver aspectos importantes sobre as rochas, os solos, o clima, geomorfologia e o uso e cobertura da terra, e ocupação do relevo (destaque para a cobertura vegetal). Tais parâmetros foram importantíssimos na identificação dos meios morfodinâmicos da área de estudo.

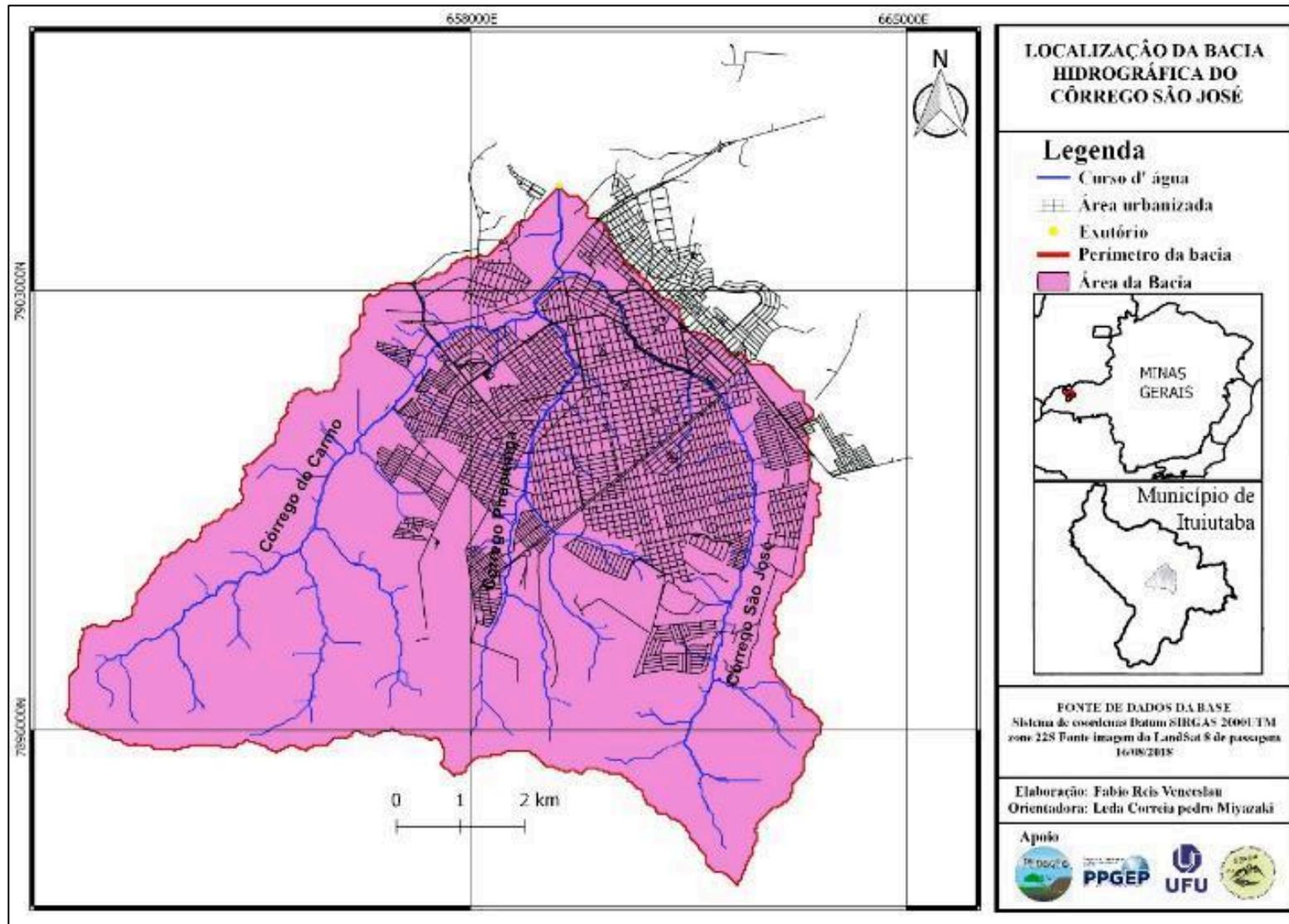
6.1. A bacia hidrográfica do Córrego São José

O município de Ituiutaba está situado na porção oeste do Estado de Minas Gerais, na região do Triângulo Mineiro. O município compreende as coordenadas geográficas 49°52'W/49°10'W e 18°36'S/19°, 21'S. A bacia do córrego São José, área de estudo, está inserida no município de Ituiutaba, possui um perímetro de aproximadamente 38,958 km e uma área de 73,628 km², ou seja, 736280 hectares (VENCESLAU e PEDRO MIYAZAKI, 2019).

Analisando a área da bacia e comparando com a área urbana do município, é importante ressaltar que aproximadamente 87% de toda a área urbana localiza-se dentro da bacia hidrográfica do Córrego São José, que possui uma importante função, sendo responsável por drenar maior parte das águas pluviais da área de estudo.

A bacia é composta por três canais fluviais, sendo o Córrego São José, Córrego Pirapitinga e o Córrego do Carmo. Todos possuem suas nascentes nas áreas mais elevadas da bacia onde se encontram os relevos do tipo tabuliforme na área rural e percorrem a área urbana da cidade até desaguar no Rio Tijuco (Figura 78), o qual é considerado como nível de base.

Figura 78. Perímetro e área da Bacia Hidrográfica do córrego São José



Autor: VENCESLAU, 2019

O Córrego São José possui grande parte das nascentes na área rural; a principal encontra-se a aproximadamente a 640 metros de altitude e sua foz a 500 metros de altitude, possuindo uma amplitude de 140 metros, sendo o nível de base da bacia o Rio Tijuco, (Figura 79).

Figura 79. Ituiutaba-MG. Canalização aberta, Av: José João Dib



Autor: Venceslau, (2019)

O canal principal foi alvo de inúmeras transformações de origem antrópica, sendo parte de seu curso canalizado, possuindo um trecho com canalização tipo fechada e outro aberta, mais precisamente, na Avenida José João Dib.

O segundo córrego presente na bacia é o Pirapitinga assim como o córrego São José, também possui sua nascente na zona rural com altitude aproximada de 630 metros e o exutório encontrado a 522 metros, com amplitude de 108 metros com extensão aproximada de 9,7km, desembocando no córrego do Carmo (Figura 80).

Figura 80. Ituiutaba-MG. Trecho do córrego Pirapitinga



Autor: Venceslau, (2019)

Este canal fluvial possui dois trechos que passaram por um processo intenso de alteração na morfologia. O primeiro trecho com alteração mais recente fica nas proximidades do Centro Turístico Camilo Chaves, popularmente conhecido como o “Lago”. Nesse local foi construído um aterro sobre o córrego, sendo edificada parte da avenida Minas Gerais, que liga os bairros Natal e Novo Tempo 2. O projeto tinha como um dos objetivos realizar a construção de um lago artificial, contemplando assim um complexo turístico com áreas de prática de esporte, parque infantis, quadras poliesportivas, pistas de caminhada, etc.

Outro canal fluvial importante é o Córrego do Carmo, cujas nascentes principais encontram-se na área rural, sendo a principal encontrada a 625 metros de altitude com o exutório encontrado a 511 metros, cuja amplitude apresentou 114 metros de diferença e possui 12,2 km de extensão (Figura 81).

Figura 81. Ituiutaba-MG. Uma das nascentes do córrego do Carmo



Autor; Venceslau, (2019)

Diferente dos outros dois canais, grande parte da sua extensão percorre a área rural. Devido a este aspecto, a instabilidade neste canal é produzida pela ação antrópica advindas da produção latifundiária para o uso das terras.

6.2. Aspectos fisiográficos da bacia

Com o intuito de compreender os meios morfodinâmicos da bacia hidrográfica do Córrego São José, foi importante realizar um levantamento bibliográfico da fisiografia da

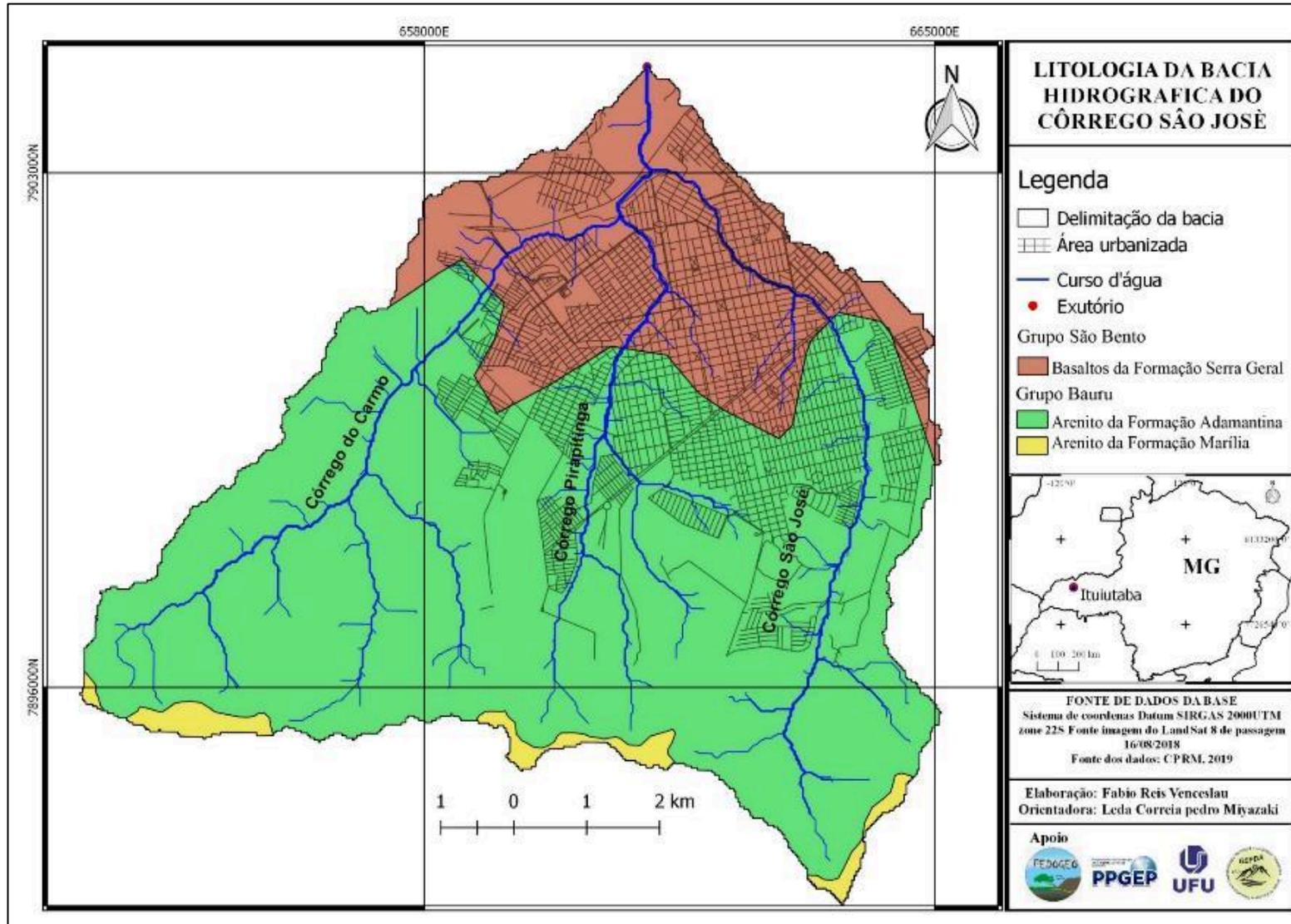
área e na sua ausência. Realizou-se, então, uma série de mapeamentos temáticos de base que trouxe uma série de informações importantes quanto a fisiografia da bacia.

6.2.1. Litologia da bacia

A litologia da bacia é composta por dois grupos sendo esses pertencentes ao Grupo São Bento, identificado pela presença dos afloramentos de basaltos da Formação Serra Geral e rochas sedimentares do Grupo Bauru, sendo identificados alguns afloramentos de arenitos da Formação Adamantina⁴⁰ e Formação Marília (Figura 82).

⁴⁰ Para caracterização da litologia local foi utilizada nomenclatura litológica Formação Adamantina ao invés de Vale do Rio do Peixe, devido aos autores que serviram de referência para esse estudo com ênfase no estudo do local.

Figura 82. Litologia da área de estudo



Autor: Venceslau, (2019)

Formação Serra Geral

A Formação Serra Geral é composta por basaltos, os quais são oriundos de derrames ocasionados no Neojurássico e Eocretáceo. O basalto é encontrado na bacia do Córrego São José nos compartimentos geomorfológicos descritos na literatura como fundos de vale, locais onde as rochas basálticas afloram.

Os afloramentos das rochas basálticas podem ser observados nos três cursos d'água da bacia, aflorando em áreas encontradas mais próximas da foz dos canais, ou seja, no baixo curso, aproximadamente entre as cotas altimétricas de 500 a 530 metros. Entretanto, alguns afloramentos podem ser observados em áreas mais a montante (Figura 83).

Figura 83. Afloramento de basalto no córrego Buritizal, afluente do córrego Pirapitinga



Autor: Venceslau (2019)

É possível observar vários afloramentos litológicos nos afluentes dos principais córregos da bacia, como os afloramentos de basaltos no Córrego Buritizal, que se encontram nas cotas altimétricas de aproximadamente 580 metros de altitude.

Grupo Bauru

O Grupo Bauru, de acordo com literatura, se consolidou a partir dos sedimentos continentais. Esta unidade morfoestrutural compõe a primeira camada estrutural que esteia e sofre diretamente as atuações dos processos morfodinâmicos pretéritos e atuais, produzindo as formas do relevo que caracteriza a paisagem da bacia hidrográfica do córrego São José.

Na bacia do córrego São José o Grupo Bauru está representado pelas Formações Adamantina e Marília, tendo em vista que, no perfil estratigráfico do Grupo Bauru, a Formação Marília sobrepõe a Formação Adamantina. Os afloramentos da Formação Marília podem ser encontrados nas áreas de nascentes dos canais fluviais, local que compõem os residuais do tipo tabulares (Figura 84).

Figura 84. Afloramento da Formação Marília no residual morro do Corpo Seco cabeça do córrego São José e córrego Pirapitinga



Fonte: Pedro Miyazaki (2019)

Devido à cimentação carbonática, fator que diminuiu a intensidade do processo de denudação ao longo do tempo geológico, foi possível, ao longo do tempo, produzir os relevos do tipo tabuliformes.

Já na Formação Adamantina, os pontos de afloramentos são de rara exposição na bacia. Isto se dá devido o processo evolutivo da pedogênese, cuja área é constituída, na sua grande parte, de solos do tipo Latossolos Vermelho, cuja característica principal é a presença de um profundo manto de intemperização.

Do ponto de vista da morfodinâmica, na qual a morfoescultura do relevo é formada, as rochas desempenham papel fundamental. Entretanto, o comportamento da desagregação das partículas presentes nas rochas está relacionado ao material de origem, declividade, vegetação e principalmente com os eventos morfoclimáticos.

Tendo visto que a área de estudo está inserida em uma região de clima tropical úmido, a ação do intemperismo químico nas rochas é favorecida. Estas condições são

expressas no tipo de solo presente na bacia, os Latossolos e os Nitossolos, os quais têm por características serem solos mais desenvolvidos e profundos, aspecto este atrelado ao material de origem: rochas ígneas (basalto) e sedimentares (arenitos).

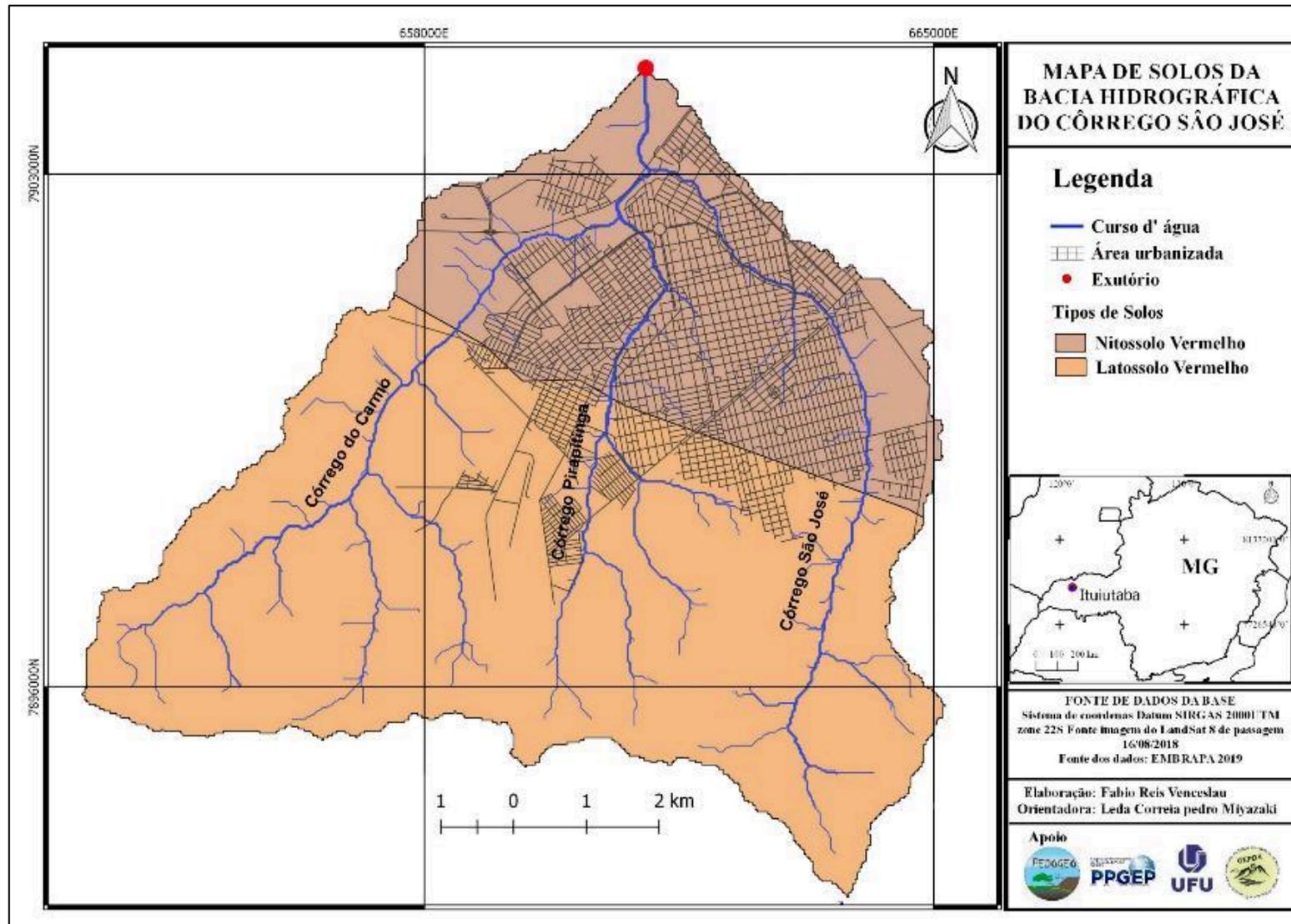
Os meios morfodinâmicos presentes nestas estruturas rochosas devem ser avaliados de forma pontual, levando em consideração o clima, declividade e vegetação. A complexidade proporcionada pelos agentes presentes na litosfera pode produzir meios morfodinâmicos diferentes em áreas com o mesmo tipo de rocha.

6.2.2. Pedologia

Devido ao pouco material sobre a pedologia da área de estudo, a única referência literária que está disponível encontra-se na carta de solos da Embrapa na escala de 1: 500.000 do ano de 1999, a qual, por motivos de grandeza escalar, despreza, ou seja, generaliza outros tipos de solo que compreendem pequenas áreas, destacando-se apenas Latossolos Vermelho e Nitossolos Vermelho (Figura 85).

Os Latossolos Vermelho são solos bem desenvolvidos com grandes profundidades e com excelente grau de porosidade, chegando a possuir valores entre 50-60%. Isto favorece a infiltração da água, contribuindo para uma boa drenagem (EMBRAPA, 2019).

Figura 85. Mapa pedológico da área de estudo



Autor: Venceslau, (2019)

Os Nitossolos Vermelho são formados por rochas basálticas, diabásio, rochas calcáreas e até mesmo por gnaisses e charnoquitos. Geralmente são solos profundos que possuem boa drenagem e apresentam as cores que oscilam entre o vermelho ao brumado, com presença de argila de atividade baixa (EMBRAPA, 2019).

Devido a incipiente existência de textos científicos que abordam a pedologia local, foram citadas e descritas apenas algumas classes de solos identificadas em dois mapeamentos que privilegiam as pequenas escalas, sendo esses o mapeamento realizado pela EMBRAPA (1980) e o mapeamento atualizado pela Universidade Federal de Viçosa (2010).

Na presente bacia, e conforme a espacialização dos mapeamentos que serviram de base de estudo, juntamente com os trabalhos de campos, foi possível encontrar na bacia os Latossolos Vermelho, Nitossolos, Cambissolos, Argissolos e Neossolos, Gleissolos (PEDRO MIYAZAKI, 2017).

Os Cambissolos, diferentemente dos Latossolos, são solos que podem apresentar características heterogênicas, podendo ser pouco ou muito desenvolvidos. Tais solos oscilam entre solos rígidos na sua composição estrutural a solos com boa drenagem. Estes fatores estão ligados diretamente com o tipo de clima e relevo da localidade (EMBRAPA, 2019).

Os Argissolos são solos com evolução avançada. Entretanto, apresentam no processo de ferralitização atuação incompleta, com concentração de argila nas primeiras camadas principalmente o horizonte B com alta atividade ou baixa. A transição entre estes dois horizontes pode ser abrupta ou gradual (EMBRAPA, 2019).

Os solos do tipo Neossolos apresentam baixa definição do horizonte B, pois são solos pouco desenvolvidos. Estão em processo de formação com fraca atuação da pedogênese ou pela característica estrutural da rocha de origem (EMBRAPA, 2019).

Os Gleissolos são solos hidromórficos, e passam muito tempo ou períodos sobre influência do acúmulo de água. Não necessariamente podem apresentar textura arenosa em todos os seus horizontes, e devido ao processo de gleização podem manifestar algumas cores acinzentadas, azuladas ou esverdeadas (EMBRAPA, 2019).

O material pedológico da área tem como base as rochas basálticas e areníticas. Os Latossolos e Nitossolos oriundos do basalto são solos bem desenvolvidos e com boa drenagem. Entretanto, estes fatores podem ser um agravante para a incidência do surgimento

dos processos erosivos em locais sem a presença da cobertura vegetal, ficando susceptíveis a erosão (Figura 86).

Figura 86. Processo de erosão em sulco no córrego Pirapitinga



Autor: Venceslau, (2019)

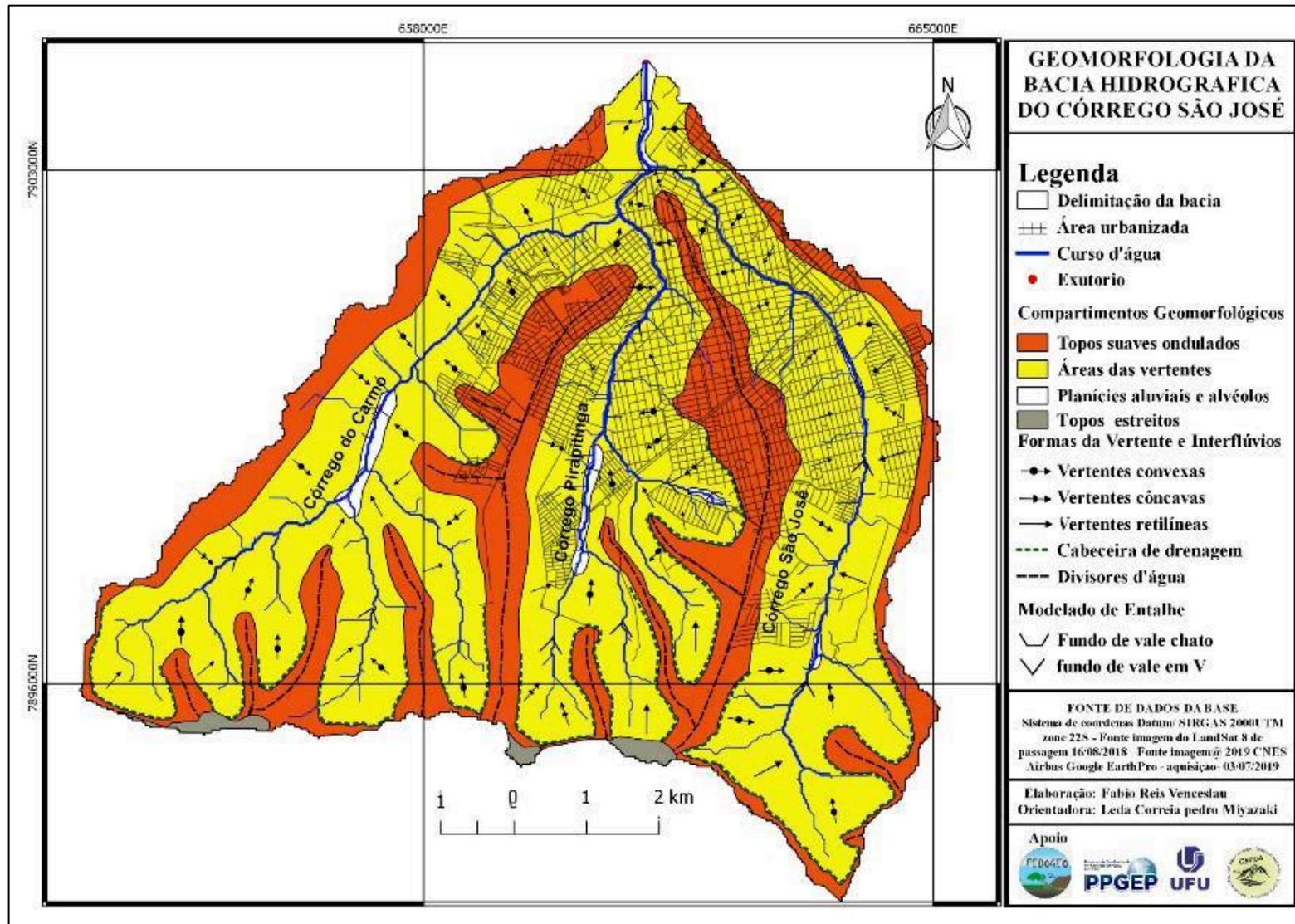
As erosões lineares são bastante presentes na bacia e podem ser encontradas nos tipos sulcos, ravinas e voçorocas.

6.2.3. A compartimentação geomorfológica

A espacialização dos compartimentos geomorfológicos da área de estudo forneceu um material inédito bastante detalhado da bacia, pois especializou-se em três importantes compartimentos do relevo que são indispensáveis para compreender a morfodinâmica da área de estudo, sendo esses os topos, as vertentes e os fundos de vale (Figura 87).

Observando o relevo da bacia hidrográfica do Córrego São José é possível identificar duas formas que se destacam na paisagem, sendo esses o relevo de colinas e os relevos tabuliformes.

Figura 87. Espacialização dos compartimentos geomorfológicos da área de estudo



Autor: Venceslau, (2019)

As colinas possuem características convexas, com grau de elevação baixa não perpassando os 50 metros (Figura 88). Estes aspectos suaves e baixos são reflexos dos processos denudacionais decorrentes do tempo geológico. Um fator que contribui para esta morfologia está ligado à litologia da área, que é constituída por rochas sedimentares da Formação Adamantina, sendo bastante friáveis ao processo de denudação.

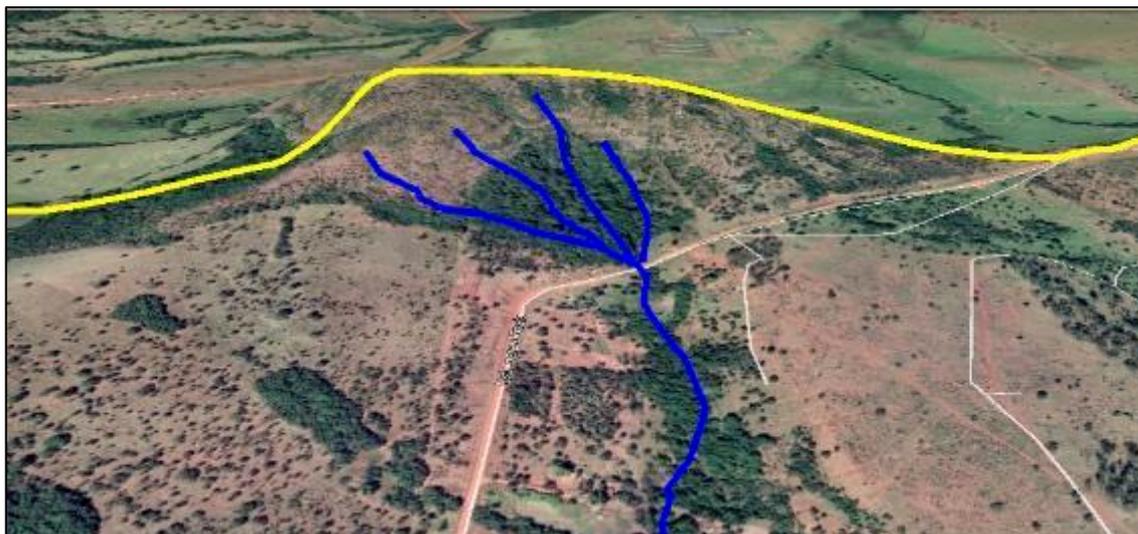
Figura 88. Colina com topo amplo suavemente convexo (representada pela linha amarela) e drenagem dos cursos d'água (linhas azuis) da bacia hidrográfica



Fonte: Imagem 2020- Maxar Technologies – Google Earth

Nas partes onde se localizam as cabeceiras dos canais, estão presentes os relevos residuais. Neste local se identificou outro tipo de relevo suave e que apresenta leve inclinação nos topos, apresentando-se quase planos e com abrupta inclinação nas vertentes. Este tipo de forma de relevo da bacia foi denominado por Pedro Miyazaki (2017) como relevos residuais do tipo tabuliformes, sendo considerado como áreas que resistiram ao intenso processo de denudação (Figura 89).

Figura 89. Relevo residual do tipo tabuliforme – Morro/Serra do Corpo Seco-alto curso da bacia



Fonte: Imagem 2020- Maxar Technologies – Google Earth

Os residuais do tipo tabuliforme configuram a segunda forma relevo e estão presentes nas áreas mais altas da bacia, onde se encontram as nascentes. São áreas que se destacam na paisagem, apresentando-se como feições semelhantes a mesas e possuindo topo plano e vertentes íngremes. Os topos do relevo tabuliforme, ou também chamados de residuais, são planos e ramificados, se estendendo e formando uma área alongado e, ao mesmo tempo, estreita (divisor de água da bacia).

Destacando os aspectos de cunho morfoestrutural, os residuais possuem estrutura plano-paralela e camadas horizontais com leve inclinação sub-horizontal. As rochas do tipo sedimentares existentes nestas estruturas apresentam na sua composição alternância na sua resistência.

Com a elaboração do mapeamento dos compartimentos geomorfológicos da bacia foi possível descrever quatro áreas morfológicas, sendo estas: a) As áreas de topos amplos suavemente ondulados das colinas convexas, b) Áreas das vertentes côncavas, convexas e retilíneas, c) Áreas das planícies aluviais e alvéolos, d) Áreas dos topos estreitos suaves e ondulados dos relevos residuais do tipo tabuliforme.

a) *Áreas dos topos amplos suavemente ondulados das colinas convexadas,*

Esta área se estende por grandes parcelas da bacia, sendo caracterizada por um topo suave e ondulado (Figura 90). Distingue-se por apresentar feição de espigão divisor de águas ramificado (representados na carta com tracejado de cor preta). Um dos aspectos importantes deste domínio é a presença do divisor de água que a distribui para os principais canais da bacia, dividindo-as para as sub-bacias hidrográficas existentes na unidade de análise.

Figura 90. Área de topo suavemente ondulados



Autor: Venceslau, (2019)

b) *Área das vertentes côncavas, convexas e retilíneas,*

Sobre as vertentes foram identificadas três formas: as vertentes côncavas, as convexas e as retilíneas. Estas formas possuem atributos diferentes de acordo com a sua morfologia. As vertentes côncavas são capazes de concentrar as águas pluviais, chegando a produzir pequenas erosões como sulcos e contribuir para o escoamento difuso. As vertentes convexas, devido à sua forma, possibilitam a dispersão das águas pluviais, favorecendo a infiltração. Já as vertentes retilíneas são encontradas em locais com grandes extensões e propiciam o escoamento superficial; este aspecto pode dar origem as formas erosivas lineares na vertente (Figura 91).

Figura 91. Vertente do tipo retilínea

Autor: Venceslau, (2019)

c) A área das planícies aluviais e alvéolos

Na bacia, esta morfologia é identificada nos fundos de vales, formando as planícies aluviais, cujas características estão associadas às morfologias de vale em berço (Figura 92), e também em formato de V, sendo mais estreitas e encaixadas nos solos e rocha. Esta singularidade facilita a retificação e canalização do canal fluvial em V, gerando instabilidade na dinâmica fluvial dos cursos d'água que compõe a bacia.

Figura 92. Planície aluvial no córrego Pirapitinga

Autor: Venceslau, (2019)

A construção de vias urbanas em áreas de planícies de inundação impermeabiliza o solo, o que dificulta a infiltração da água e facilita o escoamento superficial, ocasionando erosões ao longo da vertente.

d) Áreas dos topos estreitos suaves e ondulados dos relevos residuais do tipo tabuliforme

O último compartimento geomorfológico descrito na bacia refere-se ao relevo residual. Os relevos residuais são encontrados nas áreas mais elevadas da bacia, onde se encontram as nascentes dos canais (Figura 93).

Figura 93. Residual tabuliforme “Serra do Corpo Seco” / bacia do córrego São José



Autor: Venceslau, (2019)

As vertentes desse relevo residual possuem, em algumas áreas, rampas de colúvios (Figura 94), consideradas depósitos de sedimentos que passaram pelo processo de intemperismo e foram lixiviados pela ação gravitacional, consolidando o material depositado ou de deposição não recente. Este material tem característica heterogêneo com presença de vegetação. Outro aspecto identificado são as estruturas em camadas plano-paralelo, indicativo de alternância da resistência litológica da Formação Marília, destacam-se as cornijas.

Figura 94. Rampas de colúvios “Serra do Corpo Seco”



Autor: Pedro Miyazaki (2019)

Também é possível identificar nesse relevo vertentes bastante íngremes, com mais de 30% de inclinação e exposição da rocha.

6.3 Análise dos parâmetros geomorfométricos da bacia hidrográfica do Córrego São José

As informações derivadas dos parâmetros morfométricos, que na perspectiva da morfodinâmica são denominados parâmetros geomorfométricos, ou associadas a outros procedimentos metodológicos são de grande valia para o planejamento urbano e a gestão ambiental. Pesquisas voltadas a essa temática podem ajudar no ordenamento territorial, na medida em que fornecem informações e dados importantíssimos para o conhecimento dos sistemas em questão e dão subsídio para um melhor direcionamento das ações de planejamento, servindo como ponto de partida para a definição e elaboração de indicadores ambientais por meio de parâmetros.

Os principais parâmetros morfométricos utilizados para analisar a dinâmica, ou seja, a morfodinâmica de uma bacia hidrográfica são: área e perímetro da bacia, comprimento axial, comprimento do canal principal, padrão de drenagem, hierarquia fluvial, Fato de forma; largura da bacia, número de nascentes, número de canais, Índice de Circularidade; Fator forma, somatório de todos os canais, Densidade de Drenagem, Coeficiente de manutenção, Relação de bifurcação, Densidade do rio, Índice de rugosidade,

Declividade, Razão do relevo, hipsometria da bacia, Maior e menor altitude, amplitude da bacia, Índice de sinuosidade

No entanto, para que as análises fossem melhor analisadas, os parâmetros foram divididos em três grandes grupos, tais como características geométricas da bacia, a rede de drenagem e morfometria do relevo (Tabela 1).

Tabela 1. Parâmetros geométricos da bacia hidrográfica do córrego São José-MG

Dados obtidos 2012	Resultados/Unidades de medida
Área da bacia (A)	73.628 Km ²
Perímetro (P)	38,958Km
Comprimento axial (sentido Norte-Sul)	11,7 Km
Comprimento do Canal principal – Córrego São José	13,2 Km
Padrão de drenagem	Dendrítico
Hierarquia fluvial	4 ^a ordem
Fator forma	0,42
Largura da bacia	8,78 km
Número de nascentes	89
Número de canais	108
Índice de circularidade	0,61
Fator forma	0,53

Elaboração: Autores (2019)

A bacia possui uma **área** de 74.3km², com um **perímetro** de 56,4 Km, sendo considerada uma bacia de médio porte no município. A bacia possui **108 canais**, sendo **89 de primeira ordem, onde encontram-se as nascentes**⁴¹, ressaltando que os canais perenes e intermitentes foram levando em consideração dentro deste contexto. A bacia é formada por mais dois canais principais, sendo o córrego Pirapitinga e do Carmo. Estes, por sua vez, tributários do rio Tijuco, que deságua no rio da Prata. A bacia é formada por mais dois canais

⁴¹ As nascentes foram quantificadas a partir do uso de técnicas de geoprocessamento, não foi realizado um trabalho de campo em todas as áreas identificadas como nascentes, necessitando assim a necessidade de futuros trabalhos para verificar se realmente são nascentes ou apenas pontos iniciais de canais de escoamento.

principais, sendo o córrego Pirapitinga e do Carmo. Estes, por sua vez, tributários do rio Tijuco, que deságua no rio da Prata.

Seguindo os critérios apontados por Shtraler (1974) para se identificar o **canal principal de uma bacia**, foram analisados os comprimentos dos cursos d'água, desde a desembocadura até a nascente mais distante (Figura 94. p.153), medidos como a soma dos comprimentos dos seus ligamentos.

Partido desta premissa o córrego que possui maior comprimento é o **Córrego São José**, apresentando **12,5 km de extensão**. O Córrego São José possui grande parte das nascentes na área rural, sendo a principal encontrada a aproximadamente 652 metros de altitude e sua foz a 491 metros de altitude, possuindo uma amplitude de 161 metros, sendo o nível de base da bacia o Rio Tijuco.

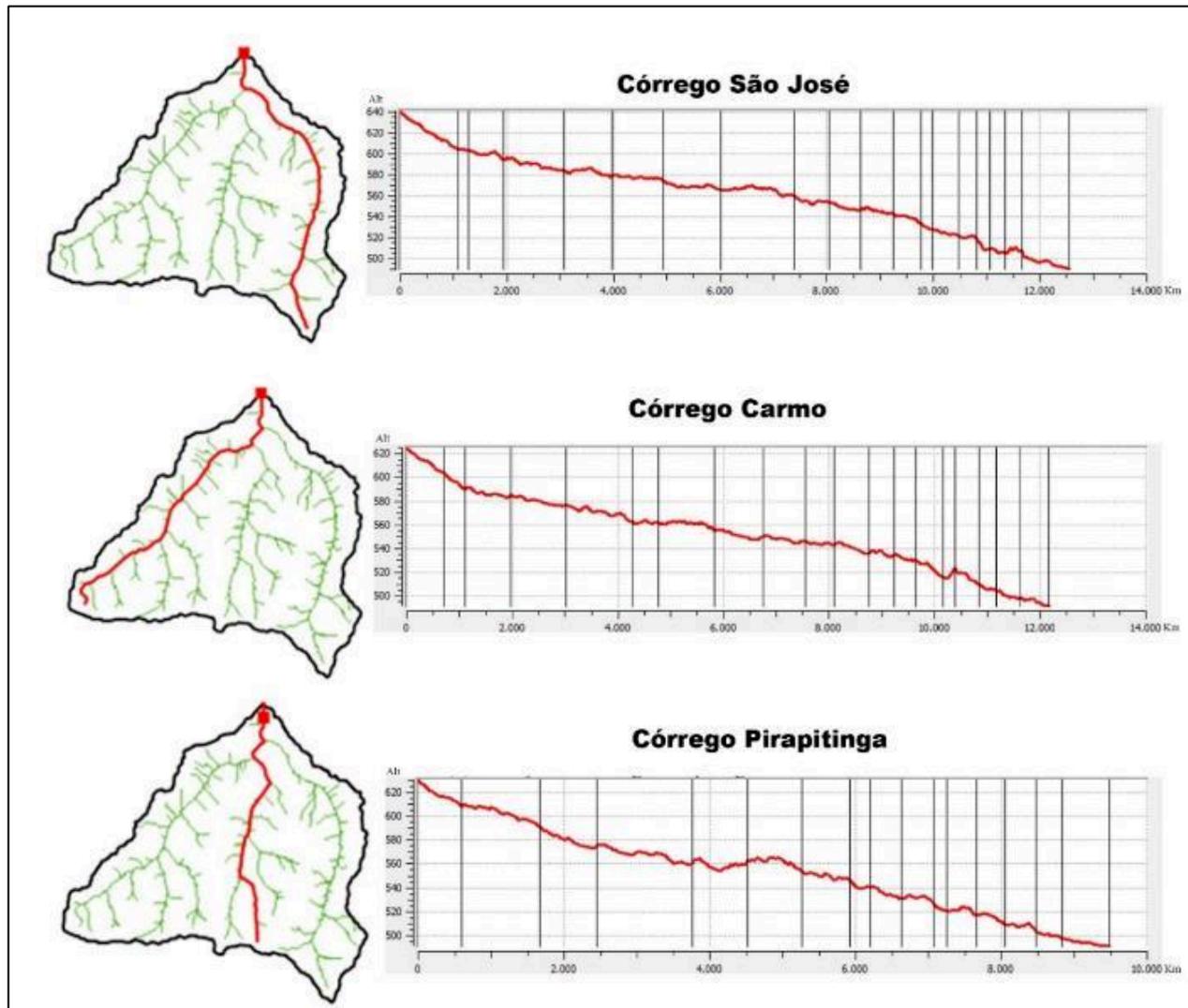
Para determinar o canal principal, optou pelo modelo de Shreve, (1974), que destaca o aspecto de maior extensão dentro da bacia, o que considera a desembocadura até determinada nascente (Figura 95. p.153).

Com o perfil de elevação dos canais, se obteve as distâncias, assim como pontos altimétricos das nascentes dos cursos d'água. Com estes dados foi possível determinar a amplitude altimétrica de 210 metros, os pontos mais altos e o ponto mais baixo da bacia. No entanto, existem outros parâmetros para determinar o canal principal, como foi apresentado no referencial teórico. Cabe o pesquisador selecionar o melhor parâmetro a ser utilizado para aplicar no seu estudo e obter o melhor resultado que condiz com a realidade investigada.

O canal principal foi alvo de inúmeras transformações de origem antrópica, sendo parte de seu curso canalizado, possuindo um trecho com canalização fechada e outra aberta. O leito maior foi totalmente impermeabilizado nesse trecho canalizado, onde foi construída a Avenida José João Dib.

O segundo córrego presente na bacia é o **Pirapitinga que**, assim como o córrego São José, possui sua nascente na zona rural, com altitude aproximada de 658 metros e o exutório encontrado a 527 metros, com amplitude de 131 metros com extensão de **9,5 km** da desembocando no córrego do Carmo. Este canal fluvial possui dois trechos que passaram por um processo intenso de alteração na morfologia. O primeiro trecho com alteração mais recente fica nas proximidades do Centro Turístico Camilo Chaves, popularmente conhecido como o "Lago". Nesse local foi construído um aterro sobre o córrego, sendo edificado parte da Avenida Minas Gerais, que liga os bairros Natal e Novo Tempo 2.

Figura 95. Paramentos de distância e altitudes dos canais da bacia



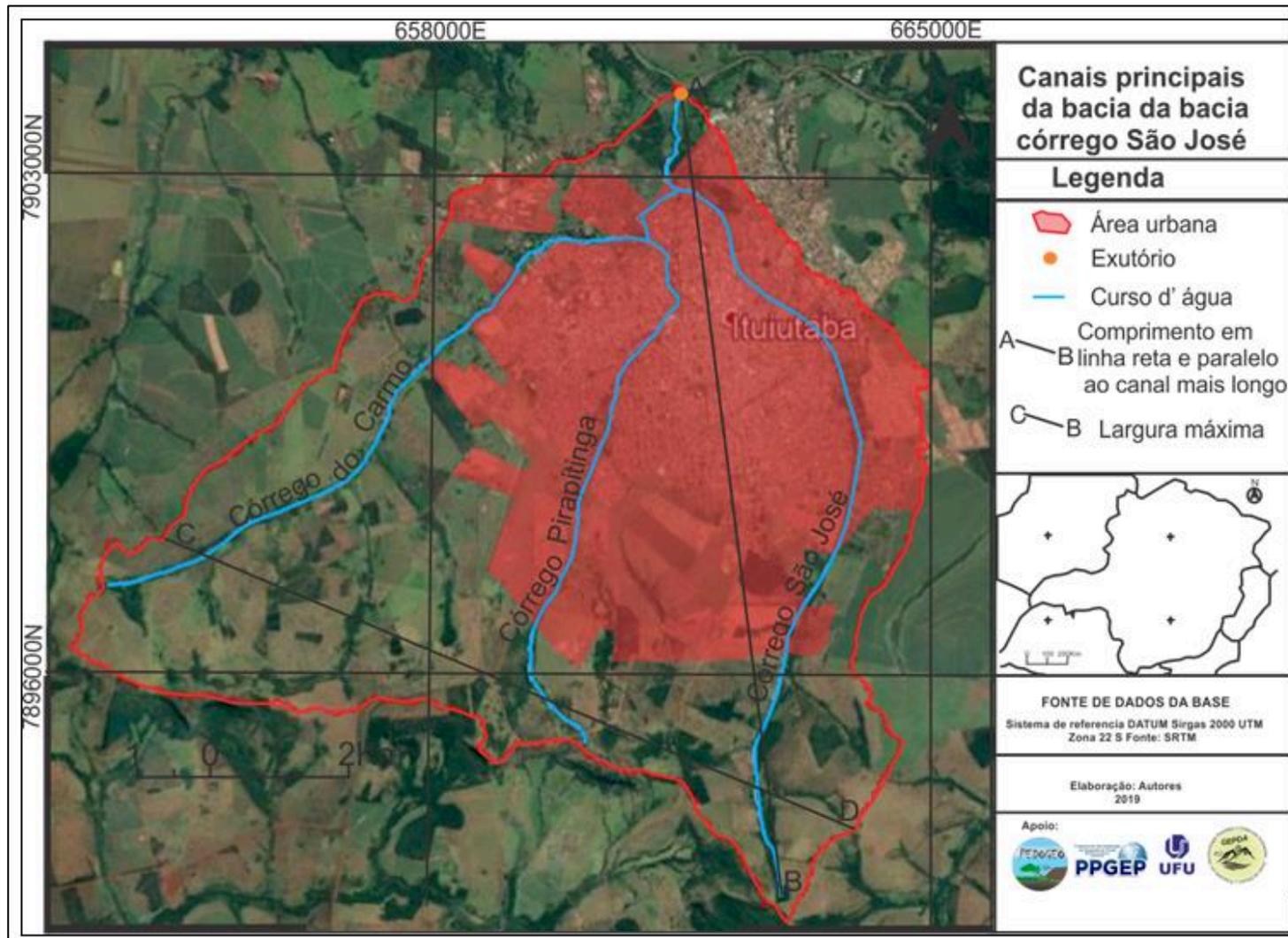
Autor: Venceslau, (2019)

O projeto tinha como um dos objetivos realizar a construção de um lago artificial, contemplando assim um complexo turístico com áreas de prática de esporte, parque infantil, quadras poliesportivas, pistas de caminhada, etc.

Outro canal fluvial importante é o **Córrego do Carmo**, cujas nascentes principais encontram-se na área rural, sendo a principal situada a 608 metros de altitude com o exutório encontrado a 513 metros, cuja amplitude apresentou 95 metros de diferença e possui **12,2 km de extensão**. Diferente dos outros dois canais, grande parte da sua extensão percorre a área rural. Devido a este aspecto, a instabilidade neste canal é produzida pela ação antrópica advindas das práticas agricultura e agropecuária.

O **padrão de drenagem** da bacia é do tipo dendrítico (Figura 96), sendo também identificado por alguns pesquisadores como arborescente, por ser semelhante a uma árvore, apresentando-se como um padrão que se desenvolve sobre estruturas rochosas de resistência uniforme ou em estruturas sedimentares horizontalmente distribuídas (CHRISTOFOLETTI, 1980). Tal definição está compatível com as estruturas geológicas encontrada na bacia, por se tratar do Grupo Bauru, Formação Adamantina, Formação Marília e Formação Serra Geral.

Figura 96. Carta dos canais principais e extensão do canal-nascente e maior largura



Elaboração: Pedro Miyazaki; Venceslau (2019)

Analisando o tipo de substrato rochoso da bacia e o comportamento e forma dos canais fluviais foi possível classificá-la como uma bacia de 4º ordem (Figura 97 p. 157), o que demonstra ser medianamente ramificada, com um ineficaz sistema de drenagem de acordo com critérios de Strahler (1957), que estabelece que quanto mais ramificada a rede hidrográfica da bacia, mais eficiente será o sistema de drenagem.

O **comprimento axial** da bacia foi de 11,6 Km, no sentido norte-sul da bacia, ou seja, considerando o exutório ao norte e a nascente principal ao sul. Este foi medido em linha reta, desde o exutório até a nascente mais a montante da bacia, no sentido norte-sul, ou seja, o comprimento (Figura 95, seguimento A-B, p. 155).

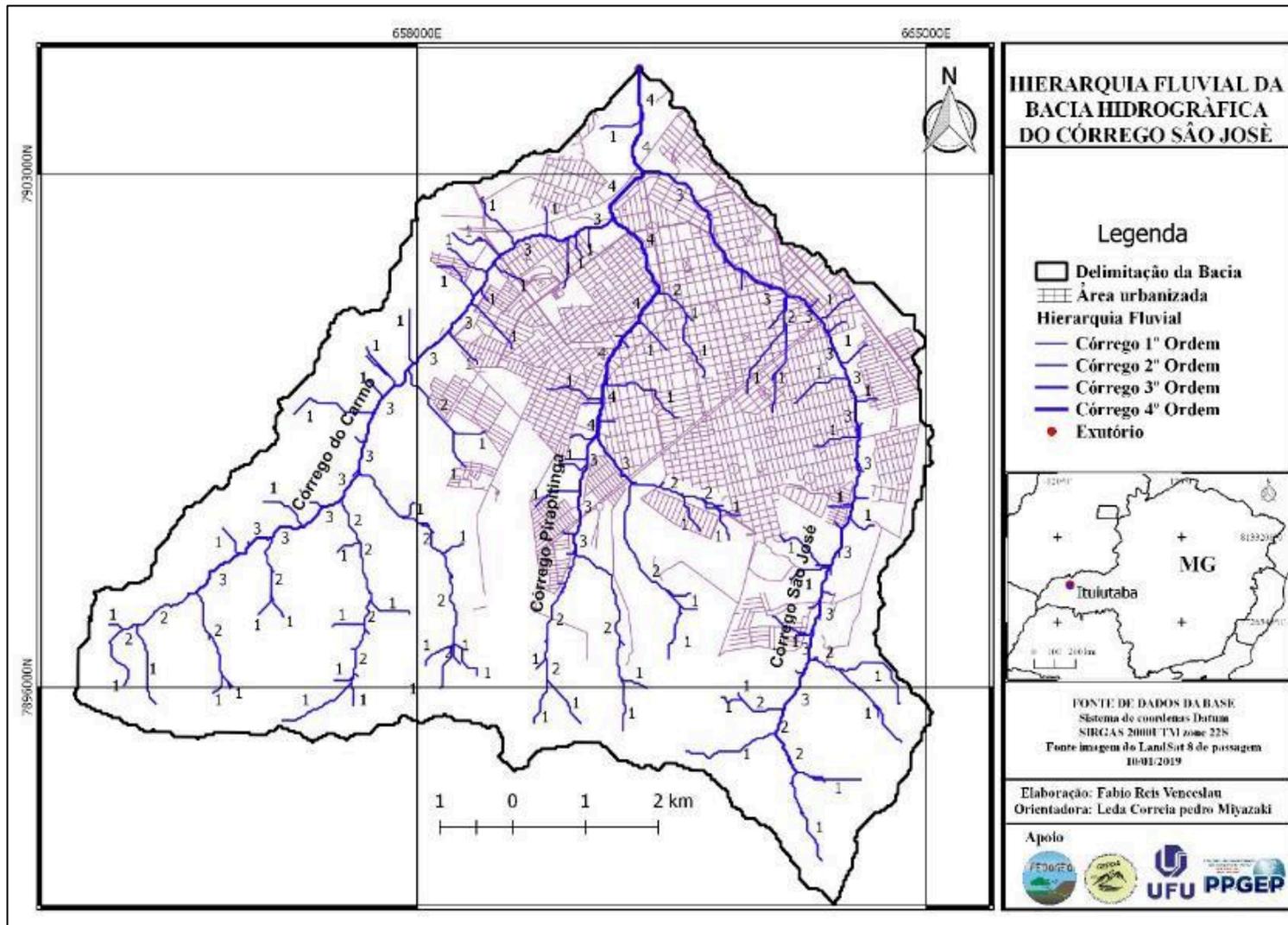
Para determinar a **número de canais na bacia** foi adotado o modelo de Strahler (1952), cuja bacia apresentou 89 canais de 1ª ordem, 14 de 2ª ordem, 4 de 3ª ordem e o canal principal de 4ª ordem (Tabela 2).

Tabela 2. Quantidade de rios na bacia hidrográfica do córrego São José-MG

Ordem	Strahler (1952)
1ª	89
2ª	14
3ª	4
4ª	1

Elaboração: Pedro Miyazaki; Venceslau (2019)

Figura 97. Padrão de drenagem e hierarquia fluvial da bacia hidrográfica do Córrego São José



Autor: Venceslau, (2019)

Também foi possível obter o valor da **largura da bacia** que corresponde aproximadamente ao médio curso, no sentido leste-oeste que foi 11,7 km. Este foi medido em linha reta, identificando a maior distância observada entre os divisores de água da bacia, ou seja, a maior largura (Figura 95, seguimento C-D, p. 155).

O **índice de circularidade** (I_c) da bacia, segundo Miller (1953, apud CHISTOFOLETTI, 1980), indica suscetibilidade de uma bacia sofrer enchentes. Isso ocorre quando o resultado for mais próximo ao número 1. Assim, o parâmetro foi calculado pela equação abaixo:

$$IC=12,57*A/p^2$$

Onde $IC=$ é o índice de circularidade, $A=$ área de drenagem (Km^2), $P=$ perímetro (Km).

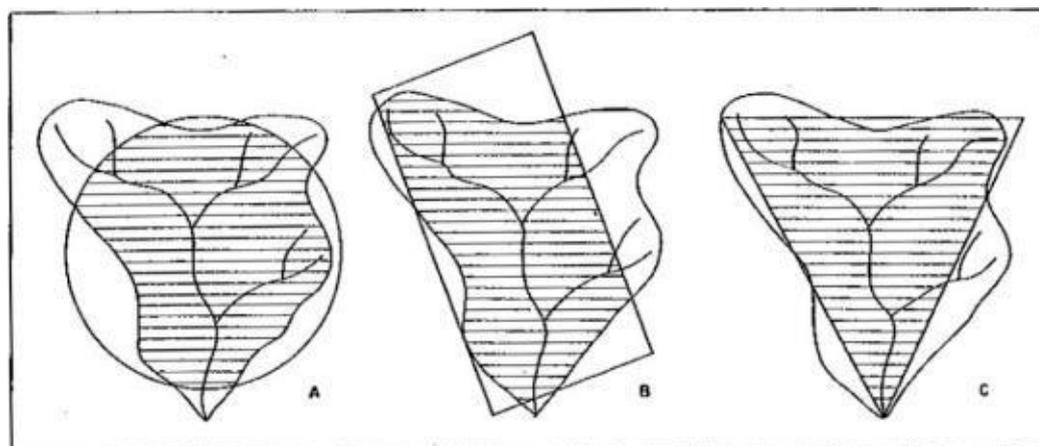
O índice de circularidade (I_c) da bacia resultou no valor de 0,61, o que indica que a bacia possui uma forma aproximadamente redonda.

O **Fator de Forma (F)** da bacia relaciona a forma da bacia com a de um retângulo (Figura 98-b), que corresponde a razão entre a largura média e o comprimento axial da bacia (da foz ao ponto mais longínquo do espigão), sendo calculado a partir da seguinte expressão:

$$F= A/L^2$$

Onde $F=$ fator forma, $A=$ área de drenagem em (km^2), $L=$ comprimento do eixo da bacia (Km).

Assim, a análise resultou no valor de 0,42, ou seja, a bacia possui tendência mediana a enchente, tendo visto que o valor está na metade entre 0 e 1.

Figura 98. Modelos de formas de bacia hidrográficas

Fonte: Christofolletti (1980)

Segundo Christofolletti (1980), esta forma propicia um bom escoamento da água. Entretanto, podem ocorrer chuvas intensas e, desta forma geral, enchentes em determinados pontos da bacia.

A bacia circular apresenta um “maior risco de provocar enchentes súbitas no canal principal quando precipitações intensas afetam toda a extensão da bacia, pois o porte de água no canal fluvial, procedente das vertentes e dos tributários, tende à simultaneidade, concentrando-se num espaço de tempo (pico de vazão ou deflúvio)” (TORRES; MACHADO, 2012, p. 60-61). Segundo Christofolletti (1980), esta forma propicia um bom escoamento da água. Entretanto, podem ocorrer chuvas intensas e enchentes em determinados pontos da bacia.

Em seguida aos resultados obtidos, envolveu-se o segundo grupo, com análises das características da rede de drenagem (Tabela 3):

Tabela 3. Parâmetros geométricos da rede de drenagem da bacia hidrográfica do córrego São José-MG

Dados obtidos 2012	Resultados/Unidades de medida
Somatória de todos os canais (Lt)	97,42 Km
Densidade da drenagem	1,3 Km/Km ²
Coefficiente de manutenção	769,23 m ³ m-1
Relação de bifurcação	6,3
Densidade de rio	1,46 Km ²

Elaboração: Autores (2019)

A **somatória de todos os canais** resultou em 97,42 Km, sendo o total identificado de 89 canais.

O sistema de drenagem de uma bacia hidrográfica é constituído pelo canal principal, que no caso é o córrego São José e os seus afluentes, também conhecidos como tributários.

O estudo da drenagem pode indicar a maior ou menor velocidade com que a água deixa a bacia hidrográfica, sendo, dessa maneira, o índice que indica o grau de desenvolvimento do sistema de drenagem, ou seja, que fornece uma indicação da eficiência da drenagem da bacia, expresso pela relação entre somatório dos comprimentos de todos os canais da rede de drenagem da bacia (sejam eles perenes, intermitentes ou temporários) (Figura 99) e a área total da bacia:

$$Dd=Lt/A$$

Onde: Dd= a densidade de drenagem (KM/Km²), Lt= comprimento total de todos os canais (Km), A= área de drenagem (Km²).

Figura 99. Canais de escoamentos superficiais



Autor: Venceslau, (2019)

Densidade de drenagem está relacionada a capacidade do canal principal em drenar a área de bacia, podendo indiretamente obter a disponibilidade do escoamento superficial.

Este parâmetro pode estar ligado com os processos erosivos. Conhecendo-se o potencial de densidade da drenagem, é possível relacionar quais as áreas que possuem maior ou menor massa volumar e assim atrelar com a saída de material (processo erosivos).

Para Vilela e Matos (1975, apud TORRES; MACHADO, 2012, p. 58), “pode-se afirmar que um índice próximo a 5,0 Km/Km² a bacia apresenta uma drenagem pobre, e 3,5 km/Km² excepcionalmente bem-drenada”. Assim, o resultado obtido corresponde 1,3 km/km². Este valor, segundo Beltrame (1994), classifica a bacia como muito bem drenada.

O **coeficiente de manutenção** está relacionado a área mínima necessária para a manutenção de um metro de canal de escoamento (SCHUM, 1956, apud CRISTOFOLETTI, 1980).

$$C_m = 1/D_d * 1000$$

Onde C_m = coeficiente de manutenção, D_d = densidade de drenagem

Este fator pode aumentar conforme as características do relevo. Se o mesmo possuir qualidades planas, isto eleva o número de canais. Em relevos acidentados, o escoamento superficial busca pela declividade natural, o que acaba gerando a concentração de canais de forma naturais e maior densidade de drenagem. O valor obtido aqui para a bacia foi de 769,23 m²/m, indicando que, de maneira geral, essa bacia é rica em cursos d'água.

A **relação de bifurcação** foi definida por Horton (1945, apud CRISTOFOLETTI, 1980) como sendo a relação entre o número total de segmentos de uma certa ordem e o número total dos de ordem imediatamente superior. Acatando-se o sistema de ordenação de Strahler, verifica-se que o resultado nunca pode ser inferior a 2, sendo calculada a partir da expressão:

$$R_b = N_u / N_{u+1}$$

Onde Nu é o número de segmentos de determinada ordem e $Nu+1 =$ é o número de segmentos da ordem imediatamente superior.

A Relação de bifurcação refere-se à dissecação dos canais (Figura 100). Este parâmetro foi calculado para os canais de segunda ordem, com resultado de 6.3. Isto implica que os canais de primeira ordem possuem um grau elevado de dissecação.

Figura 100. Processo de dissecação (entalhe) no canal buriti no alto curso da bacia



Autor: Venceslau, (2019)

A **densidade do rio** é um parâmetro que está relacionado com os canais de primeira ordem ou nascentes. Este parâmetro é importante para demonstrar a capacidade de novos canais fluviais. O valor obtido neste elemento foi de 1,46 km².

Em relação às morfometrias do relevo, foram obtidos os seguintes elementos (Tabela 4).

Tabela 4. Parâmetros geométricos do relevo da bacia hidrográfica do córrego São José-MG

Dados obtidos	Resultados/Unidades de medida
Índice de rugosidade	275,6
Declividade	<= 3% a > 45%
Razão de relevo	0,017 Km
Maior altitude da bacia	701 m
Menor altitude da bacia	491 m
Amplitude altimétrica	210 m
Índice de sinuosidade	1,3 Km

Elaboração: Pedro Miyazaki, Venceslau (2019)

O **Índice de rugosidade** está ligado diretamente com a declividade (Figura 101) e a densidade de drenagem. Os valores obtidos neste parâmetro estão relacionados com o potencial de erosão. O valor encontrado foi de 275,6, classificando a bacia como mediana nos aspectos de erosões.

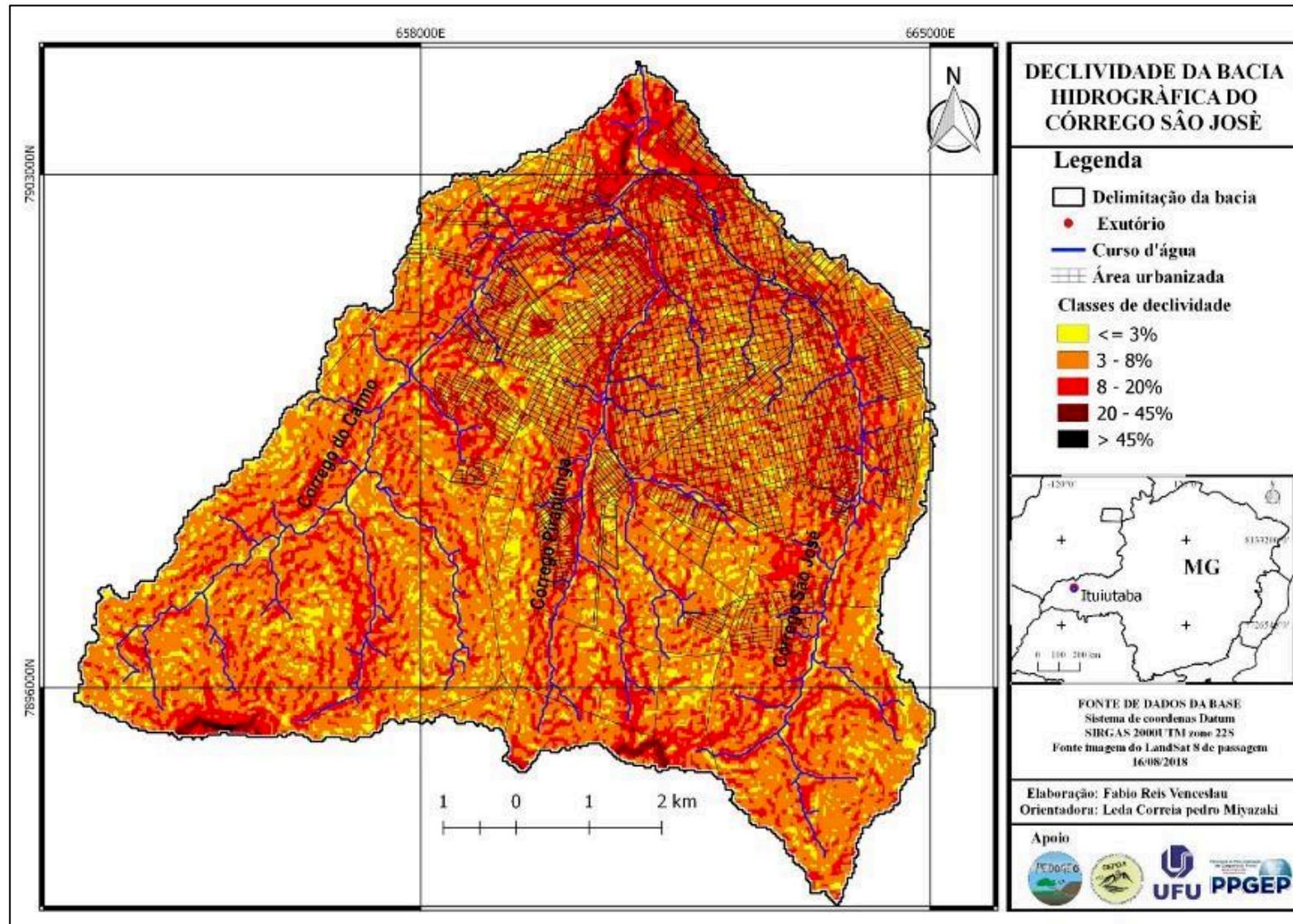
Figura 101. Declividade no fundo de vale da bacia



Autor: Venceslau, (2019)

A **declividade da bacia** compreende as classes entre o intervalo de $\leq 3\%$ a $> 45\%$ graus de inclinação. As menores inclinações são encontradas nos topos do relevo de colinas e altas vertentes, onde predominam as classes de $\leq 3\%$ e 3-8% de declive. Em relação às inclinações mais declivosas, ou seja, acentuadas, são encontradas as vertentes vinculadas aos relevos tabuliformes exatamente no alto curso da bacia, apresentando declives superiores a 45% de inclinação, sendo a segunda classe com declividades mais acentuadas, o que corresponde ao intervalo de 8 a 20% (Figura 102).

Figura 102. Espacialização das classes de declividade da área de estudo



Autor: Venceslau, (2019)

A análise de alguns parâmetros relacionados à morfometria do relevo foi realizada a partir da carta hipsométrica (Figura 104.p 161). Assim, a espacialização altimétrica foi representada a partir da definição de cinco classes de altitude: < 550 m, 550-600 m, 600-650 m, 650 - 700 m, > 700 m, cuja classe predominante refere-se ao intervalo de 550 a 600 metros, seguida da classe de 600 a 650 metros. Com estes dados foi possível determinar a amplitude altimétrica, os pontos mais altos e o ponto mais baixo da bacia. A **altitude média** da bacia é de 583 metros e sua **amplitude altimétrica** foi de 210 metros. As **baixas altitudes** estão ligadas diretamente aos cursos d'água, principalmente nas proximidades da foz do canal principal da bacia.

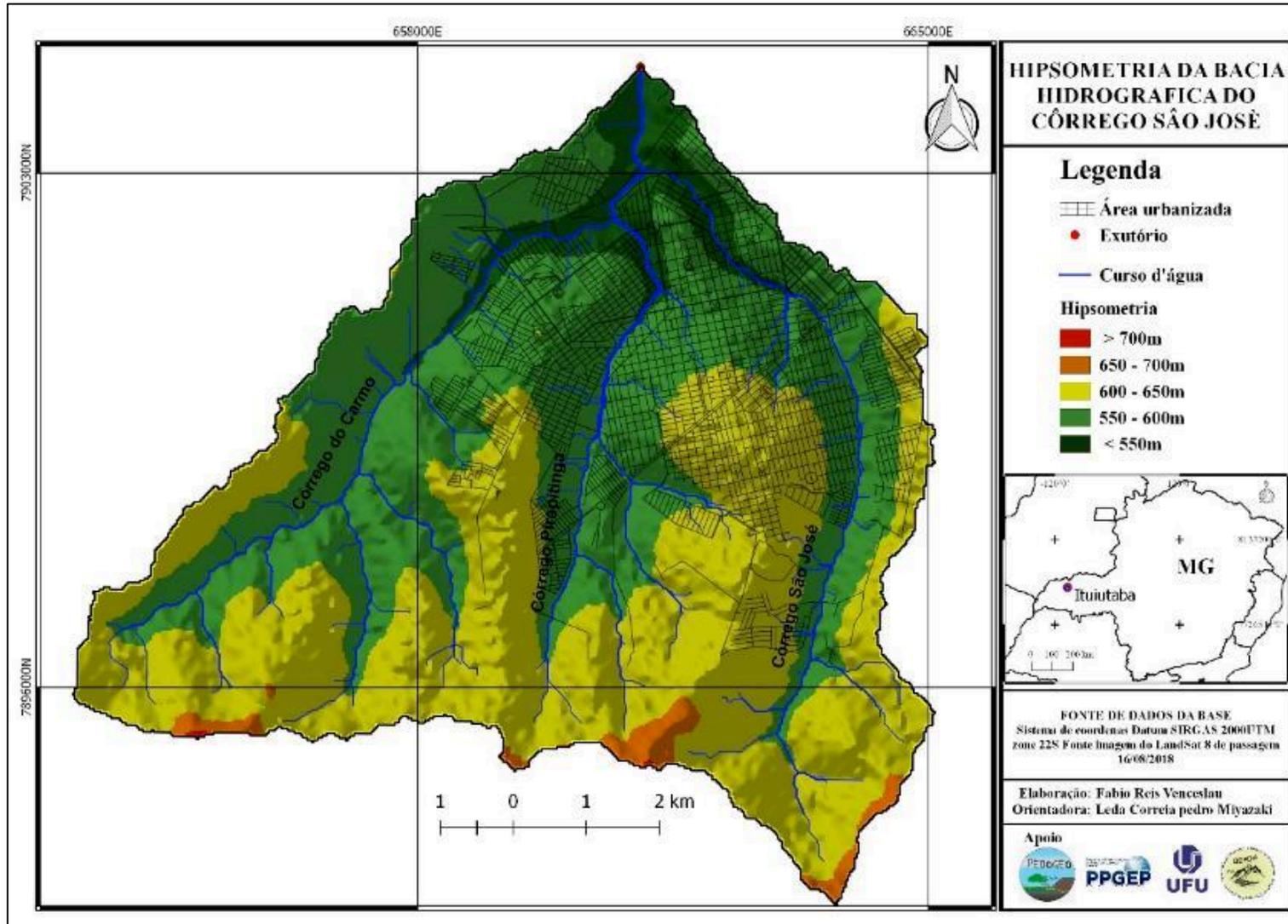
A classe de altitudes envolve aquelas menores que 550 metros e atinge altitudes de até 600 metros, sendo representada pela segunda classe altimétrica, em trechos dos canais mais a montante, como córrego São José, Pirapitinga e Carmo. A terceira classe altimétrica está associada as altitudes de 600 a 650 metros e envolvem grande parte das vertentes da bacia. A quarta classe, que corresponde ao intervalo de 650 a 700 metros, encontra-se nas proximidades dos relevos residuais do tipo tabuliforme (Figura 103). Por fim, a última classe envolve o intervalo altimétrico expresso por meio de altitudes superiores aos 700 metros. São os locais onde encontram-se as maiores altitudes vinculadas aos topos dos relevos residuais do tipo tabuliforme.

Figura 103. Morros residuais do tipo tabuliformes encontrados na bacia



Autor: Venceslau, (2019)

Figura 104. Mapa da hipsometria da bacia



Autor: Venceslau, (2019)

A **razão do relevo** foi analisada conforme proposição de Shumm (1956, apud MARCHETTI, 1980), a partir da relação entre a diferença de altitude dos pontos extremos da bacia ou amplitude altimétrica e o maior comprimento, que corresponde à direção do vale principal entre a foz e o ponto extremo sobre a linha do divisor de águas.

$$Rr= H/C$$

Onde Rr= razão do relevo, H= amplitude altimétrica, C= maior comprimento da bacia.

Assim, a bacia apresentou uma razão de relevo de 0,017 Km, demonstrando um baixo índice de razão do relevo. Isso é resultado da baixa amplitude altimétrica e, conseqüentemente, uma bacia declividade média caracterizando o relevo como suave ondulado.

A **menor altitude** encontrada na bacia foi de 491 metros nas proximidades do exutório da bacia e a **maior altitude** da bacia corresponde ao valor de 701 metros, localizado no ponto mais elevado da Serra do Corpo Seco ou também conhecido como Morro São Vicente.

Para o cálculo da altitude média referente a cota máxima da bacia (máxima altitude da bacia) foram identificados os pontos mais elevados entre os canais de primeira ordem principais do trecho superior da bacia. Foi calculada a partir da média aritmética entre os valores de maior altitude observada nas cabeceiras dos principais canais e a menor altitude na foz (Tabela 5).

Tabela 5. Cota altimétrica próximas as nascentes principais dos canais que compõe a bacia hidrográfica do córrego São José-MG

Pontos	Latitude	Longitude	Cota próxima a nascente principal
Córrego Carmo	19°1' 42'' S	49° 31' 7'' O	654 m
Córrego Pirapitinga	19°2' 58'' S	49° 26' 38'' O	669 m
Córrego São José	19°2' 36'' S	49° 26' 64'' O	701 m
Foz	18°56'46''S	49°28'11''O	491 m
Média da cota máxima da bacia			675 m
Média da altitude da bacia			583 m

Elaboração: Pedro Miyazaki, Venceslau (2019)

A **amplitude altimétrica** da bacia refere-se a diferença entre a maior e a menor altitude da área da bacia e é expressa em metros, sendo aplicado a seguinte fórmula:

$$H = AM - Am$$

Onde H=amplitude altimétrica, AM= maior altitude, Am=menor altitude

Os resultados obtidos nos parâmetros morfométricos podem contribuir para uma análise dos processos morfodinâmicos que ocorrem na bacia, tendo visto que estes parâmetros estão relacionados à capacidade de remoção, transporte e deposição de sedimento na bacia, ou seja, a sua morfodinâmica.

Relacionando este item ao **índice de sinuosidade**, entende-se que, quanto mais sinuoso o canal, maior será a sua competência para reter água na bacia. Expressa-se a relação entre o comprimento do canal principal e a distância vetorial entre os dois pontos extremos do canal principal, ou seja, relaciona-se o comprimento verdadeiro/sinuoso do canal com sua distância vetorial (em linha reta, vetor). Pode ser calculado a partir da expressão:

$$Is = L/dv$$

I_s = índice de sinuosidade, L = é o comprimento do rio principal (considerando sua sinuosidade), dv = é a distância vetorial entre os pontos extremos do canal principal.

Os valores próximos de 2,0 sugerem canais tortuosos e os valores intermediários indicam formas transicionais, regulares e irregulares. Assim, pode-se inferir que a sinuosidade dos canais é influenciada pela carga de sedimentos, pela compartimentação litológica, estruturação geológica e também pela declividade dos canais (LANA, ALVES, CASTRO, 2001). Nesse sentido, o resultado obtido foi de 1,13 km, classificado como pouco sinuoso. Os valores abaixo de 2 indicam controle estrutural e acima de 2 implicam em baixa energia. Schumm (apud GUERRA; CUNHA; 2008) diz que a sinuosidade dos cursos d'água são determinados muito mais pelo tipo de carga detrítica do que pela descarga fluvial, onde os canais meândricos relacionam-se aos elevados teores de silte e argila e os canais anastomosados a uma carga mais arenosa. A diminuição da sinuosidade está ligada ao aumento da granulometria e da quantidade de carga detrítica.

6.4. A questão da ocupação, uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do Córrego São José

A ocupação, uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do Córrego São José é um aspecto importante na compreensão dos eventos que envolvem os estudos de bacias hidrográficas, tendo em vista que vários autores atribuem ao ser humano a categoria de um dos agentes modeladores do relevo, que exerce um papel de esculturação significativo quanto a alteração da morfologia do relevo, assim como na aceleração de processos naturais. Nesse sentido, identificar o tipo de ocupação do relevo e o uso e cobertura da terra pode fornecer informações importantíssimas quanto as características dos meios morfodinâmicos da área de estudo.

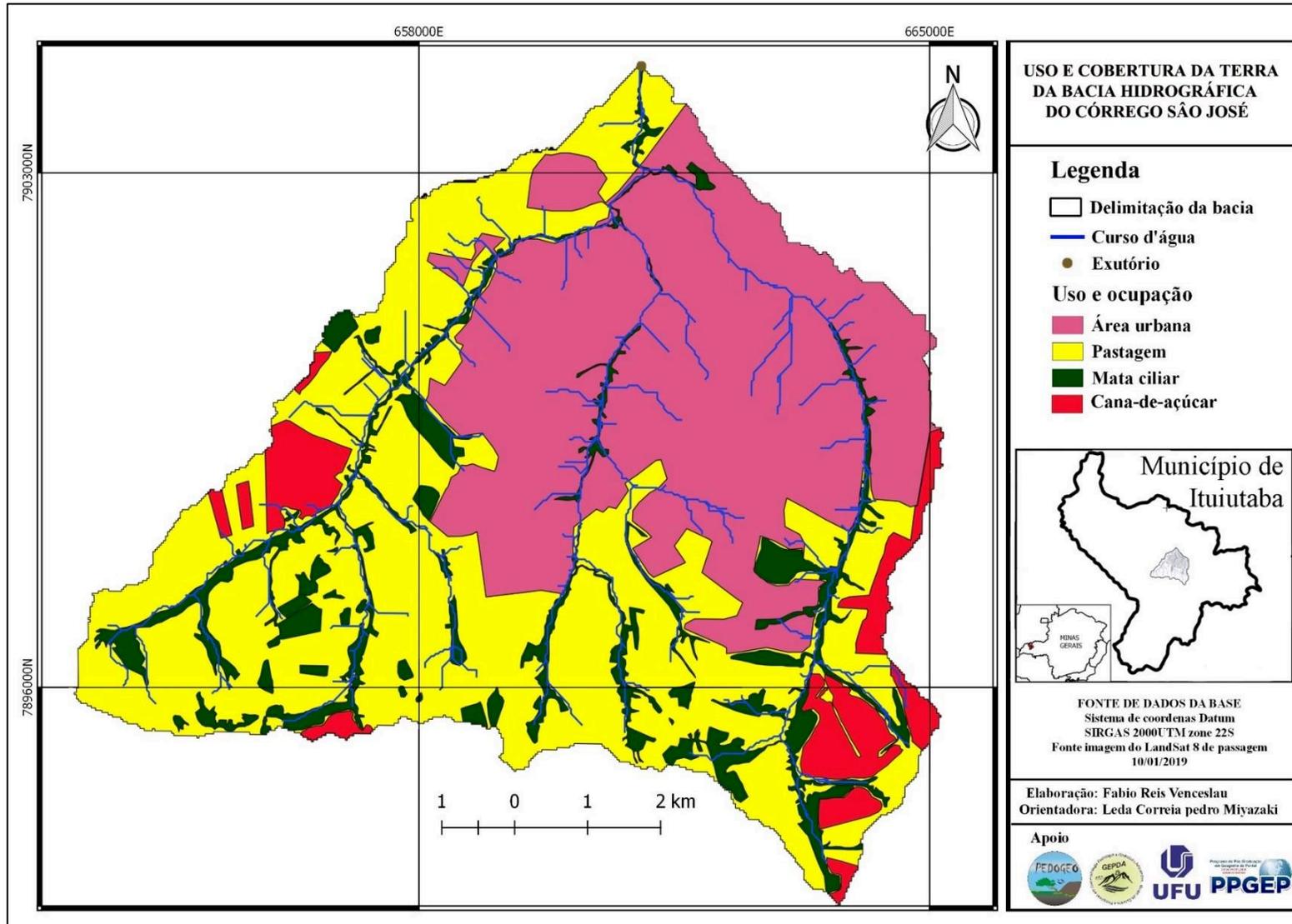
O uso da terra pode ser considerado como “[...] uma série de operações desenvolvidas pelos homens, com a intenção de obter produtos e benefícios, através do uso dos recursos da terra” (BIE; LEEUWEN; ZUIDEMA, 1996 apud IBGE, 2006, p. 35), destinada, portanto, à função socioeconômica.

Em termos gerais a bacia hidrográfica do Córrego São José pode ser considerada de uso e ocupação mista, por apresentar parte ocupada pelas atividades rurais e a outra parte pelas atividades urbanas. A ocupação do relevo pela área urbana ocorreu entre o médio e

baixo curso da bacia e desde então a expansão territorial urbana tem se estendido para o alto curso.

Assim, ao se analisar as categorias de uso e cobertura da terra da bacia foram identificadas 4 categorias, que serviram como base para classificar o uso da bacia, sendo essas: área urbana, mata ciliar, pastagem, cana-de-açúcar, (Figura 105).

Figura 105. Uso e cobertura da terra



Autor: Venceslau (2019)

Os dados gerados a partir da produção mapa de uso e cobertura da terra demonstraram que a bacia do Córrego São José possui uma área de 73.6 km² no total, cuja categoria de uso e cobertura da terra, assim como sua área ocupada, estão descritas na (Tabela 6).

Tabela 6. Uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do Córrego São José

Tipo de Uso do solo	Área em km²	Porcentagem
Área Urbana	27,6	37,5%
Mata Ciliar	11,2	15,2%
Pastagem	29,7	40,3%
Cana-de-açúcar	5,2	7,0%
Total	73,6	100%

Autor: Venceslau, (2019)

A **área urbana** ocupada atualmente é de 37,5% da bacia, cuja malha urbana encontra-se no médio e baixo curso. Ao longo do histórico de ocupação do relevo desse local as edificações foram sendo construídas no topo do relevo de colinas e se estenderam para as vertentes e fundos de vale do Córrego São José. Posteriormente foram ocupadas vertentes e topos das colinas do Córrego Pirapitinga e do Carmo.

Com a implantação de novos loteamentos nos últimos anos, a expansão territorial urbana se direcionou para as direções sul, oeste leste. Isso tem intensificado a impermeabilização do relevo, o que impactou ainda mais o balanço morfogenético e pedogenético da bacia.

Foi possível constatar nos trabalhos de campo que cada vez mais os lotes são menores e com pouca área permeável. A vegetação é muito incipiente na área urbana, reduzindo dessa maneira a infiltração e percolação de água no solo.

Os efeitos desta prática, ao se ocupar o relevo e principalmente a vertente, podem ser observados nos dias de precipitação, com o grande volume de água que chega às partes mais baixas da vertente, atingindo o fundo de vale, trazendo consigo uma grande fração de sedimentos (Figura 106).

Figura 106. Enxurrada superficial decorrente da impermeabilização do solo (Rua Nossa Sra. Aparecida)



Autor: Venceslau (2020)

Este processo de impermeabilidade do solo, segundo Tricart (1977), impossibilita a absorção da capacidade de reter a água no solo, o qual deixa a vegetação sem reserva nos períodos que não ocorrem precipitação, devido à insuficiência dos reservatórios.

Outro aspecto de instabilidade observado no meio urbano são obras executadas pelo poder público, como os projetos de retificação dos canais fluviais (Figura 107).

Figura 107. Retificação do Córrego São José



Autor: Venceslau (2019)

Estas obras, de acordo com Friedenreich e Pinheiro (2002), causam a diminuição da extensão do canal fluvial, além de mudar o padrão de drenagem, transformando grande parte desses canais meandrantos retos. Outros elementos também são afetados, como o

aprofundamento e alargamento dos cursos d'água, diminuição da rugosidade do leito e elevação do seu gradiente.

A **área rural** ocupa cerca de 62,5% da área da bacia, o que indica que a dinâmica de infiltração e percolação ocorre de forma mais expressiva do que no relevo de colinas, onde o solo foi quase que totalmente impermeabilizado.

A **mata ciliar** ocupa 15,2% da área da bacia, onde foi constatado a presença de pequenos núcleos de vegetação ao longo dos canais fluviais, sendo maior parte do canal desprovido de vegetação (Figura 108).

Figura 108. Fundo de vale com ausência da vegetação



Autor: Venceslau (2019)

A ausência de mata ciliar ao longo dos canais fluviais é resultado de uma forma de ocupação pautada na retirada de grande parte da cobertura vegetal para fins de instalação de área urbana e atividades de agropecuária. A inexistência de áreas cobertas por vegetação desencadeia um rompimento do equilíbrio dinâmico dos processos naturais, o que contribui para a aceleração dos processos morfogênicos em detrimento dos pedogenéticos. Isso resulta na instabilidade da área, principalmente pela ausência de vegetação (na APP), o que expõem totalmente as margens dos canais fluviais.

O uso e cobertura referente a **pastagem** (Figura 109) representa 40,3% da área da bacia. Somando pastagens e área urbana, este número passa a representar aproximadamente

77,8%. Isto demonstra que o grau de interferência do homem nesta bacia encontra-se bem avançado pela atuação antrópica.

Figura 109. Área de pastagem identificada na bacia



Autor: Venceslau (2019)

A pastagem, quando comparada a área urbana, ainda apresenta um balanço morfogenético que permite a atuação mais expressiva dos processos pedogenéticos e morfogenéticos. No entanto, é possível identificar que a pastagem ainda é uma cobertura vegetal cujo solo fértil é perdido. Foram observados nos fundos de vale das áreas rurais onde as vertentes foram ocupadas por pastagem uma significativa quantidade de sedimentos acumulados nas baixas vertentes e fundos de vale. Esses são oriundos do processo de desprendimento de partículas dos solos, devido ao efeito *splash* decorrente das águas pluviais, seguidos pelo selamento do solo, formação de poças, escoamento superficial, transporte de partículas do solo e deposição. Por isso, várias feições erosivas lineares e laminares podem ser observadas nessas áreas.

A cobertura relacionada a cana-de-açúcar ocupa aproximadamente cerca de 7% da área. Um dos problemas relacionados a perda de solo são as áreas que ficam com solo exposto sem uma cobertura que seja capaz de protegê-lo dos efeitos erosionais provocados durante os períodos de chuva (Figura 110).

Figura 110. Remoção e desagregação do solo



Autor: Venceslau (2019)

O uso do solo voltado para cana-de-açúcar corresponde às áreas no alto curso da bacia. Este tipo de ação antrópica, que proporciona em primeiro lugar a retirada da vegetação e segundo a destruição das estruturas do solo que compõem os primeiros horizontes, pode acarretar processos erosivos, pelo fato do solo encontrar-se exposto e, sobretudo desagregado.

Diante disso, o que se observou na bacia hidrográfica foram manifestações de instabilidade em determinadas localidades, tanto na área urbana, quanto na área rural, como enxurradas, erosões, retirada da vegetação, remoção do solo, impermeabilização solo entre outros. Foram esses usos relacionados à cobertura da terra na área de estudo mais um elemento que contribuiu para a identificação dos meios morfodinâmicos na bacia do córrego São José.

6.5. Morfodinâmica da paisagem bacia hidrográfica do Córrego São José

A morfodinâmica que compreende a paisagem da bacia hidrográfica do Córrego São José envolveu a análise integrada dos aspectos **litológicos** (rochas), **geomorfológicos** (tipo e formas do relevo), hipsométricos (altitudes), **declividade** (inclinação da vertente), pedológicos (classes de solos), **uso e cobertura da terra** (atividades antrópicas), **hidrográficos** (rede de drenagem e lençol). Isso permitiu comparar e relacionar

características de cada componente, resultando em uma análise ambiental integrada, demonstrando como cada um contribuiu para a estabilidade ou instabilidade de uma determinada área.

Assim, para exemplificar os meios morfodinâmicos estáveis, os intermediários e os instáveis que compõem determinados locais da paisagem da bacia hidrográfica do Córrego São José, buscou-se elencar, através de um quadro síntese os principais elementos que contemplam a paisagem da bacia, com a finalidade de apresentar as principais características das seguintes componentes: a cobertura vegetal natural, declividade do relevo, relação morfogênese/pedogênese, compartimento do relevo, características pedológicas, tipo de uso e cobertura da terra, litologia (Quadro 2).

Quadro 2. Síntese dos meios morfodinâmicos da paisagem da bacia do Córrego São José

CARACTERÍSTICAS DOS MEIOS MORFODINÂMICOS DA BACIA DO CÓRREGO SÃO JOSÉ			
Ambiente	Meios Instável	Meios Intermediário	Meios Estável
Cobertura Vegetal Natural	Cobertura vegetal incipiente ou ausente - <i>Vegetação foi retirada totalmente ou parcialmente</i>	Cobertura vegetal moderada - <i>vegetação é mista, com a presença de gramíneas e árvores distribuídas ao longo da área</i>	Cobertura vegetal intensa - <i>Vegetação densa com a presença de gramíneas, arbustos, árvores de médio e grande porte</i>
Declividade do relevo	Alta declividade 30% > - <i>vertentes com alto grau de declividade</i>	Média declividade 8% a 29% - <i>vertentes com declividade média</i>	Baixa declividade < 8% - <i>vertente com baixa declividade</i>
Relação pedogênese/Morfogênese	Pedogênese menor que a morfogênese - <i>Condições para formação do solo são insuficientes devida a alta taxa de retirada de material</i>	Pedogênese igual morfogênese - <i>As condições acontecem ao mesmo tempo/formação do solo e retirada de material da vertente</i>	Pedogênese maior que morfogênese - <i>As condições para formação do solo são mais elevadas do que a retirada do material</i>
Compartimento do relevo	Baixa vertente ou fundo de vale	Topo da colina ou alta vertente	Topo das colinas e relevos tabuliformes ou alta vertente
Características pedológica	Solo rasos - <i>solos de 0 a 30 cm</i>	Solo médio a raso - <i>solos de 30 a 60 cm</i>	Solo profundo - <i>solo com mais de 60 cm</i>
Tipo de uso e cobertura da terra	Solo exposto/ Impermeável - <i>Áreas utilizadas para monocultura e malha urbana</i>	Pastagem - <i>Áreas utilizadas para manejo animais</i>	Áreas verdes (APP) - <i>reservas de proteção permanentes/ mata ciliar</i>
Litologia	Rocha sedimentar - <i>Arenito Formação Adamantina</i>	Rocha sedimentar/ Ígnea - <i>Arenito Formação Adamantina</i> - <i>Basalto Formação Serra Geral</i>	Rocha Ígnea - <i>Basalto Formação Serra Geral</i>

Org. Venceslau e Pedro Miyazaki (2020)

Tomando como base as características apresentadas no quadro síntese, que norteou a classificação das áreas analisadas na paisagem que compõem a bacia, foram escolhidos 6 pontos representativos de observação dos meios morfodinâmicos (Figura 111, p. 175).

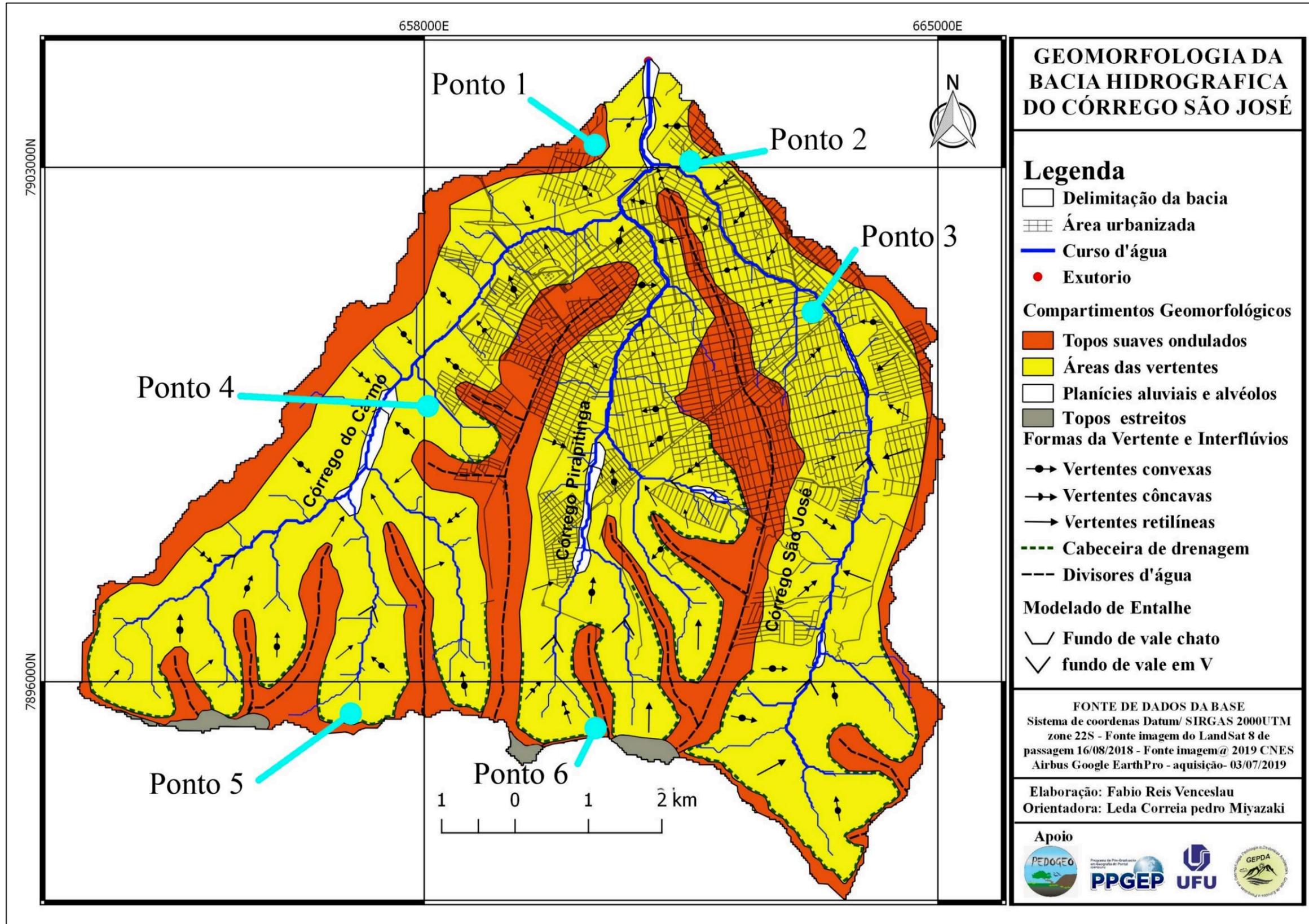
A priori, a escolha dos pontos na vertente se deu de forma empírica, buscando respeitar a questão da compartimentação da bacia, na qual foram descritos 2 pontos no baixo curso, 2 pontos no médio curso e 2 pontos no alto curso da bacia hidrográfica. Quanto a sua localização no compartimento geomorfológico do relevo, deu-se da seguinte forma: 2 localizados no domínio dos topos, 2 na baixa vertente, 1 a média vertente e 1 na alta vertente (Quadro 3). Isso possibilitou o entendimento das principais características da paisagem da área de estudo e o entendimento de alguns aspectos da morfodinâmica local.

Quadro 3. Especificação dos compartimentos dos pontos

Ponto	Compartimento da bacia	Compartimento da vertente
1	baixo curso	área de topo
2	baixo curso	média vertente
3	médio curso	baixa vertente
4	médio curso	baixa vertente
5	alto curso	área de topo
6	alto curso	alta vertente

Autor: Venceslau, (2020)

Figura 111. Localização dos pontos de observação no mapa geomorfológico da bacia do córrego São José



Autor: Venceslau (2019)

Ponto 1 – Baixo Curso da Bacia - Bairro Satélite Andradina

O primeiro ponto analisado se encontra a nordeste do bairro Satélite Andradina, no baixo curso da bacia. A compartimentação da vertente no qual está localizado representa as áreas de topo, com coordenadas geográficas 18.95660S e 049.47740W (Figura 112).

As características físicas deste ponto no aspecto morfoestrutural são representadas pela **litologia** da Formação Serra Geral (basalto) do Grupo São Bento, caracterizando as colinas encontradas no baixo curso da bacia.

A compartimentação geomorfológica da paisagem da vertente que contempla o ponto 1 é formada por uma área de topo amplo e suave, o relevo das **colinas convexizadas**. Essa forma de relevo é resultado de um intenso processo de denudação e dissecação ocorrido em tempos pretéritos (tempo geológico), cujos topos resultaram em uma morfologia arredondada e suave, e é mantido estruturalmente pelos basaltos da Formação Serra Geral.

As **altitudes** identificadas na vertente do ponto variam de 500 metros no fundo do vale a aproximadamente 550 metros nas áreas de topo. Outro aspecto observado foi a **declividade** da área, que possui aproximadamente 8% no topo e é maior no decorrer da vertente.

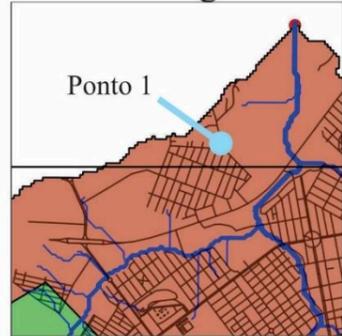
Os **solos** encontrados neste ponto apresentam uma coloração vermelha e textura que varia de argilosa a arenosa, sendo caracterizado como Nitossolos Vermelhos, possuindo profundidade que oscilam de raso a profundo no seguimento da vertente. Entretanto, são solos bem desenvolvidos. Isso se dá devido ao **intenso processo de pedogênese** das rochas da Formação Serra Geral.

Em relação ao **uso e cobertura do solo**, foi constatado o predomínio de pastagem. Entretanto, a presença de vegetação natural em algumas partes da vertente foi observada. No aspecto hidrográfico este ponto se apresenta sem a presença de **drenagem e aquífero freático não aflorante**.

Figura 112. Morfodinâmica da Paisagem do Ponto 01 – Baixo Curso da Bacia do Córrego São José

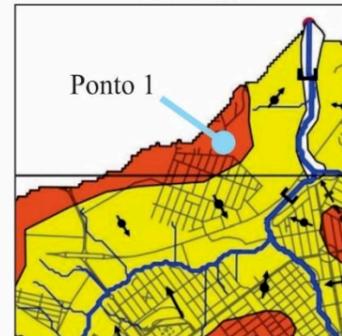
CARACTERIZAÇÃO DOS ASPECTOS FÍSICOS DO PONTO 1

Litologia



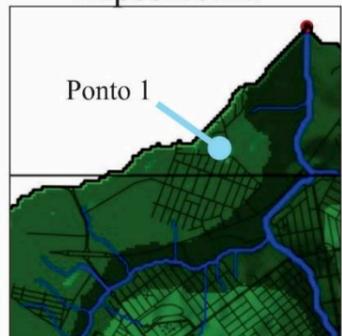
- Grupo São Bento**
- Formação Serra Geral
- Grupo Bauru**
- Formação Adamantina

Compartimentos das Colinas



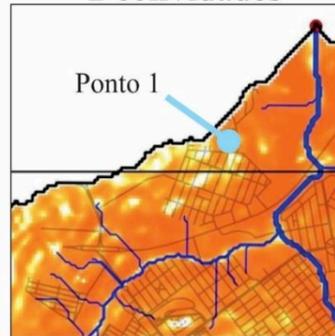
- Área de Topo das Colinas
- Área das Vertentes
- Planície Aluviais

Hipsometria



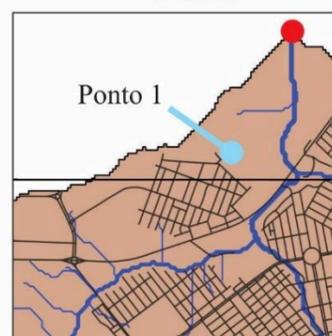
- > 550 m
- 500 - 550 m
- < 500 m

Declividades



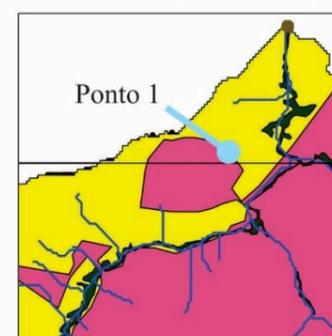
- > 10%
- 3 - 10%
- < 3%

Solos



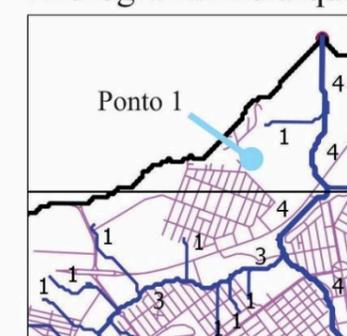
- Solos desenvolvidos
- Solos rasos a desenvolvidos

Cobertura e Uso

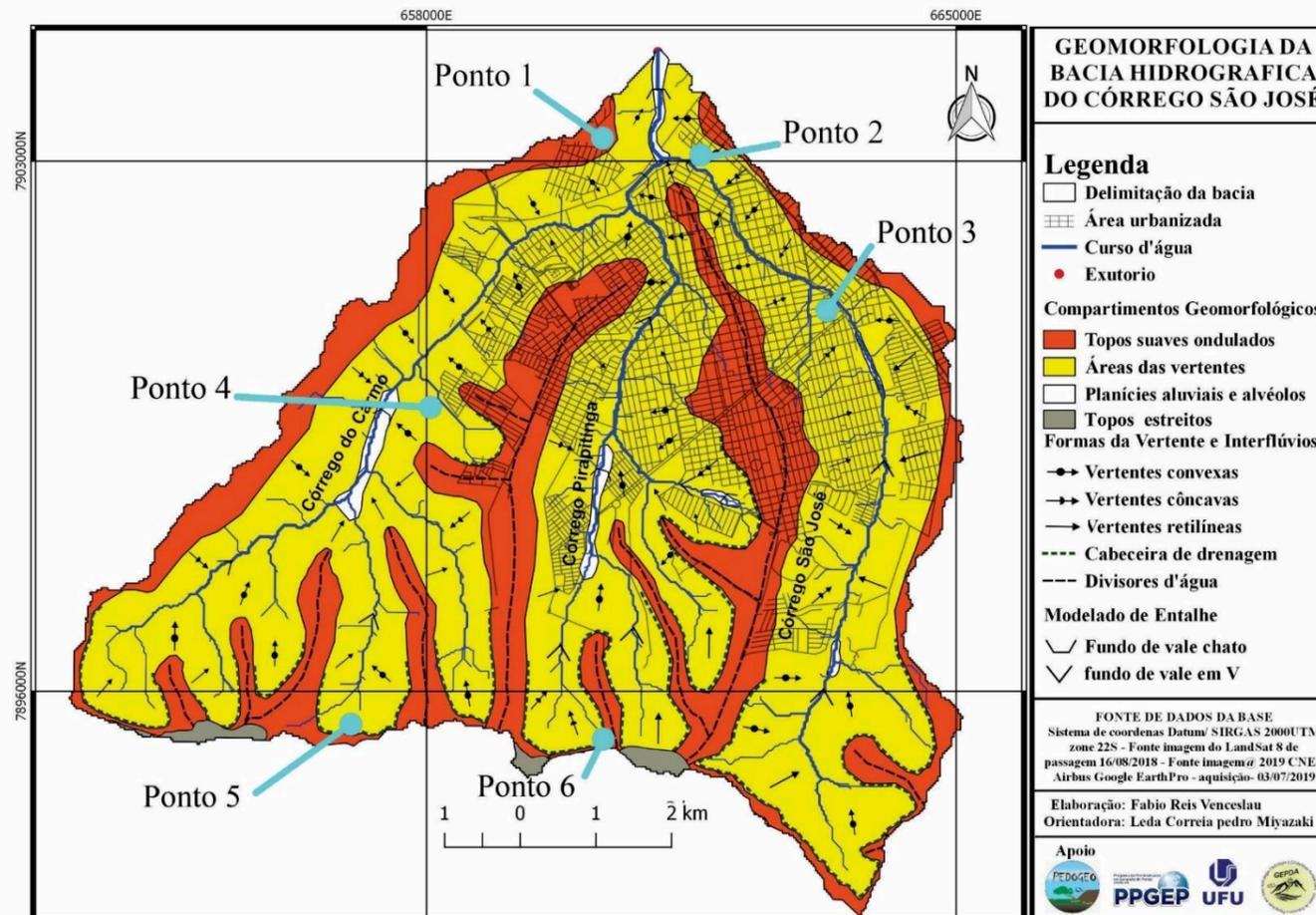


- Área urbana
- Pastagem
- Cana-de-açúcar
- Mata ciliar

Hidrografia/Hierarquia



- 1ª ordem
- 2ª ordem
- 3ª ordem
- 4ª ordem



GEOMORFOLOGIA DA BACIA HIDROGRAFICA DO CÓRREGO SÃO JOSÉ

Legenda

- Delimitação da bacia
- Área urbanizada
- Curso d'água
- Exutorio
- Compartimentos Geomorfológicos**
- Topos suaves ondulados
- Áreas das vertentes
- Planícies aluviais e alvéolos
- Topos estreitos
- Formas da Vertente e Interflúvios**
- Vertentes convexas
- Vertentes côncavas
- Vertentes retilíneas
- Cabeceira de drenagem
- Divisores d'água
- Modelado de Entalhe**
- Fundo de vale chato
- fundo de vale em V

FORNE DE DADOS DA BASE
 Sistema de coordenadas Datum/ SIRGAS 2000UTM
 zone 22S - Fonte imagem do LandSat 8 de
 passagem 16/08/2018 - Fonte imagem @ 2019 CNES
 Airbus Google EarthPro - aquisição- 03/07/2019

Elaboração: Fabio Reis Venceslau
 Orientadora: Leda Correia Pedro Miyazaki



Foto do Ponto 1

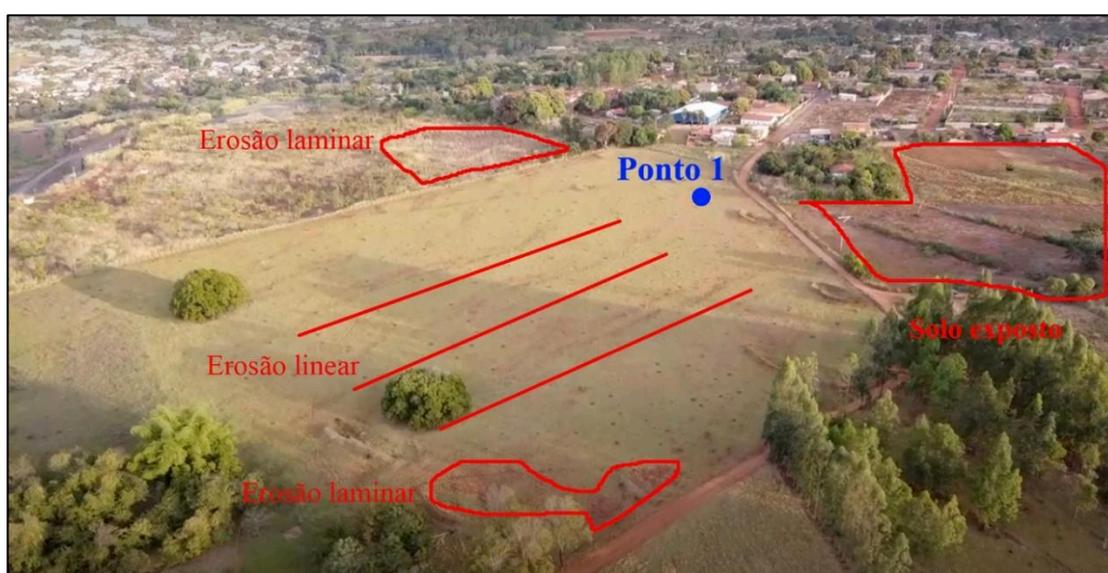


Imagem do Google

As características identificadas no ponto 1 e áreas adjacentes exemplificam uma condição atual da paisagem correspondente ao “**Meio Morfodinâmico Intermediário**”, de acordo com as características descritas no quadro síntese dos meios morfodinâmicos, pois apresenta uma transição entre o meio estável para o instável.

A **cobertura e uso atual** é de pastagem, o que representa uma proteção do solo a erosão linear e laminar/difusa, amenizando a perda de solo quando comparado a um local de solo exposto. Entretanto, a cobertura de gramíneas neste ponto é uma pastagem degradada, decorrentes da expansão urbana, alterações executadas ser humano (Figura 113).

Figura 113. Cobertura do solo com gramíneas e vários pontos de erosão



Fonte: Canal Léo Tijucano, Youtube, 2020

Este ponto, por se encontrar em uma área de **topo**, possui uma declividade relativamente baixa, ficando entre 8% nas partes de altas e de se estendendo para o fundo de vale, possuindo em algumas partes valores maiores que 30%.

No local específico de análise do ponto 1, o **topo** possui uma forma bastante suave, o que permite a infiltração das águas pluviais, promovendo a percolação quando comparada a área de predomínio de vertentes. Estes aspectos apresentados até o momento, cobertura vegetal e declividade atrelado ao tipo de relevo, favorecem a pedogênese atuante, o que também afeta diretamente a pedogênese e a morfogênese (o balanço), resultando em um **Meio Morfodinâmico Intermediário**, (Figura 114).

Figura 114. Ponto 1 compartimentação geomorfológica de topo suave



Autor: Venceslau, (2019)

Nas áreas adjacentes ao ponto 1 é possível observar que, nas vertentes do relevo de colinas e nos fundos de vale, ainda há a presença de matas residuais de encostas e ciliares (Figura 115). Essa característica contribui para a estabilidade do meio morfodinâmico, o que permite uma maior infiltração das águas pluviais e a redução da atuação do escoamento superficial nesse local.

Figura 115. Áreas com a presença de matas residuais de encostas e ciliares



Fonte: Canal Léo Tijucano, Youtube, 2020

Outro uso que se destaca nas proximidades do ponto 1 trata-se de uma atividade de mineração, conhecida popularmente como “pedreira” (Figura 116). No local ocorre a extração de rochas basálticas, sendo matéria-prima para a indústria e para o mercado que trabalha com pedras ornamentais. A extração é realizada a partir da utilização de explosivos nas fraturas das rochas. Essas explosões desestabilizam as vertentes do local e provocam incomodo aos moradores do bairro Satélite Andradina.

Figura 116. Área instável localizada nas proximidades do ponto 1, local de extração de basaltos



Fonte: Canal Léo Tijucano, Youtube, 2020

Este local pode ser classificado como meio instável devido à ação humana na vertente com o extrativismo da mineração no qual há a remoção não apenas do solo, mas também da estrutura geológica. Este tipo de atuação desestabiliza completamente a vertente, cindo a ser um evento irreversível na vertente. Vale ressaltar que este empreendimento se encontra na baixa vertente.

Diante dos aspectos citados, fica evidente que o ponto 1 na sua localidade apresenta um meio **morfodinâmico intermediário**. Entretanto, ao analisar a paisagem ao seu entorno, foram encontradas áreas que representam tanto o meio estável quanto o meio instável. Dentro deste viés descrito, é preciso se atentar para as transformações morfodinâmicas desta vertente, pois essas ações ao entorno do ponto 1 podem levar essa área da vertente de intermediárias para instável.

Ponto 2 – Baixo Curso da Bacia - Bairro Santo Antônio

O segundo ponto analisado se encontra a sudoeste do bairro Santo Antônio, o qual está localizado no baixo curso da bacia. A compartimentação da vertente deste ponto se dá na média vertente, com coordenadas geográficas 18.95869°S - 049.46500°W (Figura 117).

As características físicas deste ponto, no aspecto morfoestrutural, assim como no ponto 1, são representadas pela **litologia** da Formação Serra Geral (basalto) do Grupo São Bento. No baixo curso da bacia a paisagem geomorfológica de colinas é predominante.

No ponto 2 as características da compartimentação geomorfológica da paisagem são compostas por vertentes suaves que compreendem o relevo de **colinas convexizadas**. Esta forma de relevo é resultado do processo de dissecação. As vertentes convexas possibilitam a dispersão das águas pluviais, favorecendo o processo de escoamento superficial.

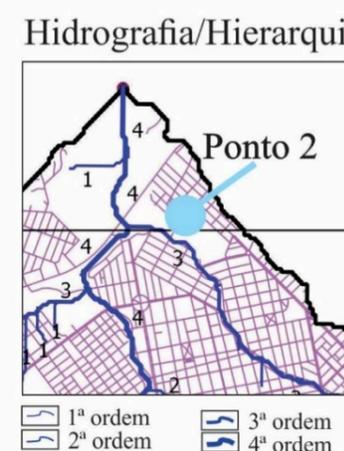
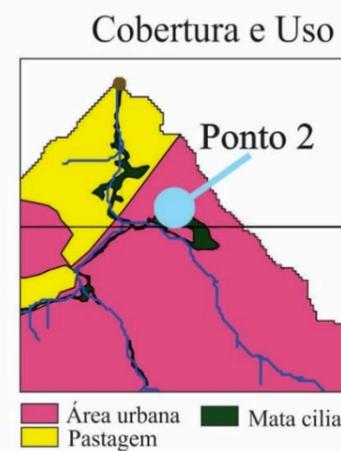
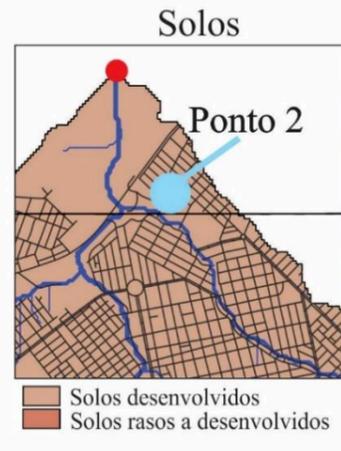
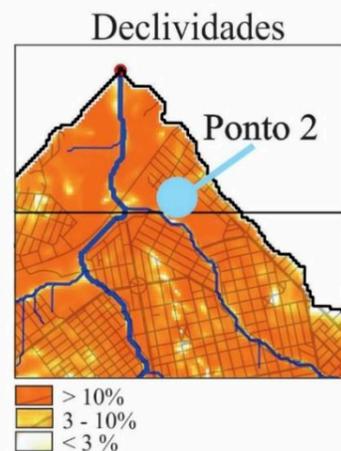
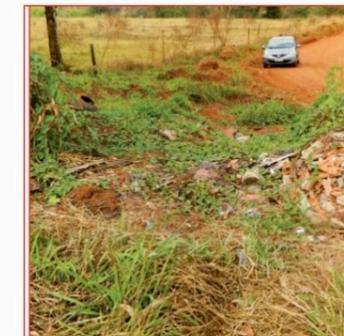
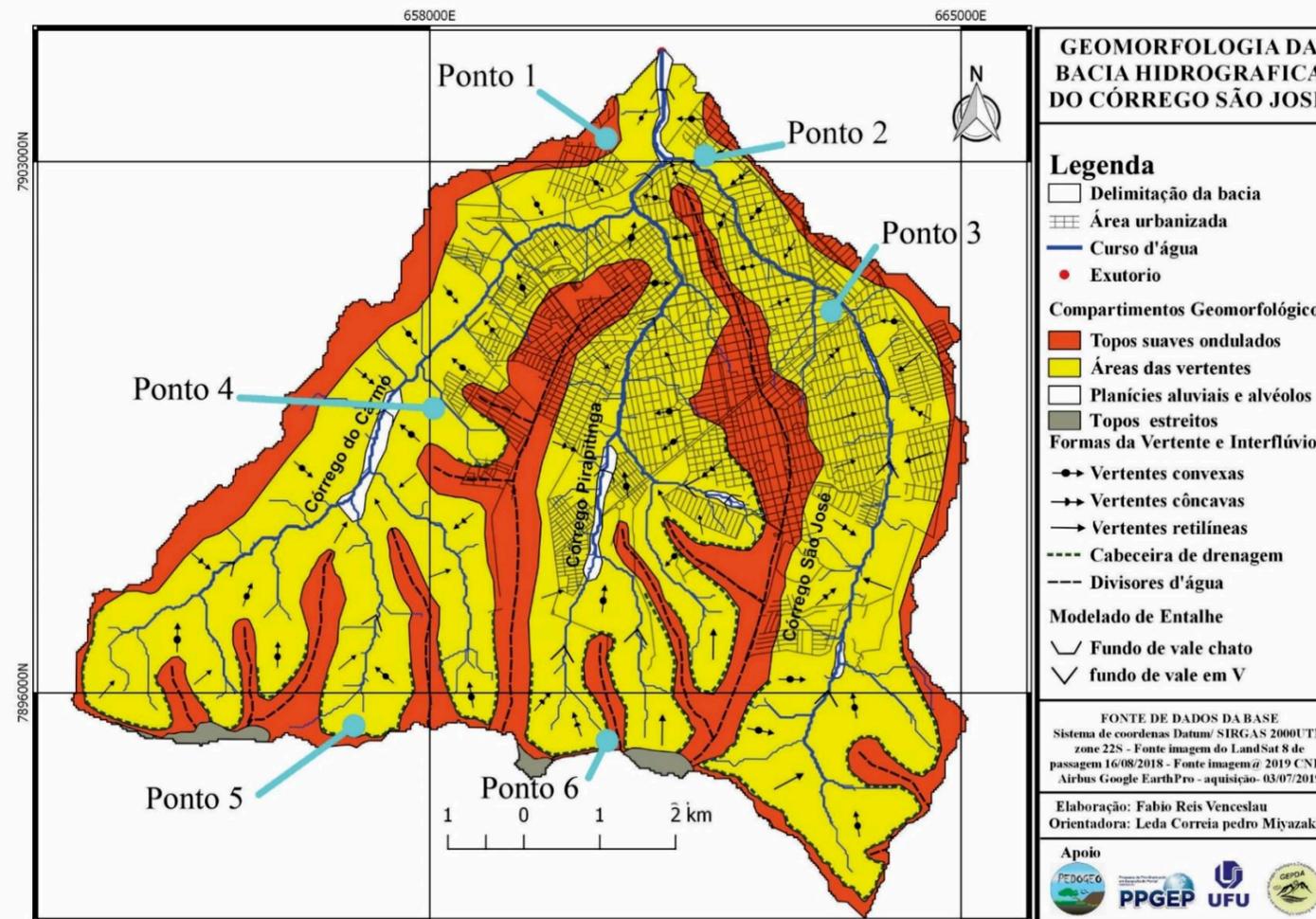
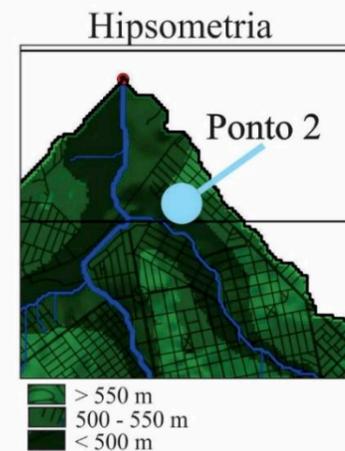
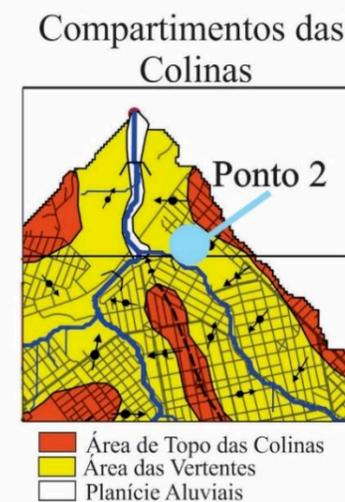
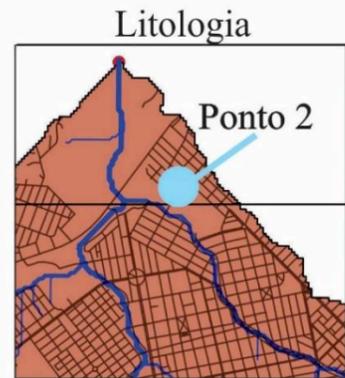
Em relação à **altitude**, o baixo curso da bacia possui altitudes que oscilam de 500 metros nas proximidades do fundo de vale e 550 metros nas áreas de topo. No local de análise do ponto 2 foram encontrados 533 metros. Em relação à **declividade**, a vertente possui aproximadamente de 25 %, dificultando a infiltração.

As características **pedológicas** descritas no ponto 2 possuem coloração vermelha e textura que varia de argilosa a arenosa, como apresentada no ponto 1. Por fazer parte da baixa vertente da bacia, as características do solo nesta localidade são compostas por Nitossolos Vermelhos. Este tipo de solo pode ser raso ou profundo. Devido à existência de **afioramento basáltico** da Formação Serra Geral, a atividade do processo de pedogênese ainda se encontra em estágio inicial, apresentando neste ponto solos rasos.

Neste ponto o **uso da cobertura do solo** possui característica distinta, transitando entre residual da mata nativa e pastagem de gramíneas. Quanto à questão hidrográfica, este ponto não apresenta **drenagem e aquífero freático não aflorante**.

Figura 117. Morfodinâmica da Paisagem do Ponto 02 – Baixo Curso da Bacia do Córrego São José

CARACTERIZAÇÃO DOS ASPECTOS FÍSICOS DO PONTO 2



A paisagem do ponto 2 e áreas adjacentes, orientada pelo quadro síntese, foi classificada como “**Meio Morfodinâmico Intermediário**”, pois apresenta característica que perpassa do meio estável para o instável.

A **cobertura e vegetal** neste ponto (Figura 118) é representada por dois tipos, sendo mata nativa e pastagem, o que oferece uma proteção do solo a erosão linear e laminar. Ressalva neste ponto para a vegetação que está contribuindo para a estabilidade dos processos erosivos, tendo em vista que não foram identificados estes tipos de atividade na área.

Figura 118. Cobertura do solo com gramíneas e vários pontos de erosão

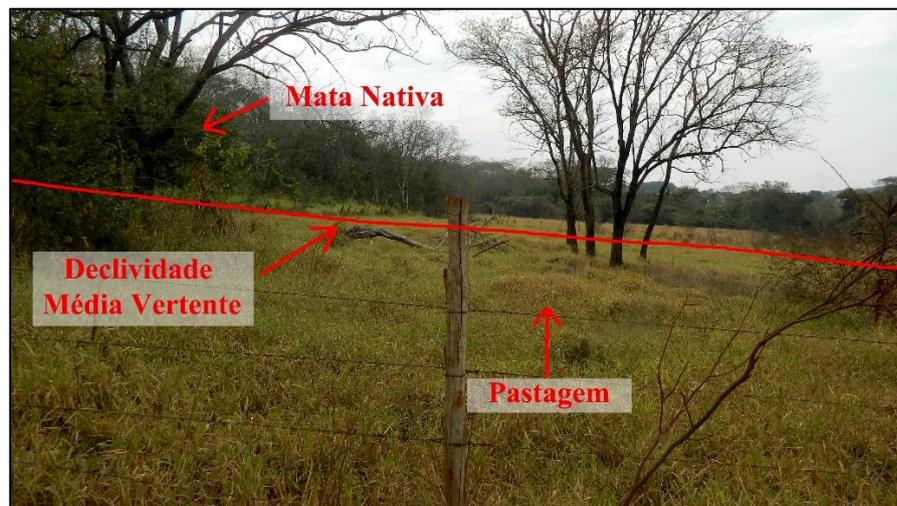


Fonte: Imagem 2020- Maxar Technologies – Google Earth

Localizado na **média vertente**, este ponto possui uma **declividade** de aproximadamente 15%. Analisando a paisagem da vertente no seu seguimento, esta porcentagem aumenta próximo ao fundo de vale e diminui no sentido do topo.

Na área específica do ponto 2 a média vertente possui um caráter de inclinação relativamente alta. Este aspecto favorece o escoamento subsuperficial da água. Em contrapartida, dificulta a infiltração. Neste viés, a perda de solo da vertente é baixa, tendo visto que o fator da vegetação é outro elemento que contribui retenção solo. Neste ambiente, a **pedogênese e a morfogênese** (o balanço) estão ocorrendo juntamente a saída de material e formação de solo. Isto resulta em um **Meio Morfodinâmico Intermediário**, (Figura 119).

Figura 119. Ponto 2 compartimentação geomorfológica de topo suave



Autor: Venceslau, 2020

Analisando as áreas adjacentes do ponto 2, é possível descrever alguns elementos que compõem esta vertente (Figura 120). No topo da vertente há presença de área urbanizada composta por residências. Nesta parte, devido ao processo de urbanização, ocorre a impermeabilização do solo, atenuando o aumento da velocidade da água na vertente. Na média vertente, a existência da vegetação nativa está trabalhando como redutor do escoamento proveniente das áreas de topo. No fundo de vale há a presença de matas ciliares, aspecto que auxilia na estabilidade do curso de drenagens.

Figura 120. Áreas com a presença de urbanização e mata e ciliar



Autor: Venceslau, 2020

Esta vertente difere da anterior, a qual possuía uma grande área com interferência humana, (atividade de mineração). No ponto 2 foi possível identificar indicativos de depósito tecnogênicos, restos de material de construção, os quais foram depositados às margens da estrada de terra (Figura 121).

Figura 121. Área instável localizada nas proximidades do ponto 2, depósito tecnogênico



Autor: Venceslau, 2020

Os depósitos tecnogênicos, as áreas de pastagem, impermeabilização do solo nas áreas de topo, abertura de estrada vicinal e alta declividade são aspectos de um meio instável. Entretanto, a presença de mata nativa e ciliar e o baixo grau de retirada de solo compreendem elementos do meio estável. Perante todos os elementos apresentados do ponto 2, ficam evidentes as características de um **meio morfodinâmico intermediário**.

Ponto 3 – Médio Curso da Bacia – Bairro Centro

O terceiro ponto compreende o médio curso da bacia, situado à leste do bairro central. Sua localização em relação à compartimentação da vertente abrange a baixa vertente, possuindo as coordenadas geográficas 18.58355°S - 049.26530°W, (Figura 122).

As propriedades físicas do ponto 3, no que tange a morfoestrutural, compreendem a **litologia** da Formação Serra Geral (basalto) do Grupo São Bento, localizado no médio curso

da bacia. Entretanto, no médio curso da bacia, ocorre a transição entre a Formação Serra Geral e Formação Adamantina do Grupo Bauru. A paisagem geomorfológica é representada por **colinas convexizadas**.

No ponto 3 a baixa vertente possui na sua compartimentação geomorfológica da paisagem as características de **colinas convexizadas**. Estas feições são oriundas de processos de dissecção como descritas nos pontos anteriores. Estas particularidades presentes nas vertentes convexas facilitam o escoamento das águas pluviais, favorecendo o fluxo subsuperficial.

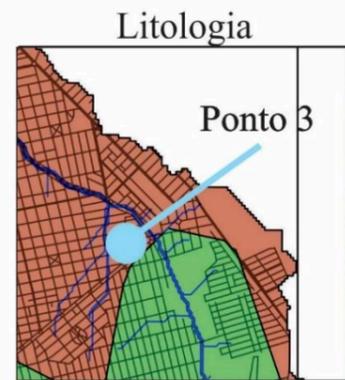
No aspecto da **altitude**, o médio curso da bacia dispõe de atitudes que variam de 550 metros nas proximidades da baixa vertente e fundo de vale, a 600 metros nas altas vertentes e áreas de topo. A atitude encontrada no local específico do ponto 3 foi de 574 metros. Outro elemento observado foi a **declividade**, que na baixa vertente contém um valor de aproximadamente 5 %, o que contribui para infiltração.

A respeito do **solo**, neste ponto foram identificadas as características que contemplam a coloração vermelha e textura arenosa, além de serem bastante profundos, caracterizando os Latossolos Vermelhos. Este aspecto está ligado ao processo de **pedogênese**, o que resulta em um perfil de alteração bem desenvolvido, o qual tem como origem a rocha da Formação Serra Geral.

No que tange o **uso da cobertura do solo**, neste ponto o mesmo é praticamente inexistente, por se encontrar no bairro central, área a qual passou por processos de impermeabilização e retirada da vegetação. Contudo, por estar localizado na baixa vertente vale ressaltar a questão **hidrográfica**, uma vez que este ponto compreende o leito maior do córrego São José.

Figura 122. Morfodinâmica Ponto 03 – Médio Curso da Bacia do Córrego São José

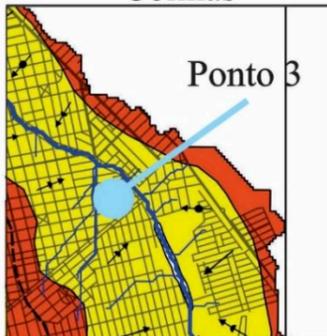
CARACTERIZAÇÃO DOS ASPECTOS FÍSICOS DO PONTO 3



Grupo São Bento
Formação Serra Geral

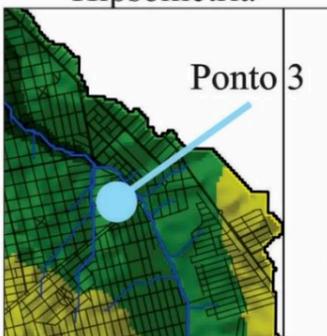
Grupo Bauru
Formação Adamantina

Compartimentos das Colinas



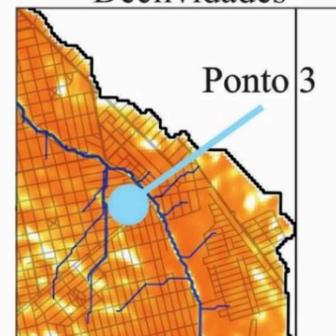
Área de Topo das Colinas
Área das Vertentes
Planície Aluviais

Hipsometria



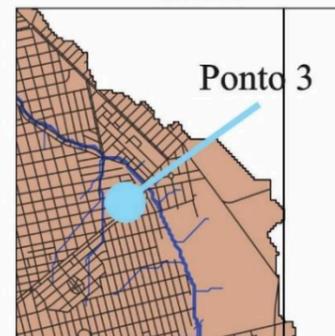
> 550 m
500 - 550 m
< 500 m

Declividades



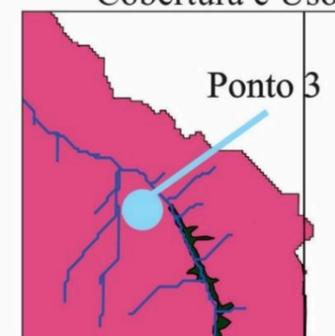
> 10%
3 - 10%
< 3%

Solos



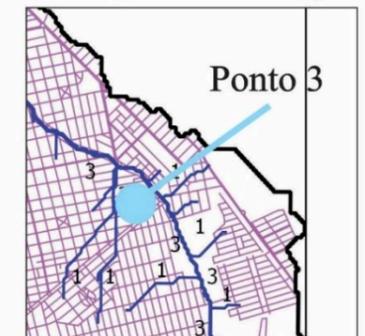
Solos desenvolvidos
Solos rasos a desenvolvidos

Cobertura e Uso

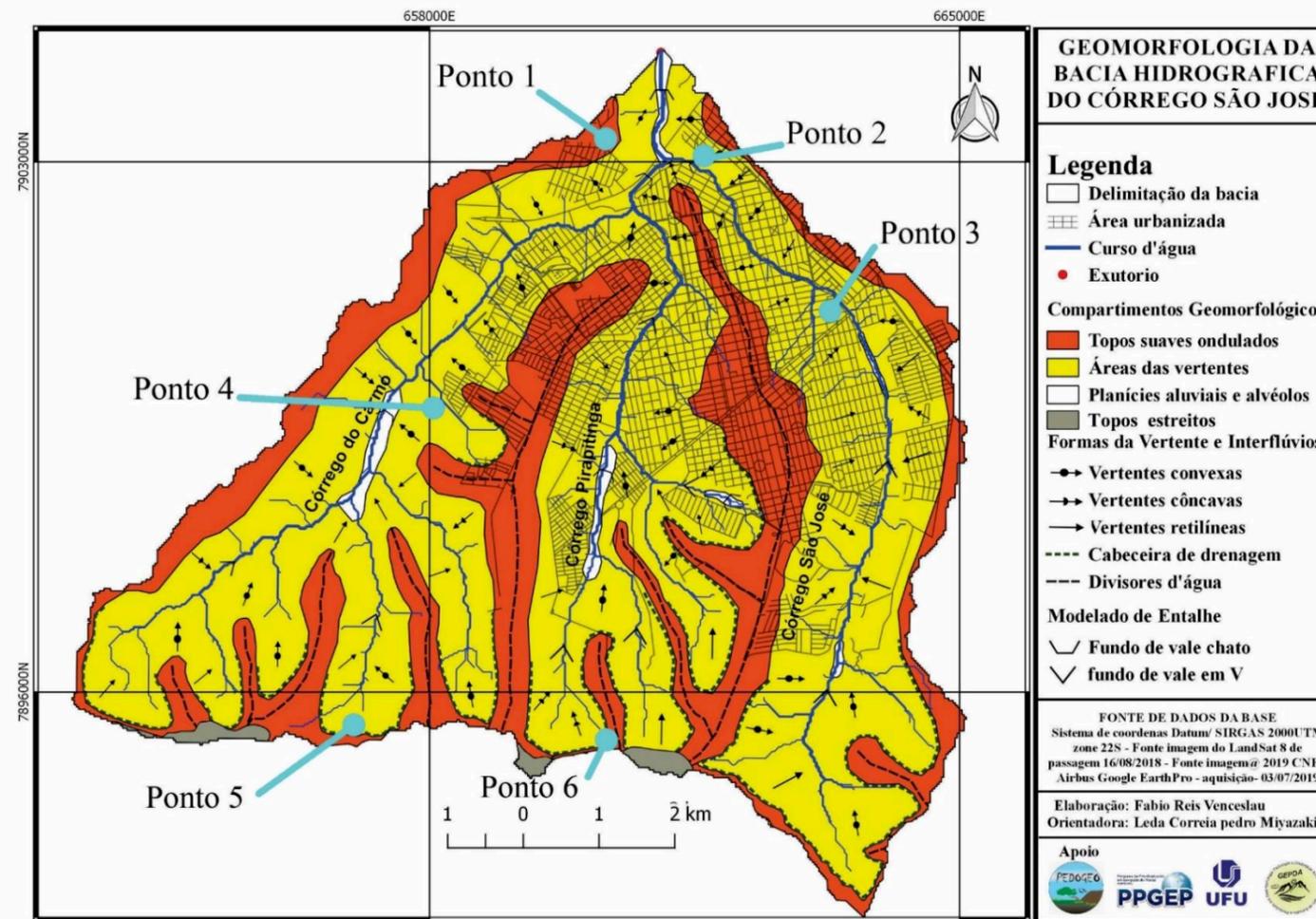


Área urbana
Pastagem
Cana-de-açúcar
Mata ciliar

Hidrografia/Hierarquia



1ª ordem
2ª ordem
3ª ordem
4ª ordem



GEOMORFOLOGIA DA BACIA HIDROGRAFICA DO CÓRREGO SÃO JOSÉ

Legenda

- Delimitação da bacia
 - ▨ Área urbanizada
 - Curso d'água
 - Exutorio
- Compartimentos Geomorfológicos**
- Topos suaves ondulados
 - Áreas das vertentes
 - Planícies aluviais e alvéolos
 - Topos estreitos
- Formas da Vertente e Interflúvios**
- ↘ Vertentes convexas
 - ↙ Vertentes côncavas
 - Vertentes retilíneas
 - Cabeceira de drenagem
 - Divisores d'água
- Modelado de Entalhe**
- ∨ Fundo de vale chato
 - ∨ fundo de vale em V

FORNE DE DADOS DA BASE
Sistema de coordenadas Datum/ SIRGAS 2000UTM
zone 22S - Fonte imagem do LandSat 8 de
passagem 16/08/2018 - Fonte imagem @ 2019 CNES
Airbus Google EarthPro - aquisição- 03/07/2019

Elaboração: Fabio Reis Venceslau
Orientadora: Leda Correia Pedro Miyazaki



Foto do Ponto 3



Imagem do Google

Conforme as características retratadas no quadro síntese, o ponto 3 e seu entorno expõem a atual paisagem de um **Meio Morfodinâmico Instável**, devido as alterações decorrentes da ação humana, as quais já alteraram toda a paisagem do relevo.

A **cobertura do solo** neste ponto praticamente não existe ou é insuficiente, devido ao processo de urbanização implementado pela ação humana, removendo a vegetação e o solo para instalação de residências e vias de acessos, gerando assim em grande parte a impermeabilização do solo. (Figura 123).

Figura 123. Aspectos da vertente no ponto 3 – Bairro Centro



Fonte: Canal Léo Tijucano, Youtube, 2020

No local de análise do ponto 3, na **baixa vertente** a **declividade** é quase nula. Esta especificidade se dá devido à remoção do solo para nivelamento do terreno para construção civil. No decorrer da vertente em sentido a área de topo a declividade possui valores mais altos entre 10% a 20%.

Por conservar uma forma plana, esta vertente possui característica que incide diretamente na infiltração da água no solo. O volume de água que chega até este local fica alocaado e posteriormente acaba se infiltrando. Em condições naturais em uma vertente este aspecto é fundamental para a formação do solo. Entretanto, no local o rebaixamento e retirada da vegetação descaracterizam as condições naturais. Neste véis, os elementos apresentados auxiliam na instabilidade da pedogênese e morfogênese, onde a taxa de matéria é insuficiente para desenvolvimento do solo, caracterizando assim um **Meio Morfodinâmico Intermediário** (Figura 124).

Figura 124. Registro da intervenção da humana na bacia no ponto 3 – Bairro Centro



Autor; Venceslau, (2019)

O seguimento geomorfológico deste ponto está na **baixa vertente**, próximo ao **fundo de vale**. Neste local o relevo ao entorno apresenta aproximadamente uma declividade entre 5% a 10%. Por ser uma área impermeabilizada (Figura125), a infiltração das águas pluviais advindas da alta vertente e topo é dificultada. Por não dispor da cobertura vegetal, as ruas acabam drenando as águas pluviais para determinados pontos do fundo de vale e provoca os alagamentos.

Figura 125. Área impermeabilizada no ponto 3 – Bairro Centro



Fonte: Imagem 2020- Maxar Technologies – Google Earth

Ademais as áreas adjacentes, o fundo de vale que representa este ponto suporta o volume de água que chega até esta localidade, provenientes da impermeabilização do solo que ocorre na vertente. Este processo implica diretamente no ciclo hidrológico, no qual a infiltração da água no solo compromete o abastecimento do lençol freático, levando a uma baixa hídrica nos reservatórios subterrâneos, considerando que o córrego São José passou por processo de retificação, aspecto que modifica toda sua estrutura natural (Figura 126).

Figura 126. Área de fundo de vale no ponto 3 – Bairro Centro



Autor: Venceslau, (2019)

O processo de urbanização ao longo da vertente, decorrentes do uso e ocupação, acarreta eventos como retirada da vegetação, erosão, remoção do solo e impermeabilização. Nesta perspectiva, a percolação e escoamento superficial são acelerados, provocando assim desequilíbrio na vertente. Considerando estes elementos é possível descrever este ambiente como **“Meio Morfodinâmico Instável”**.

Ponto 4 – Médio Curso da Bacia – Área de transição entre urbano e rural

A localização do ponto 4 se encontra no médio curso da bacia, na porção oeste da bacia hidrográfica situado em uma área de transição entre urbano e rural. O seguimento geomorfológico do ponto compreende a baixa vertente, detendo as seguintes coordenadas geográficas 18.59188°S - 049.29497°W (Figura 127).

Figura 127. Morfodinâmica Ponto 04—Médio Curso da Bacia do Córrego São José

CARACTERIZAÇÃO DOS ASPECTOS FÍSICOS DO PONTO 4

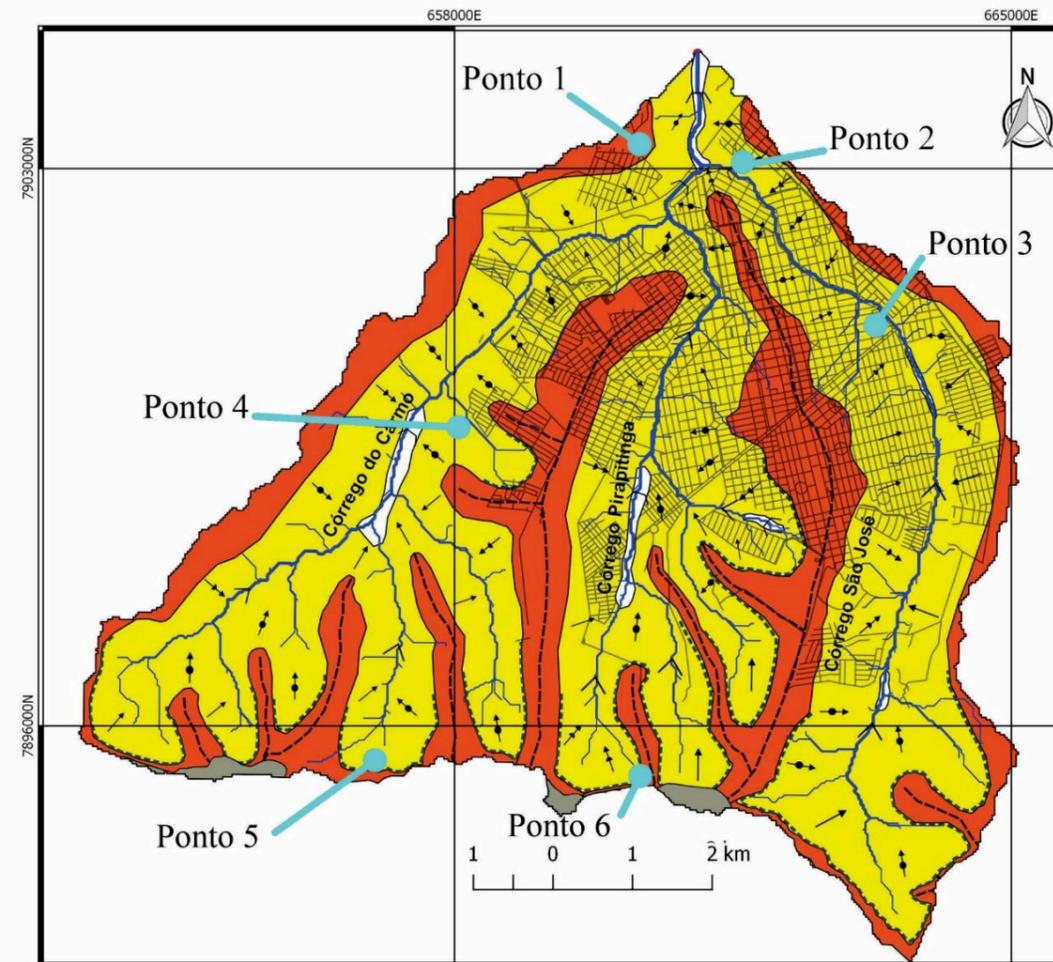
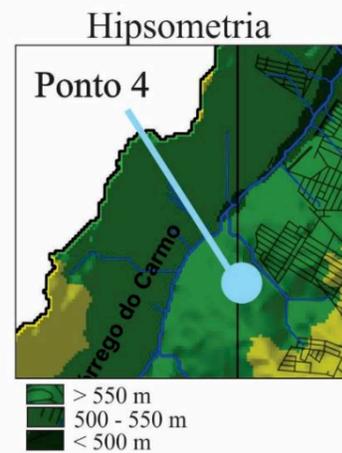
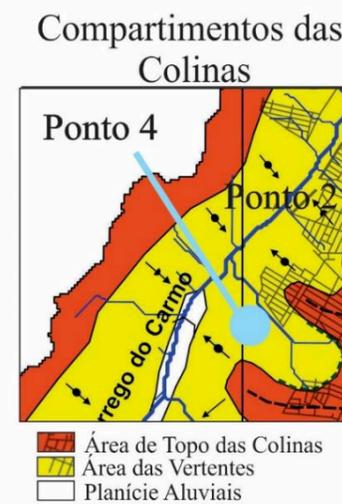
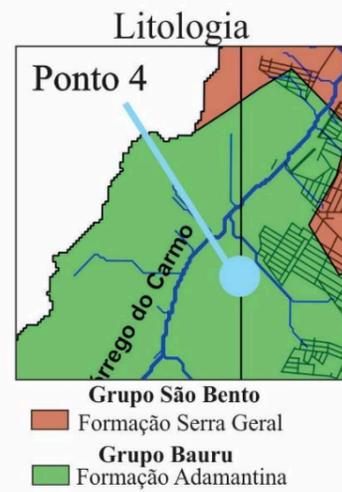


Foto do Ponto 4

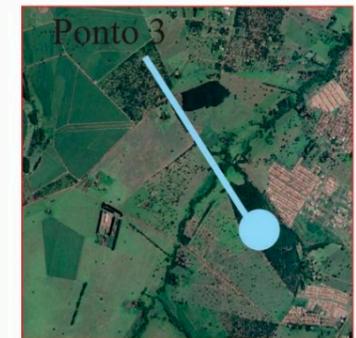
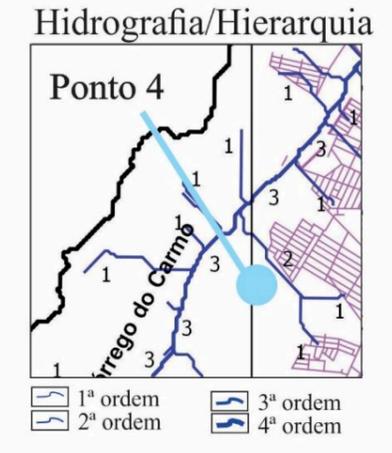
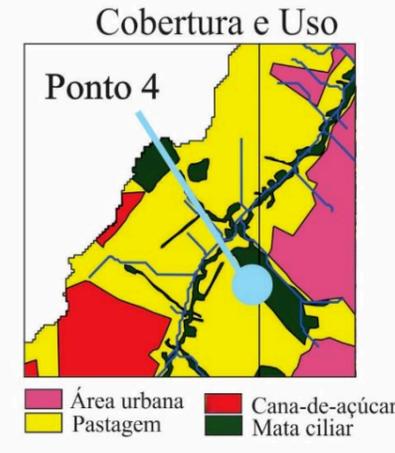
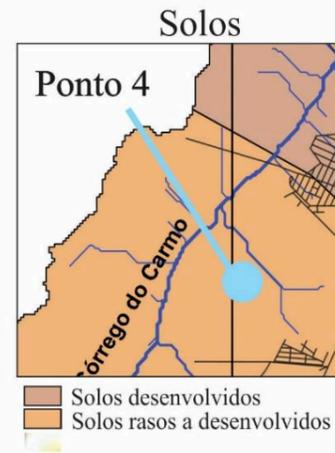
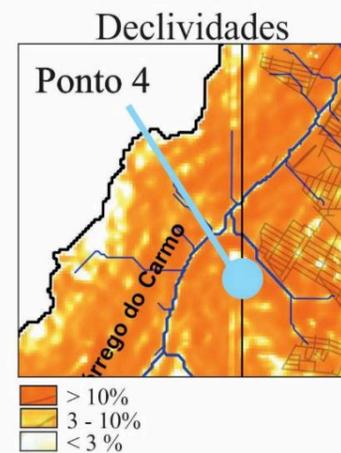


Imagem do Google



A unidade **litológica** do ponto 4, no aspecto estrutural, é configurada pelos arenitos da Formação Adamantina do Grupo Bauru, os quais sobrepõem os basaltos da Formação Serra Geral. As formas geomorfológicas da paisagem nesta vertente são representadas por colinas.

Constituída por **colinas convexizadas**, a vertente neste ponto exhibe na sua compartimentação geomorfológica da paisagem uma configuração **suave**. Esta forma projetada na paisagem é resultante da ação acentuada das atividades exercidas pelos elementos de denudação e dissecação sucedidos ao longo do tempo geológico. As vertentes convexas permitem a dispersão das águas pluviais, possibilitando o processo de escoamento superficial, diferente das vertentes côncavas, que retém água, contribuindo para infiltração.

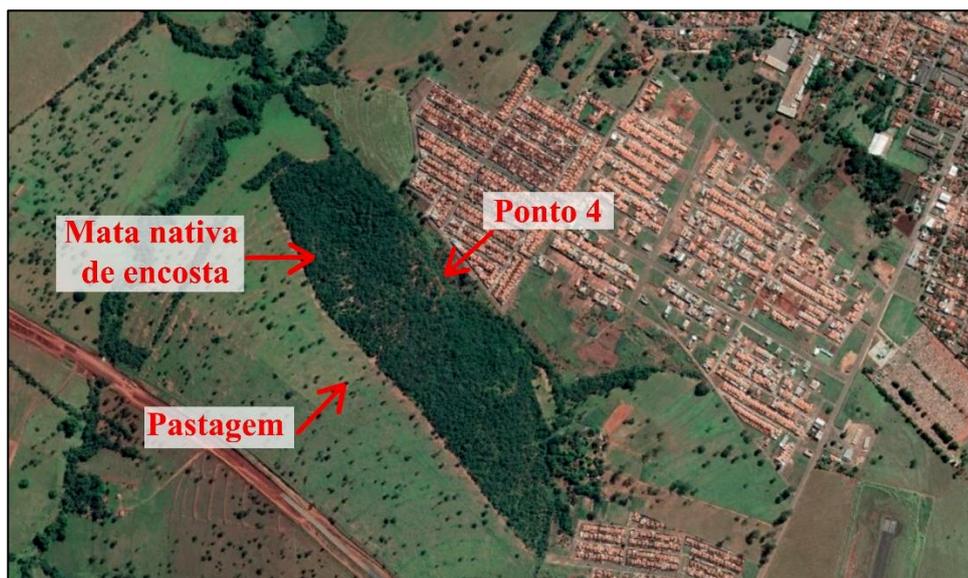
A vertente é composta por diferentes **altitudes** ao longo do seu perfil longitudinal. Na vertente do ponto 4, os resultados registrados referentes às altitudes, variam entre 550 metros nas áreas próximas ao fundo de vale a aproximadamente 600 metros na sessão do topo. No ponto específico da análise foram anotados 568 metros. Outro elemento que foi observado está relacionando ao percentual de inclinação da vertente, a **declividade**, que no local apresentou 15%.

O **solo** neste ponto, assim como no ponto 3, foi classificado na classe Latossolos Vermelhos, possuindo coloração vermelha e textura arenosa, bem desenvolvido e profundo. Estas características são oriundas desta classe e do tipo de material litológico de origem, os quais neste ponto são provenientes dos arenitos Formação Adamantina.

Este ponto é caracterizado pela presença de mata nativa de encosta, a qual pertence a uma APP. A **cobertura do solo** é composta por árvores típicas do cerrado, contribuindo para a estabilidade do solo. Vale ressaltar que as características **hidrogeográficas** neste ponto refletem aspectos de um afluente de primeira ordem do córrego do Carmo. Devido aos elementos presentes neste ponto, os quais estão contribuindo para a estabilidade da vertente, em particular a vegetação de cunho natural, este ponto foi classificado como **Meio Morfodinâmico Estável**, pois possui pouca alteração na sua estrutura original.

A **cobertura e uso atual** é constituída por uma vegetação nativa do cerrado. Este elemento é fundamental para a proteção de erosão linear e laminar e contribui nas condições para formação e desenvolvimento do solo. Contudo, uma pequena parcela da área de topo é composta por pastagem, consequência da atuação humana no meio rural para expansão das atividades agrárias. (Figura 128).

Figura 128. Registro da vegetação do cerrado no ponto 4

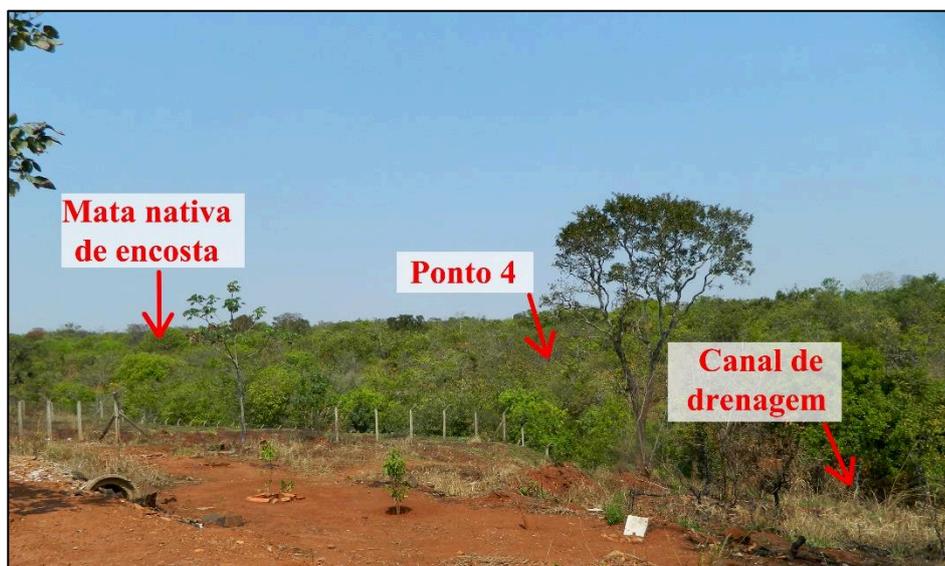


Fonte: Imagem 2020- Maxar Technologies – Google Earth

Este ponto encontra-se na **baixa vertente** e detém uma declividade relativamente baixa, a qual gira entorno de entre 15% a 20%. Porém, nas partes mais elevadas (alta vertente e área de topo), os valores são menos expressivos, variando abaixo de 15%. Isto se dá devido à forma suave das colinas convexizadas presentes na paisagem geomorfológica da bacia.

Na **baixa vertente**, local específico de análise do ponto 4, a configuração do relevo constitui-se de uma forma suave, característica que contribui para o desenvolvimento pedológico, tendo em vista que este tipo de fisionomia propicia a infiltração e percolação da água no solo. Diante dos constituintes citados, apesar deste ponto não possuir uma declividade que favorece os meios morfodinâmicos estáveis, a presença da vegetação nativa, baixa interferência humana e solo bem desenvolvido contribuem para um Meio **Morfodinâmico Estável** (Figura 129).

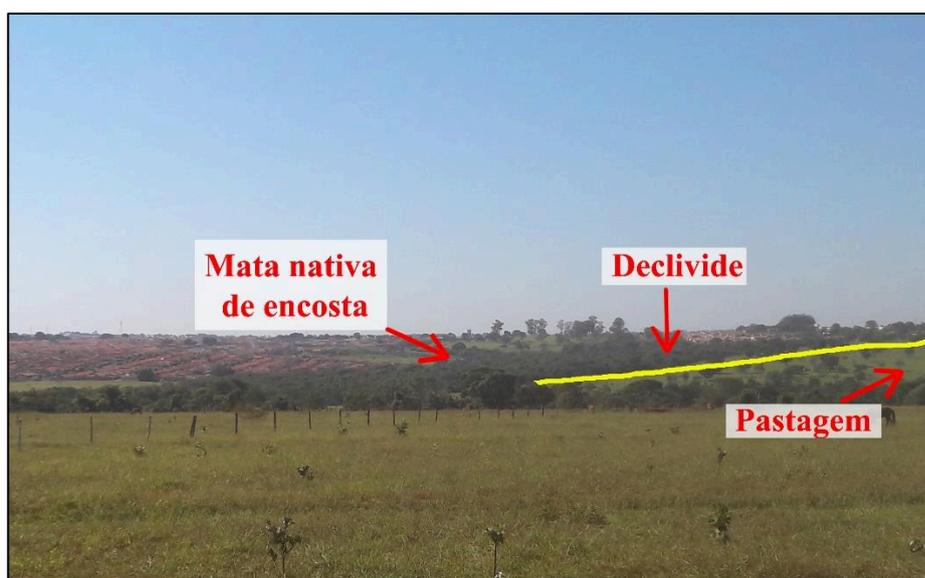
Figura 129. Registro do baixo curso no ponto 4



Autor; Venceslau, (2020)

Nas áreas adjacentes ao ponto 4, tanto na vertente de análise quando na vertente oposta, foram levantados elementos para complementar a descrição. Na vertente de análise (Figura 130) foi possível observar que a vegetação é de caráter nativo sem intervenção humana. Entretanto, na área de topo a vegetação é de pastagem (gramíneas).

Figura 130. Registro da vertente no ponto 4



Autor; Venceslau, (2020)

A vertente oposta (Figura 131) está ocupada pela urbanização. As baixas vertentes deste lado não contem vegetação. Devido ao processo de urbanização, o solo se encontra

impermeabilizado, aspecto que favorece o aumento do volume de água subsuperficial, tendo visto que a direção da mesma é o fundo de vale. Contudo, por se situarem ao lado oposto, estes elementos podem exercer um desequilíbrio na vertente de análise em um momento posterior.

Figura 131. Registro da ocupação da vertente oposta no ponto 4



Autor: Venceslau, (2020)

Perante os elementos apontados (vegetação nativa, solos desenvolvidos e baixo grau de interferência humana), o ponto 4 demonstra evidencia de um **Meio Morfodinâmico Estável**. Entretanto, é importante ressaltar um prenúncio de instabilidade nesta área, visto que, no seu topo, o ambiente é de pastagem, o que caracteriza um meio intermediário. Já a vertente oposta configura-se um meio instável pelo seguimento de urbanização. Possivelmente esta área está predestinada a se tornar um meio intermediário ou instável em virtude do crescimento da malha urbana, como retratado anteriormente. A urbanização já produz interferência no fundo de vale desta vertente.

Ponto 5 – Alto Curso da Bacia – Área Rural

Localizado no alto curso da bacia, o ponto 5 fica a sudoeste da mesma, situado na área rural, dispondo das coordenadas geográficas 18.58355°S - 049.26530°W. A sua condição

em relação à compartimentação geomorfológica encontra-se na área topo da vertente. Outro elemento importante é a sua proximidade com o do divisor topográfico da bacia (Figura 132).

No alto curso da bacia, a unidade **litológica** é composta por três tipos de rocha: os arenitos das formações Marília e Adamantina, ambas do grupo Bauru e o basalto (ígnea) da Formação Serra Geral. A Formação Marília é representada na paisagem pelos relevos residuais do tipo tabuliformes. Subsequente à esta formação temos a Formação Adamantina que, dispõe dos relevos de colinas. Por último é possível identificar em algumas sessões dos canais fluviais no alto curso da bacia o afloramento do basalto.

A Formação Adamantina ocupa quase toda extensão do alto curso da bacia. O ponto 5 se encontra dentro desta Formação, entre dois relevos residuais tabuliformes da Formação Marília. Como descritos nos pontos anteriores, os tipos de relevos que caracterizam esta Formação são de colinas. O ponto específico é representado por **colina convexa**, com características de topo amplo e suave.

As **altitudes** neste compartimento são superiores a 600 metros, sendo anotado em algumas áreas dos topos dos residuais o valor de 715 metros. Nas proximidades do ponto 5 foram registrados 628 metros. Assim como a altitude, a **declividade** também possui o mesmo comportamento. Nas áreas representadas pelas colinas convexas o registro foi de 8%, enquanto nas vertentes dos residuais este número fica acima de 45%.

O tipo de **solo** encontrado neste ponto pertence à classe dos Latossolos Vermelho, apresentando aspectos como a coloração avermelhada e textura arenosa. Além de profundo, é bem desenvolvido. A sua localização no alto curso da bacia favorece à dissecação do material rochoso, intensificando o **processo de pedogênese**.

A **cobertura e uso atual** nesta vertente é composta na sua grande parte por pastagem voltada para o cultivo de monocultura. Nos residuais a vegetação se mantém típica do cerrado nativo. Em relação à **drenagem**, o alto curso concentra grande parte dos canais de primeira ordem. A vertente de análise é contemplada por duas nascentes.

Figura 132. Morfodinâmica Ponto 05 – Alto Curso da Bacia do Córrego São José

CARACTERIZAÇÃO DOS ASPECTOS FÍSICOS DO PONTO 5

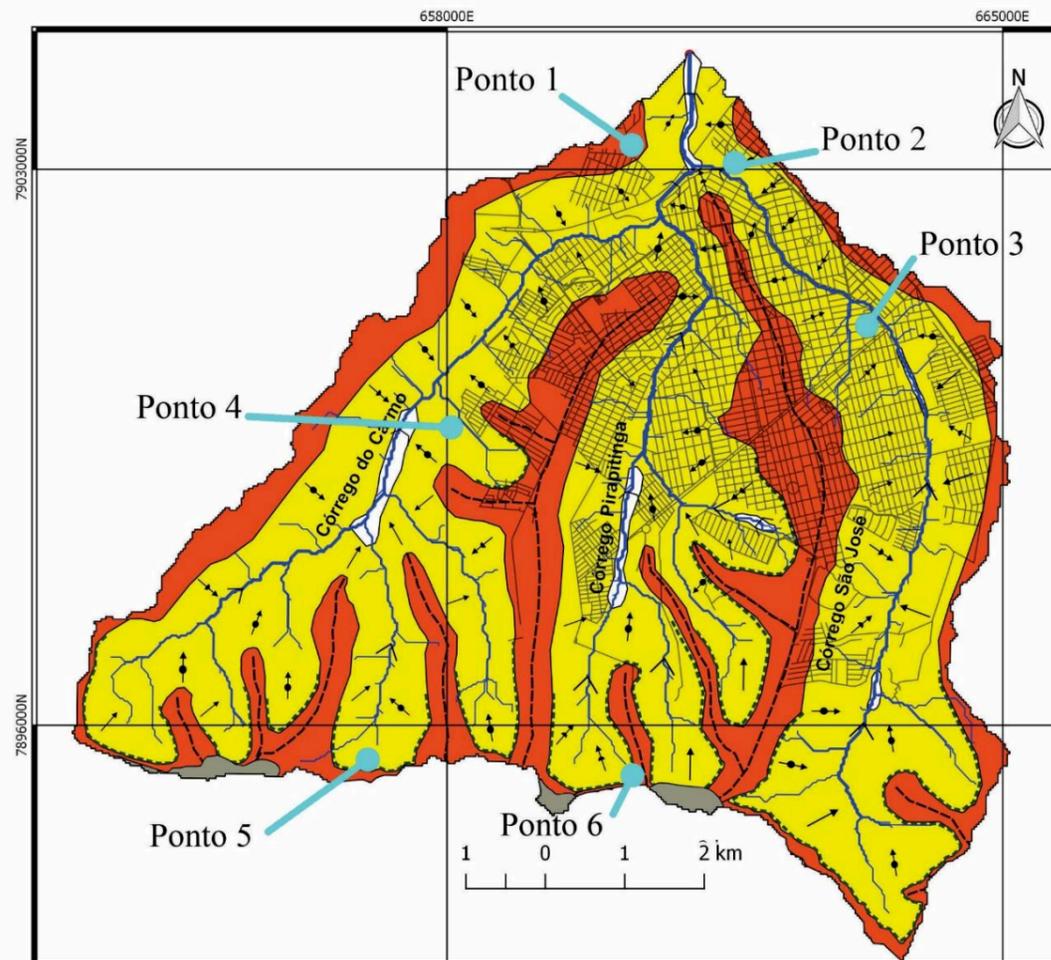
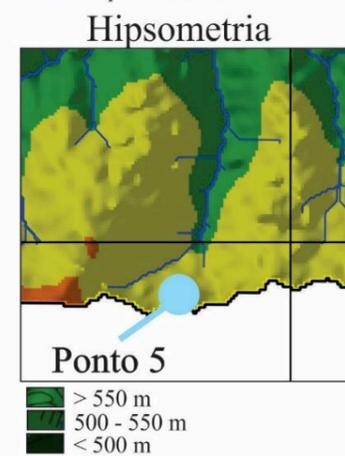
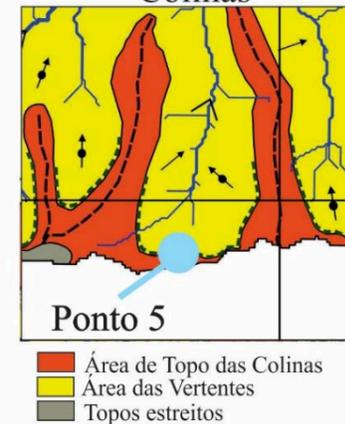
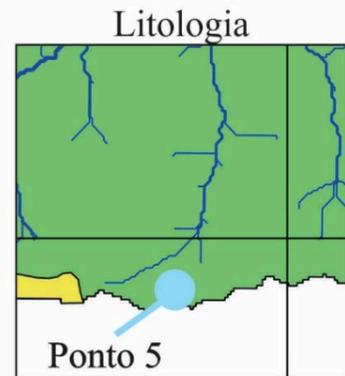
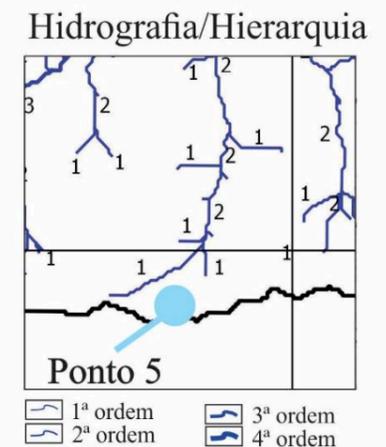
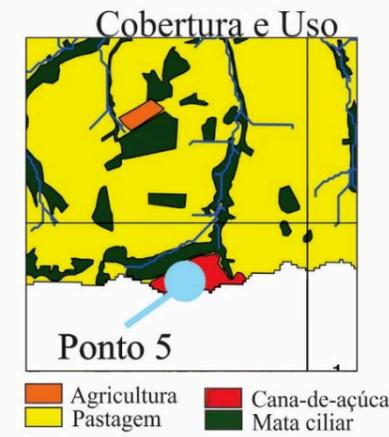
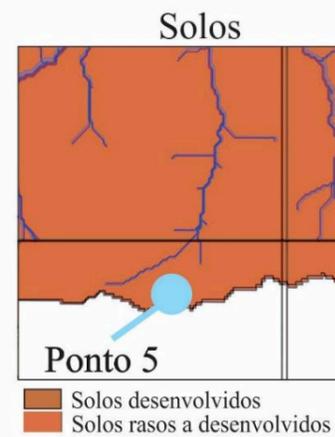


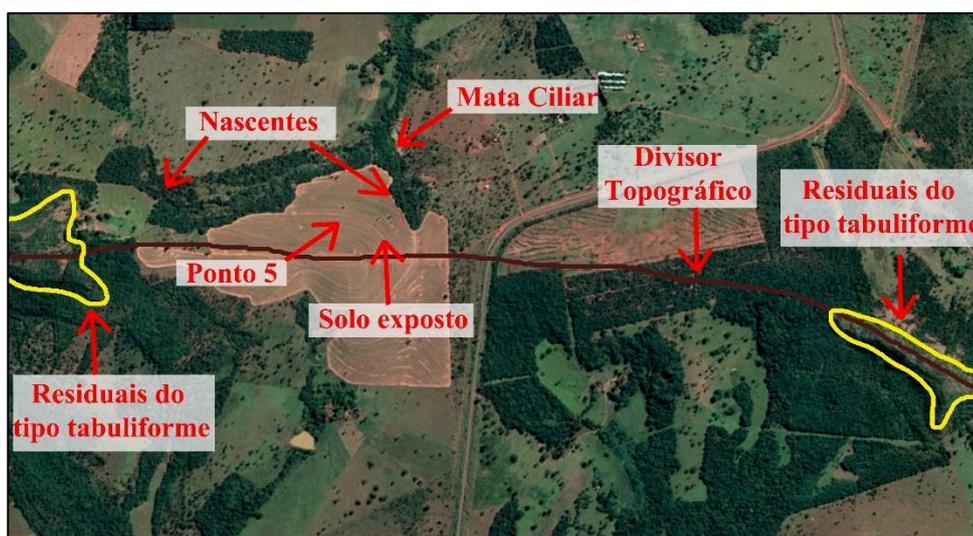
Imagem do Google



As particularidades descritas a seguir, fundamentadas no quadro síntese dos meios morfodinâmicos, demonstram que esta área na qual se encontra o ponto 5 e o seu entorno pode ser definida como “**Meio Morfodinâmico Instável**”.

Este ponto quanto a sua **cobertura vegetal** destaca a vegetação de mata ciliar presente ao longo das duas nascentes. No decorrer da vertente houve a remoção total da vegetação para o cultivo (Figura 133).

Figura 133. Cobertura vegetal atual no ponto 5



Fonte: Imagem 2020- Maxar Technologies – Google Earth

Situado no topo da vertente, o ponto 5 possui uma **declividade** baixa, em torno de 8%. Este ambiente possui características suaves; os valores encontrados nas áreas adjacentes seguem este comportamento. Nos fundos de vale este número não ultrapassa o valor de 20%, exceto nos residuais, os quais possuem valores que estão acima de 45%.

A compartimentação do relevo no local específico de análise, como relatado acima, possui **topo amplo e suave**. Este tipo de morfologia colabora para atuação dos processos hídricos na superfície, como a infiltração e percolação da água. Entretanto, a ausência da vegetação contribui para desequilíbrio neste ponto, considerando que a vegetação atua como um obstáculo para água, conservando o material na vertente. Isto gera uma **pedogênese** maior que a **morfogênese**. Diante disto, este ponto apresenta um **Meio Morfodinâmico Instável**, (Figura 134).

Figura 134. Aspectos físicos do ponto 5



Autor: Venceslau, (2019)

O **solo** nesta área descrito como Latossolos Vermelho (Figura 135) são solos bem desenvolvidos e profundos, constituídos pelos arenitos da Formação Adamantina, e possuem textura arenosa.

Figura 135. Registro do solo no ponto 5



Autor: Pedro Miyazaki (2019)

Em relação ao **uso e cobertura do solo**, destaca-se a intervenção antrópica na localidade, no emprego da monocultura. Esta área é voltada para o plantio de cana-de-açúcar, e neste segmento é removido todo tipo de vegetação.

A retirada da vegetação nativa e homogeneização da primeira camada pedológica provoca instabilidade na vertente, pois, sem proteção, há fragilidade e facilidade na retirada de material pela ação da água, acentuando os processos de erosão linear e laminar, o que interfere na morfodinâmica da vertente.

Diante destas premissas apontadas, tomando como base o quadro síntese dos meios morfodinâmicos, a área apresenta alguns parâmetros que evidencia, os meios Estável e Intermediário, tais como sua compartimentação do relevo, que se situa em área de topo, além do fato de possuir solos profundos e baixa declividade do relevo. Entretanto, os parâmetros como retirada completa da vegetação, litologia - a qual compreende as rochas sedimentares - e o uso voltado para monocultura - este por intervenção humana - são elementos que evidenciam um “**Meio Morfodinâmico Instável**”.

Ponto 6 – Alto Curso da Bacia – Área Rural

O último ponto de análise está localizado no alto curso da bacia, situado na porção sul da mesma. O ponto 6 pertence ao meio rural, portando as seguintes coordenadas geográficas: 19.01428°S - 049.28275°W. Sua posição na vertente compreende a compartimentação geomorfológica de alta vertente. Esta posição encontra-se na base do residual, caracterizando-se com área de colúvio (Figura 136. p. 202).

A **litologia** no alto curso da bacia é composta na sua base pela Formação Serra Geral. Sobrepondo esta camada estão os arenitos da Formação Adamantina e, na parte superior, os residuais da Formação Marília.

O compartimento da vertente o qual o ponto 6 está localizado pertence à alta vertente, dentro da Formação Adamantina representado por **colinas convexas**, com aparência suave. No topo da vertente, já dentro da Formação Adamantina, encontra-se o residual do tipo tabuliformes, os quais tem como características topo chato e vertentes com declive acentuado.

Como retratado no ponto anterior, as **altitudes** no alto curso da bacia encontram-se entre 600 metros e alcançando 715 metros nas áreas de topos dos residuais. No local específico de análise foi identificado o valor 649 metros. A **declividade** na vertente oscila de acordo com a compartimentação. Saindo do fundo de vale até parte da alta vertente, os resultados ficam entre 8% a 12%. Já no final da alta vertente, os valores são superiores a 45%.

No topo os valores não chegam a 5%; isto se dá devido as características planas na parte superior dos residuais.

Devido a sua posição na base do residual, o **solo** encontrado neste ponto possui uma coloração voltada para o amarelo. Este aspecto pode estar relacionado diretamente com material oriundo do residual (material coluvial). O solo possui as características de textura arenosa, o qual também é profundo e desenvolvido, caracterizando os Latossolos, resultante do **intenso processo de pedogênese** das rochas da Formação da Adamantina e Marília.

Na relação que envolve o **uso e cobertura da terra**, a área possui vegetação típica do cerrado. Entretanto, observou-se que a área está passando por alterações no seu entrono voltados para a pastagem. Na questão **fluvial**, há existência de um canal de drenagem, o qual concentra o escoamento das águas oriundas do relevo residual.

Figura 136. Morfodinâmica Ponto 06 – Alto Curso da Bacia do Córrego São José

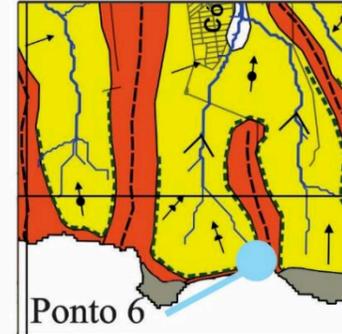
CARACTERIZAÇÃO DOS ASPECTOS FÍSICOS DO PONTO 6



Grupo São Bento
 Formação Serra Geral

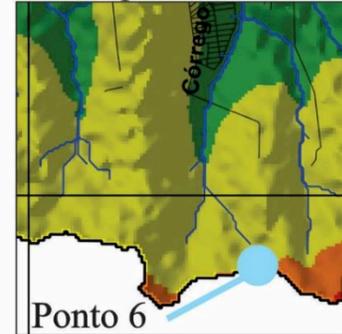
Grupo Bauru
 Formação Adamantina
 Formação Marília

Compartimentos das Colinas

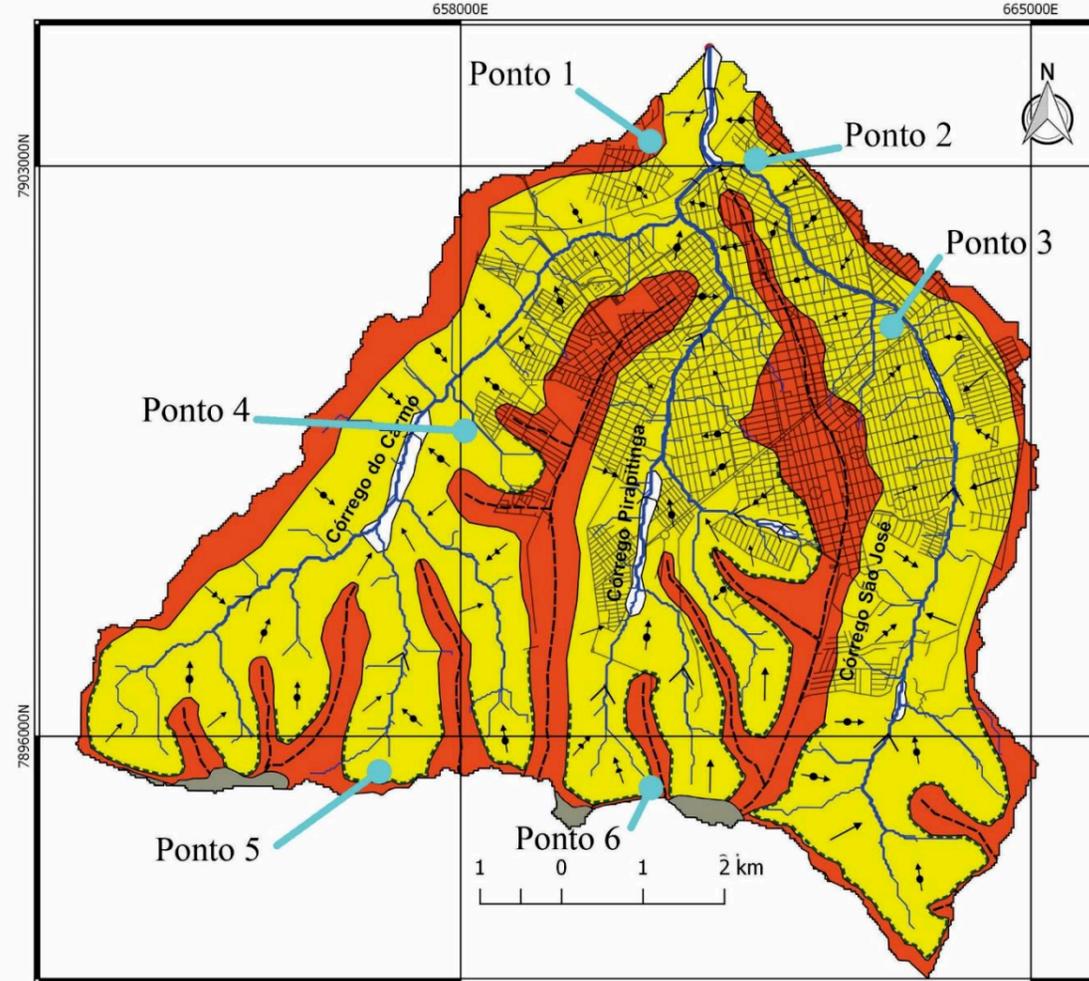


Área de Topo das Colinas
 Área das Vertentes
 Topos Estreitos
 Planície Aluviais

Hipsometria



> 550 m
 500 - 550 m
 < 500 m



GEOMORFOLOGIA DA BACIA HIDROGRAFICA DO CÓRREGO SÃO JOSÉ

- Legenda**
- Delimitação da bacia
 - Área urbanizada
 - Curso d'água
 - Exutorio
- Compartimentos Geomorfológicos**
- Topos suaves ondulados
 - Áreas das vertentes
 - Planícies aluviais e alvéolos
 - Topos estreitos
- Formas da Vertente e Interflúvios**
- Vertentes convexas
 - Vertentes côncavas
 - Vertentes retilíneas
 - Cabeceira de drenagem
 - Divisores d'água
- Modelado de Entalhe**
- Fundo de vale chato
 - fundo de vale em V

Fonte de dados da base
 Sistema de coordenadas Datum/ SIRGAS 2000UTM zone 22S - Fonte imagem do LandSat 8 de passagem 16/08/2018 - Fonte imagem/ 2019 CNES Airbus Google EarthPro - aquisição- 03/07/2019

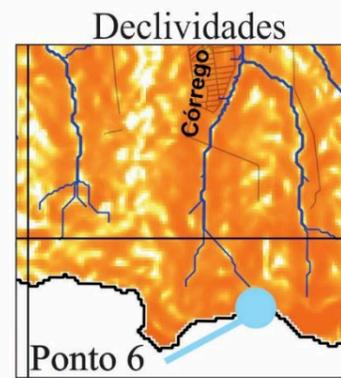
Elaboração: Fabio Reis Venceslau
 Orientadora: Leda Correia Pedro Miyazaki



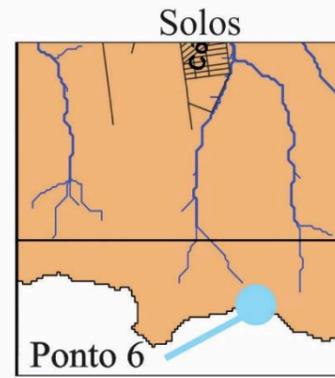
Foto do Ponto 6



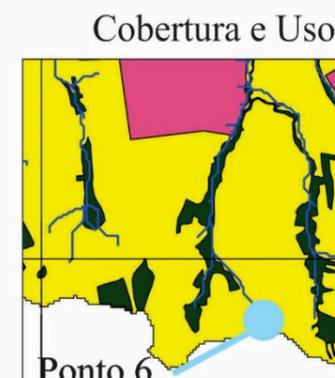
Imagem do Google



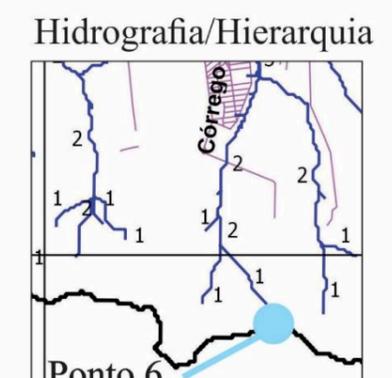
> 10%
 3 - 10%
 < 3%



Solos desenvolvidos
 Solos rasos a desenvolvidos



Área urbana
 Pastagem
 Mata ciliar



1ª ordem
 2ª ordem
 3ª ordem
 4ª ordem

Os elementos caracterizados no ponto 6 e ao seu entorno, adotando como balizador o quadro síntese dos meios morfodinâmicos, descreveram uma paisagem que configura o momento atual como **Meio Morfodinâmico Intermediário**, os quais serão apontados a seguir.

A **cobertura e vegetal** no ponto 6 é de mata nativa do cerrado. Entretanto, ações de cunho humano vêm modificando a paisagem, retratada na forma de queimadas, evento que pode ocasionar na perda da vegetação nativa em definitivo. Levando em consideração o período do ano da incidência das queimadas, na estação quente, a pouca precipitação dificulta a recuperação da vegetação. A pastagem faz presente nas áreas adjacentes (Figura 137).

Figura 137. Registro do entorno do ponto 6



Fonte: Canal Léo Tijucano, Youtube, 2020

Localizado na alta vertente, o ponto 6 apresenta **declividade** de 8% na área de análise. Observando a vertente a partir do ponto 6, sentido a área de topo, a declividade aumenta consideravelmente, chegando a 45%, tendo em vista que o local de estudo se encontra na base do residual. Partindo em direção ao fundo de vale, os valores não alteram, ficando em torno de 12%. Está área compreende várias especificidades na questão da declividade. Analisando apenas o ponto 6, a declividade é baixa. Entretanto, na ótica da morfodinâmica, o ponto 6 sofre influência direta do relevo residual.

No que tange a questão **pedológica** do ponto 6 (Figura 138), este apresenta solo com a coloração voltada para o amarelo, sendo bem desenvolvido e profundo. Devido a estas características encontradas em campo, foram incluídos na família dos Latossolos Amarelos.

Contudo, esta classificação não é definitiva, em virtude de que as observações para caracterização dos solos da bacia se deram até o segundo nível, tendo como base a literatura pedológica da área, a qual possui apenas os Nitossolos Vermelhos e Latossolos Vermelhos. Levando em consideração que este ponto está situado em uma área de colúvio, é preciso aprofundar até o terceiro nível para classificá-lo como Nitossolo Amarelo. Quanto a relação da **pedogênese e morfogênese** na área, pode-se afirmar que as condições estão ocorrendo ao mesmo tempo.

Figura 138. Registro do aspecto pedológico no ponto 6



Autor: Venceslau, (2019)

Este ponto compreende a **alta vertente**, possuindo uma forma suave, o que contribui para a infiltração e o escoamento das águas pluviais. Por estar em uma área de colúvio, a chegada de material oriundo do residual é considerável.

Nesse ponto outra característica importante a se considerar é a existência de um canal de **drenagem**, o qual concentra o escoamento das águas advindas do relevo residual. É perceptível o entalhamento do talvegue por meio do escoamento superficial (Figura 139), sendo considerado como um dos principais processos modeladores desse tipo de relevo.

Figura 139. Registro dos elementos físico no ponto 6



Fonte: Canal Léo Tijucano, Youtube, 2020

Na relação que envolve o **uso e cobertura da terra**, no ponto específico, a área possui algumas espécies remanescente da vegetação do cerrado na área do ponto. Nas áreas adjacentes observou-se a presença de pastagem. Contudo, vale ressaltar que esta área pertence a uma Instituição Federal de Ensino, tendo como uso a pesquisa.

Entretanto, foi identificada alteração humana no local, como as queimadas e depósitos tecnogênicos (material de construção civil). Este tipo de intervenção acarreta na instabilidade da morfodinâmica, descaracterizando a paisagem natural. (Figura 140).

Figura 140. Registro da interferência humana - deposito tecnogênicos



Autor: Venceslau, (2019)

Diante dos elementos analisados no ponto 6, pode-se classificá-lo como “**Meio Morfodinâmico Intermediário**”, devido aos critérios descritos no quadro síntese. Mesmo considerando a intervenção humana nas ações de queimadas e depósitos tecnogênicos, os aspectos quanto a vegetação, declividade, pedologia, compartimentação do relevo e litologia convergem para o meio intermediário.

Os seis pontos analisados na bacia apresentaram os seguintes meios morfodinâmicos: três pontos, 1, 2 e 6, foram caracterizados como **Meio Morfodinâmico Intermediário**. Os pontos 1 e 2 no baixo curso da bacia e o ponto 6 no alto curso da bacia, além dos pontos 3 e 5, como **Meio Morfodinâmico Instável**, sendo o ponto 5 encontrado no médio curso a leste do bairro centro e o ponto 5 na área rural no alto curso da bacia. Já o ponto 4 foi o único entre os pontos que apresentou características relacionadas ao **Meio Morfodinâmico Estável**. Neste viés vale ressaltar a importância das análises dos meios morfodinâmicos nos estudos do relevo, tendo visto que dos seis pontos analisados, apenas um possui característica de estável.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A paisagem de uma determinada bacia hidrográfica pode revelar um conjunto de elementos e registros, os quais, por meios dos estudos geomorfológicos, podem ser suscetíveis de identificação e interpretação. Muitas vezes estes estudos balizam os pesquisadores a compreender de forma mais detalhada a inter-relação entre os elementos gerados pelas dinâmicas da sociedade e natureza, obtendo assim respostas perante os efeitos desta relação entre o ambiente e intervenção antrópica.

Uma das problemáticas geradas pelo novo modelo de produção está ligada a ocupação e uso irregular das bacias hidrográficas, produzindo impactos que em muitos casos chegam a ser irreversíveis. Essa intervenção antrópica ocorre de forma desordenada e não respeita a dinâmica dos processos naturais (físicos), podendo produzir paisagens degradadas e meios morfodinâmicos instáveis, vulneráveis a manifestações de erosões, alagamentos, inundações, enchentes, assoreamento de canais fluviais, perda de solo, queimadas induzidas, desigualdade social, entre outros.

Um dos elementos essenciais para o equilíbrio dos meios morfodinâmicos está relacionando diretamente à presença da cobertura vegetal, devido a suas características e por exercer uma proteção para o solo. Entretanto, sua ausência gera instabilidade. A remoção da vegetação deixa o solo exposto e, em consequência, as ações dos processos hídricos, os quais exercem a desagregação, remoção e transporte do solo, favorecendo a morfogênese sobre a pedogêneses.

Os estudos referentes à morfodinâmica das bacias hidrográficas são fundamentais para compreender vários elementos que circundam este objeto, tanto físico quanto humano. Neste viés, este trabalho teve como objetivos trabalhar a questão da morfodinâmica da bacia do córrego São José sob a ótica dos meios morfodinâmicos estável, intermediário e estável. Com o uso de SIG, foi possível gerar algumas cartas temáticas da bacia, como a rede de drenagem e a confecção de um mapa geomorfológico até o presente momento possui o caráter de inédito para esta área.

Embasado pelo referencial teórico geomorfológicas sobre os estudos de vertentes, e a obra do Tricart (1977) “Ecodinâmica”, juntamente com os mapas temáticos confeccionados, foi proposta uma classificação dos meios morfodinâmicos, produzindo um quadro síntese para balizar as classificações. Os resultados obtidos demonstram que dos 6 pontos analisados, apenas um se enquadra nos Meios Morfodinâmicos Estável, Três nos meios intermediário e três nos meios instáveis.

O ponto 4, descrito como *meio morfodinâmico estável*, está localizado no médio curso da bacia, em uma área de transição entre o rural e o urbano. Ele apresenta solos profundos, com material litológico da Formação Adamantina, além de pertencer a uma reserva de APP, mantendo assim a estabilidade entre a morfogênese e pedogênese, sendo este um dos principais eventos de esculturação do relevo.

Os pontos identificados como *meios morfodinâmicos intermediários* 1 e 2 estão localizados no baixo curso da bacia. Ambos sobre forte influência do basalto da Formação Serra Geral. Entretanto, o ponto 1 está localizado em área de topo com solo profundo e vegetação característica de gramíneas, sobressaindo a pedogênese sobre a morfogênese, devido ao processo de percolação da água na vertente.

O ponto 2 encontra-se no seguimento da baixa vertente, com solos rasos e com afloramentos de basaltos. A vegetação nesta área é mista com gramíneas e árvores. A interferência antrópica neste ponto, além da retirada da vegetação natural, está expressa nos depósitos tecnogênicos.

Os pontos 3, 5 e 6, classificados como instáveis, tem apenas o 3 situado no médio curso na área urbana; os outros dois estão no alto curso da bacia na área rural.

O ponto 3 se localiza na parte final da vertente. Sobre influência litológica do basalto com solos profundos, encontra-se sem vegetação e com seu entro impermeabilizado. Grande porção do solo foi removido. Neste ponto, a atuação antrópica é responsável pela instabilidade da vertente, contribuindo com a saída de material da vertente. Isto propicia a morfogênese sobre a pedogênese.

Os pontos 5 e 6 pertencem a áreas de topos, localizados na parte rural do alto curso da bacia. O material litológico que originara os solos pode ser da Formação Adamantina e Marília, tendo visto que estes pontos estão dentro das áreas do residuais da Formação Marília.

O solo no ponto 5 e 6 são profundos. A vegetação no ponto 5 foi removida para uso das monoculturas, o que faz também a desagregação das primeiras camadas do solo, contribuindo para remoção do material. A vegetação no ponto 6 é formada por árvores. Entretanto, este ponto, assim como o ponto 2, é alvo de ações antrópicas de caráter de descarte de material sólido e queimadas.

Sobre a ótica dos meios morfodinâmicos, observou-se comportamento parecido dos pontos dentro do mesmo compartimento geomorfológico. Os pontos que representam o

baixo curso são ambos classificados com estáveis, mesmo estando localizados dentro do perímetro urbano em ambientes com características diferentes. Vale ressaltar que assim como os pontos 5 e 6, localizados no alto curso da bacia, o ponto 3 foi o que mais sofreu interferência antrópica.

Por fim, ressalta-se que a análise integrada da paisagem que compõem a bacia hidrográfica do córrego São José, tendo como base a geomorfologia (carta dos compartimentos geomorfológicos), os aspectos fisiográficos e parâmetros geomorfométricos, mostrou-se adequada e eficiente, pois permitiu identificar as principais formas de relevo, bem como os compartimentos que o compõem, sendo essas informações importantes para o estudo sobre os meios morfodinâmicos subsidiados pelo balanço entre a pedogênese e a morfogênese. Além disso, os aspectos relacionados ao uso e cobertura da terra foram significativos para entender e caracterizar os meios morfodinâmicos que compõem a paisagem da bacia, uma vez que subsidiam a identificação de áreas com e sem cobertura vegetal, considerada nesta pesquisa como um indicador importante para classificação dos meios morfodinâmicos da área de estudo.

REFERÊNCIAS

- AB'SÁBER, A. N. O domínio dos cerrados: introdução ao conhecimento. **Revista do Serviço Público**, Brasília, v. 111, n. 4, p. 41-55, 1983
<https://doi.org/10.21874/rsp.v40i4.2144>
- AB'SÁBER, A. N. O relevo Brasileiro e seus Problemas, in Brasil a Terra e o homem, vol.1, cap,III,Cia.Editora Nacional, São Paulo, 1964
- ANA. Agência Nacional de Águas. **Glossário de recursos hídricos**. Brasília ANA, 2015. Disponível em:<
http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/noticias/20150406034300_Portaria_149-2015.pdf>
 acesso em: 27/07/2019
- AMARAL, R. ; ROSS, J. L. S. . A Classificação Taxonômica do Relevo: **Um Instrumento de Gestão Territorial**. In: VI Simpósio Nacional de Geomorfologia, 2006, Goiânia-GO. Regional Conference on Geomorphology, 2006
- AMARAL. F, C, S, do... [et al.]. **Mapeamento de solos e aptidão agrícola das terras do Estado de Minas Gerais** - Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2004. p.95 (Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento; n. 63). Disponível em:<<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/89242/1/bpd63-2004-mapeamento-mg.pdf> > acesso em: 17/07/2019
- BACCARO, C. A. V.; FERREIRA, I. L.; ROCHA, M. R.; RODRIGUES, S. C. **Mapa geomorfológico do Triângulo Mineiro: uma abordagem morfoestrutural-escultural / Triângulo Mineiro geomorphological map: a morphostructural-sculptural approach**. **Sociedade & Natureza**, v. 13, n. 25, p. 115-127, jan/dez. 2001
- BARCELAOS, J.H. **Reconstrução paleográfica 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). Instituto Geociencia e ciências exatas, universidade estadual paulista, Rio claro
- BATEZELLI, A. **Análise da sedimentação cretácea no triângulo Mineiro e sua correlação com áreas adjacentes**. Instituto de Geociências e ciências Extas. Rio Claro: Universidade Estadual Paulista UNESP. Doutorado em Geociências 2003
- BIE, C. A. J. M. de; LEEUWEN, J. A. van; ZUIDEMA, P. A. **The land use database: a knowledge- based software program for structured storage and retrieval of user-defined land use data sets: user's reference manual**. Version 1.04 for MS-DOS. [S.l.]: ITC: FAO: UNEP: WAU, 1996. Disponível em:
 <<http://ces.iisc.ernet.in/energy/HC270799/LM/SUSLUP/Luse/Manual/chap2.pdf>>. Acesso em: nov. 2019
- BOTELHO, R. G. M. **Bacias Hidrográficas Urbanas**. In: GUERRA, J.T. Geomorfologia Urbana. Rio de Janeiro: Betrand Brasil, 2011;
- CASSETI, V. **Ambiente e apropriação do relevo**. São Paulo: Contexto, 1991. 146 p.

CASSETI, Valter. **Elementos de Geomorfologia**. 1 reimp. Goiânia: Editora da UFG. 137 p. 2001.

CASSETI, VALTER (2005) - "**Fisiologia da paisagem**". Disponível em: www.passeidireto.com/arquivo/23846343/fisiologia-paisagem-valter-casseti a. Acesso em: 22/07/2019.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2. ed. São Paulo: Edgar Blucher, 1980. 188 p.

CRUZ, O; **A Obra de Aziz Nacib Ab'Sáber/ Os mapas de organização natural das paisagens e o professor AB'SÁBER**: organizado por May Christine Modenesi-Gauttieri; Andrea Bartorelli; Virginio Mantesso-Neto; Celso dal Ré Carneiro; Matias Barbosa de Andrade Lima Lisboa. - - São Paulo: BecaBALL edições, 2010.

COUTINHO, L.M. **O conceito de cerrado**. Rev. Bras. Bot. 1(1):17-23. 1978

CORSI, A. C. **Compartimentação Morfoestrutural da Região do Triângulo Mineiro (MG)**: Aplicado A exploração de Recurso Hídrico Subterrâneos. Rio Claro – SP: Universidade Estadual Paulista – UNESP: 254p.2003

COELHO NETTO, A. L. **Hidrologia de encosta na interface com a geomorfologia**. In: Guerra, A. J. T.; Cunha, S. B. Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos. 8. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008. p. 93-148

CUNHA; S. B.; GUERRA, A. T. **Geomorfologia do Brasil**. Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil, 2003

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3 ed. rev. ampl. Brasília, 2013. p. 353

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Agencia de informação Embrapa: **Bioma Cerrado**. Latossolos, 2019. Disponível <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia16/AG01/arvore/AG01_96_10112005101956.html acesso em 12/07/2019

FUSHIMI, Melina,. **Vulnerabilidade Ambiental aos processos erosivos lineares nas áreas rurais do município de Presidente Prudente-SP**. / Melina Fushimi. - Presidente Prudente: [s.n], 2012 Orientador: João Osvaldo Rodrigues Nunes Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia

FUSHIMI, Melina. **Vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos lineares de parte dos municípios de Marabá Paulista-SP e Presidente Epitácio-SP** / Melina Fushimi. - Presidente Prudente: [s.n.], 2016.p.199. Disponível<<http://hdl.handle.net/11449/139565>> Acesso em 05/11/2019

FLORENZANO. T.G.; **Geomorfologia**: conceitos e tecnologias atuais: São Paulo. Oficina de Textos, 2008

FRIEDENREICH, G. & PINHEIRO, A. **Transformações Geomorfológicas e Fluviais Decorrentes da Canalização do Rio Itajaí-Açu na Divisa dos Municípios de Blumenau e Gaspar (SC)**. Revista Brasileira de Geomorfologia, Ano 3, nº 1, p. 1-9. (2002).

Disponível em: <http://www.lsie.unb.br/rbg/index.php/rbg/article/view/10/8> acesso: 15/12/2019 <https://doi.org/10.20502/rbg.v3i1.10>

GOMES, Idaré, Azevedo, et al.: Levantamento de reconhecimento de média intensidade e aptidão agrícola dos solos do Triângulo Mineiro. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos**. Rio de Janeiro, 1982. 526 p. ilustr. (EMBRAPA. SNLCS. Boletim de Pesquisa, 1).

GUERRA, A.T.: **Dicionário geológico-geomorfológico**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística Conselho Nacional de Geografia. Biblioteca geográfica Brasileira: Rio de Janeiro, 2ª ed. 1966.p.412

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 8. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008. p.472

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia: uma atualização de base e conceitos**. 8. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008. p.472

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Atlas Nacional do Brasil- uma pequena introdução**. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <<https://ww2.ibge.gov.br/home/geociencias/geografia/atlas.shtm?c=6>> acesso em: 17/07/2019

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Dados censitários de Ituiutaba 2018**. Disponível em. <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/ituiutaba/panorama> acesso em: 15/04/2018

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. de A. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. 5. reimp. São Paulo: Atlas, 2003

LACOSTE, Yves. A pesquisa e o trabalho de campo: um problema político para pesquisadores, estudante e cidadãos. **Boletim Paulista de Geografia**, São Paulo, n. 84, p. 77-82, jul. 1985. Disponível em: <http://www.uel.br/cce/geo/didatico/omar/pesquisa_geografia_fisica/BPG84_Pesquisa.pdf> acesso em 12/08/2019

LANA, C. E.; ALVES, J. M. de P.; CASTRO, P. T. A. Análise morfométrica da bacia do Rio do Tanque, MG - BRASIL. **REM: Revista Escola de Minas**, Ouro Preto, v. 54, n. 2, p. 121-126, 2001. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0370-44672001000200008>> acesso em 17/09/2019 <https://doi.org/10.1590/S0370-44672001000200008>

LANDIM, P. M. B.; FULFARO, V. J.; SAAD, A. R. PERINOTTO, J. A. DE J.; BATEZELLI, A.; CORSI, A. C. **A Bacia Bauru no Triângulo Mineiro (MG): Análise de Bacia como Proposta de uma nova Estratégia Exploratória para Recursos Minerais e Hídricos**. Projeto FAPESP 99/00323-5, Relatório Final, São Paulo, 2002

LENCIONE, Sandra. Aroldo de Azevedo: um geógrafo da Universidade de São Paulo. **Boletim Paulista de Geografia**, n. 92. São Paulo: AGB-São Paulo, 2012. p. 37-49.

LEAL, A. C. Meio ambiente e urbanização na microbacia do Areia Branca – Campinas/SP, **Dissertação de Mestrado**, Programa de Pós-graduação em Geociências e Meio Ambiente Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro, UNESP, 1995

LENIZ, V.; AMARAL, S. E. **Geologia geral**. 14. ed. São Paulo: Companhia Editorial Nacional, 2003. 399 p.

LEO, Tijucano. Drone.: **Canal no Youtube**. Disponível em: <<https://www.youtube.com/channel/UCQXqWnCf4VgI75EgKSZNCqA>> acesso em: 2020

LOPES, A. S. **Solos sob cerrado**: características, propriedades, manejo. 2. ed. Piracicaba: Potafos, 1984. 162 p.

NUNES, et al. **Elaboração de mapeamento geomorfológico utilizando técnicas de estereos cópia digital**. In: ANAIS IX Simpósio Nacional de Geomorfologia, RiodeJaneiro,2012. Anais...CDROM

NUNES, J.O.R e FUSHIMI, M. Mapa Geomorfológico do município de Presidente Prudente-SP: **elaboração e representação dos principais compartimentos de relevo**. In: XIV Encontro Nacional de Geógrafos, Porto Alegre, 2010. Anais...CDROM

NUNES, J. O. R.; FREIRE, R.; PERES, I. U. Mapa geomorfológico do perímetro urbano de Presidente Prudente-SP. In: **VI Simpósio Nacional de Geomorfologia e Regional Conference on Geomorphology, 2006**, Goiânia. Anais... Goiânia: União da Geomorfologia Brasileira; International Association of Geomorphologists, 2006

MAY CHRISTINE M.G; **A Obra de Aziz Nacib Ab'Sáber**/ organizado por May Christine Modenesi-Gauttieri; Andrea Bartorelli; Virginio Mantesso-Neto; Celso dal Ré Carneiro; Matias Barbosa de Andrade Lima Lisboa. - - São Paulo: BecaBALL edições, 2010. ISBN: 978-85-62768-05-7

MARTINS, F. B. GONZAGA, G. SANTOS, D. F. REBOITA, M. S.: Classificação Climática de Köppen e de Thornthwaite para Minas Gerais: **cenário atual e projeções futuras**. Revista Brasileira de Climatologia. Ano 14 – edição especial dossiê climatologia de Minas Gerais – nov. 2018. p . 129, 156 disponível em<<https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/60896>> acesso em: 14/05/2019 <https://doi.org/10.5380/abclima.v1i0.60896>

M. C. PEEL , B. L. FINLAYSON , T. A. MCMAHON.: **Updated world map of the Koppen-Geiger climate classification**. Hydrol. Earth Syst. Sci., 11, 1633–1644, 2007 disponível em: <<https://www.hydrol-earth-syst-sci.net/11/1633/2007/hess-11-1633-2007.pdf>> acesso em: 13/05/2019 <https://doi.org/10.5194/hess-11-1633-2007>

OLIVEIRA, E, C, SANTOS, A.R, CANDEIRO, C.R. **localidades fossilíferas do cretáceo superior da região do triângulo mineiro** (estado de minas gerais, brasil) sociedade & natureza, Uberlândia, **18** (35): 151-167, dez. 2006

OLIVEIRA R. C. de. **Avaliação da potencialidade de imagens tridimensionais em meio digital para o mapeamento geomorfológico.** Revista Geonorte, edição especial, v.2, n.4, p.1348-1355, 2012.

PEDRO, L. C.; NUNES, J. O. R.. A Relação entre processos morfodinâmicos e os desastres naturais: **uma leitura das áreas vulneráveis a inundações e alagamentos em Presidente Prudente - SP.** CADERNO PRUDENTINO DE GEOGRAFIA, v. 2, p. 81-96-96, 2012.

PEDRO, L. C.. A produção do espaço urbano e suas implicações nos compartimentos geomorfológicos: **o caso dos loteamentos Jardim Humberto Salvador e Damha - Presidente Prudente-SP.** In: XV Encontro Nacional de Geógrafos, 2008, São Paulo-SP. Anais do XV ENG. São Paulo-SP: AGB, 2008.

PEDRO, L. C. Geomorfologia Urbana: impactos no ambiente urbano decorrente da forma de apropriação, ocupação do relevo. **Geografia em Questão.** v.04. n. 01. 2011

PEDRO MIYAZAKI, L.C.. **Elaboração da carta de compartimentação geomorfológica para estudo do relevo na área urbana de Ituiutaba (MG).** ESPAÇO EM REVISTA, v. 19, p. 1-20, 2017

PEDRO MIYAZAKI, L. C. Dinâmicas de apropriação e ocupação em diferentes formas de relevo: **impactos e vulnerabilidades em ambientes urbanos** / Leda Correia Pedro Miyazaki. - Presidente Prudente: Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia [s.n.], 2014

PEDRO MIYAZAKI, L. C. Aplicação de técnicas de estereoscopia digital na elaboração de mapeamento geomorfológico no município de Ituiutaba-MG. **Relatório final submetido a chamada MCTI/MEC/CNPq/CAPES/ nº 22/2014** - Faixa de financiamento A. Grupo de Pesquisa GEPDA – Credenciado ao CNPq, Laboratório PEDOGEO e Curso de Graduação em Geografia da FACIP/UFU. 2017.p104

PEDRO MIYAZAKI, L.C.; PENNA, M. C. M.. **A utilização do mapeamento geomorfológico como instrumento de identificação e caracterização Morfoescultural na Bacia Hidrográfica do Córrego do Carmo – Ituiutaba/MG.** Caderno Prudentino de Geografia, v. 1, p. 1-20, 2016.

PENTEADO, M.M.: **Fundamentos de geomorfologia.** 3. ed. Rio de Janeiro: Fundação IBGE, 1983. 185p. il.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico:** métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013. 277 p.

RIZZINI, C. T. **Nota prévia sobre a divisão fitogeográfica do Brasil.** Revista Brasileira de Geografia, v.25, n.1, Rio de Janeiro, 1963. Disponível em <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/monografias/GEBIS%20-%20RJ/RBG/RBG%201963%20v25_n1.pdf> acesso em: 13/07/ 2019

ROSS, J. O REGISTRO CARTOGRÁFICO DOS FATOS GEOMORFOLÓGICOS E A QUESTÃO DA TAXONOMIA DO RELEVO. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 6, p. 17-29, 8 nov. 2011 <https://doi.org/10.7154/RDG.1992.0006.0002>

ROSS, J. Relevo brasileiro: **uma nova proposta de classificação**. Revista Do Departamento De Geografia, 2011, n4, p.25-39
<https://doi.org/10.7154/RDG.1985.0004.0004>

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia: ambiente e planejamento**. São Paulo: Contexto, 2005. 85 p.

ROLIM, G.S.; CAMARGO, M.B.P.; LANIA, D.G.; MORAES, J.F.L. **Classificação climática de Köppen e de Thornthwaite e sua aplicabilidade na determinação de zonas agroclimáticas para o Estado de São Paulo**. *Bragantia*, v.66, p.711-720, 2007
<https://doi.org/10.1590/S0006-87052007000400022>

SÁ JÚNIOR, Arinaldo de. **Aplicação da classificação de Köppen para o zoneamento climático do Estado de Minas Gerais** / Arinaldo de Sá Júnior. – Lavras: UFLA, 2009. 101 p.: il. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2009

SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. D; RIBEIRO, J. F. (Eds.). *Cerrado – Ecologia e Flora*. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, v.1, 2008, p.107-133

SOARES, A. Q.; FUJIMOTO, N. S. V. M. **Caracterização e compartimentação do relevo da bacia hidrográfica do rio do Silveira** –São José dos Ausentes –RS. Anais eletrônicos do Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Viçosa, 2009. Trabalho completo. Disponível em:< <http://www.geo.ufv.br/simposio/>>. Acesso em 29 jun. 2010.SOUZA, T. de A.;

SOUZA, R. R. de; COSTA, R. A.; ASSUNÇÃO, H. F. da, e MELO, S. C. de.: **Variações Pluviométricas no Triângulo Mineiro-MG**. *Revista Geonordeste* 2009, Ano XX, n. 2 p. 180, 201 disponível em:< <https://seer.ufs.br/index.php/geonordeste/article/view/2462/2144>> acesso em: 14/07/2019

SUGUIO, K. **Geologia sedimentar**. São Paulo: Blucher, 2003. 400 p.

SURTEGARAY, D. M. A.; NUNES, J. O. R. **A natureza da Geografia Física na Geografia. São Paulo**: Revista Terra Livre, n.17, 2001. p. 11-24. Disponível em: <http://www.agb.org.br/publicacoes/index.php/terralivre/article/view/337/319> acesso em: 15/06/2019

SUERTEGARAY, D. M. A. **Pesquisa de campo em Geografia** In: *Geografia*, ano IV, n.7 jan/jun. 2002 a. Disponível em http://www.uff.br/geographia/rev_07qedição7.htm. Acesso em 20/05/2009 <https://doi.org/10.22409/GEOgraphia2002.47.a13423>

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE, SUPREN, 1977. 91 p.

TRICART, J. **L'évolution des versants**. In: *L'information géographique*, volume 21, nº3, 1957. pp. 108-116; doi : disponível em <<https://doi.org/10.3406/ingeo.1957.1708> >acesso 12/07/2019 <https://doi.org/10.3406/ingeo.1957.1708>

TOMMASELLI, A. M. G. **Fotogrametria Básica**. Presidente Prudente: UNESP. Disponível em: http://www4.fct.unesp.br/docentes/cartotomaseli/Fotogrametria_1/apostila.php. Acesso em: 18 dez. 2011

TORRES, F. T. P.; MACHADO, P. J. de O. **Introdução à hidrogeografia**. São Paulo: Cengage Learning, 2012. 178p

TUCCI, Carlos E. M. (Org.). **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto Alegre; UFRGS: ABRH, 2009.

VIEIRA, A. C. Q. S.; HACON, V. S. **O desenvolvimento do capitalismo e a crise ambiental**. O SOCIAL EM QUESTÃO, v. 25/26, p. 427, 2011.

VENCESLAU, F. R.; PEDRO MIYAZAKI, L. C. **Processos, análises e gestão de bacias hidrográficas em ambientes urbanos: o caso do córrego São José – Ituiutaba/MG**. In: Revista Geografia em Atos (Geoatos online), v. 02, n. 09, p. 71-92, 2019
<https://doi.org/10.35416/geoatos.v2i9.6342>

VENTURI, L. A. B. **O papel da técnica no processo de produção científica**. In: _____ (Org.). *Praticando geografia: técnicas de campo e laboratório*. São Paulo: Oficina de Textos, 2005, p. 13-18;

VITTE, A. C.; NIEMANN, R.S.. **Uma introdução à história da geomorfologia no Brasil: a contribuição de Aziz Nacib ab'Saber**. Revista Brasileira de Geografia Física, v.02, p.41/50,2009; <https://doi.org/10.26848/rbgf.v2i1.232629>