



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
INSTITUTO DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS HUMANAS E SOCIAIS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA



JANARA DOS SANTOS TAVARES

**CARACTERIZAÇÃO DOS PROCESSOS GEODINÂMICOS SUPERFICIAIS E
IMPACTOS AMBIENTAIS NA TRILHA DE ACESSO AO PARQUE NATURAL
MUNICIPAL CACHOEIRA DAS ORQUÍDEAS – PRESIDENTE FIGUEIREDO-AM**

MANAUS

2021

JANARA DOS SANTOS TAVARES

**CARACTERIZAÇÃO DOS PROCESSOS GEODINÂMICOS SUPERFICIAIS E
IMPACTOS AMBIENTAIS NA TRILHA DE ACESSO AO PARQUE NATURAL
MUNICIPAL CACHOEIRA DAS ORQUÍDEAS – PRESIDENTE FIGUEIREDO-AM**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, da Universidade Federal do Amazonas, Área de concentração “Amazônia: Território e Ambiente”. Linha de pesquisa: Domínios da Natureza na Amazônia, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Fabio Sabbá
Guimarães Vieira

MANAUS

2021

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

T231c Tavares, Janara dos Santos
Caracterização dos processos geodinâmicos superficiais e impactos ambientais na trilha de acesso ao Parque Natural Municipal Cachoeira das Orquídeas – Presidente Figueiredo -AM / Janara dos Santos Tavares . 2021
141 f.: il. color; 31 cm.

Orientador: Antonio Fábio Sabbá Guimarães Vieira
Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Amazonas.

1. Processos Geodinâmicos. 2. Trilha. 3. Impactos Ambientais. 4. Presidente Figueiredo. I. Vieira, Antonio Fábio Sabbá Guimarães. II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

Dedico a todos aqueles que amo e que torceram sempre para que eu não desistisse no meio do caminho, meu esposo Rogério, meu filho amado Amir Gabriel, minha filha Maria Beatriz, que ainda vai nascer, meus pais Ângela e Jucelino que não me negaram na infância o direito de estudar, apesar das dificuldades, minhas irmãs que sempre demonstraram orgulho de mim!

AGRADECIMENTOS

A Deus, que nunca me deixou sozinha, sempre me fez sentir a sua presença poderosa, mesmo em meio ao desespero tantas vezes, nunca estive só nessa caminhada, que me ensinou que a fé é a força mais poderosa; a ele dedico toda honra e glória!

Ao meu orientador, Prof. Dr. Antonio Fábio Sabbá Guimarães Vieira, meu caro Profe, que me conhece desde a graduação e nunca poupou benevolência e paciência para me orientar nessa trajetória, uma das melhores pessoas que conheço nessa vida, homem justo e bom, sempre disposto a ajudar, acreditando mais em mim do que eu mesma, sempre me dizendo que tenho potencial, ao senhor minha eterna e terna admiração, muito obrigada por tudo!

A FAPEAM, pela concessão da bolsa, a qual foi muito importante para a realização dessa pesquisa.

A Universidade Federal do Amazonas e os docentes do Programa de Pós-Graduação em Geografia que dedicaram seu tempo e conhecimento a nos ensinar, dividindo conosco um pouco do que sabem, enriquecendo-nos com conhecimento, a riqueza que se leva para sempre;

A minha amada família, meu esposo Rogério dos Santos, meu filho Amir Gabriel, foi pensando em nós que eu iniciei esse curso e ainda por nós que irei finalizá-lo, obrigada pelo apoio, pelo amor, pelo companheirismo, obrigada pela presença de vocês em minha vida!

Também ao meu irmão, Jonathas, você também é motivo para eu querer ser exemplo, que o estudo é a maneira mais justa de buscar uma vida melhor.

Agradeço com todo carinho meus familiares, minhas irmãs Gilmara e Jussara, que mesmo nem sempre por perto, sempre me ofereceram palavras e gestos que me motivaram a enfrentar esse desafio, principalmente a Jussara que sempre disse ter orgulho de mim, por ter chegado até aqui.

A minha amada mãe, que se dispôs a passar um tempo cuidando do meu filho, para eu poder estudar, a senhora é maravilhosa, exemplo de força e resiliência!

Aos meus colegas de laboratório e orientação Rose, Ilbson, Ludmila, Feliciano pelo agradável convívio e solicitude, por me animarem, dizendo que a sensação de que está enlouquecendo, não é só minha. A Gabriela pela ajuda em campo, com os softwares, o geoprocessamento.

A Fernando, representante discente da minha turma, sempre muito solícito em ajudar.

A Armando Brito, pela ideia inicial de tema do projeto.

Aos que estiveram em campo comigo, mesmo aos que estavam realizando alguma disciplina, mas me ajudaram com os dados coletados, Jânio, Andrey, Danielson, Edna, Carla.

Sobressaio a Kenya de Souza (cunhã), pelo entusiasmo e constante boa vontade no auxílio com os softwares entre tantos outros pedidos e a Roberto Epifânio pelo apoio nos trabalhos de campo e com muito carinho a Sandréia Cascaes, pela amizade e parceria, com a qual dividi algumas angústias e momentos de experiências marcantes no período de mestrado.

A Daniela Carvalho, que sempre se mostrou muito solícita em ajudar, participou do nosso primeiro “passeio de campo” em Figueiredo, me auxiliou também com alguns mapas, Dani, minha gratidão!

As pessoas da Secretaria de Meio Ambiente de Presidente Figueiredo, Melhem, Jussara e Haroldo, que sempre foram muito prestativos, fornecendo as informações e documentos que dispunham sobre o Parque Cachoeira das Orquídeas.

E claro, ao meu psiquiatra Dr. Pablo Gnutzman, ajuda é sempre bom, e às vezes é preciso reconhecer quando precisamos de ajuda médica.

A secretária Graça Luzeiro, do Programa de Pós-Graduação em Geografia, que com presteza e paciência, instruiu a parte burocrática da jornada no mestrado, para mim em particular, foi fundamental a sua atenção e colaboração.

A todos que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho, minha gratidão!

Até aqui o Senhor nos ajudou”.

1 Samuel 7:12

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi caracterizar os processos geodinâmicos superficiais e impactos ambientais existentes ao longo da trilha de acesso ao Parque Natural Municipal Cachoeira das Orquídeas, em Presidente Figueiredo, Amazonas. Assim, buscou-se para atingir o objetivo principal, a caracterização dos aspectos físicos dos solos da trilha; descrição da morfometria da trilha; avaliação da influência antrópica no uso da trilha e parque; previsão de possíveis impactos para o ecossistema do parque. Foi realizado levantamento de informações sobre os aspectos naturais e antrópicos da área de pesquisa, que serviram como base para a identificação dos processos geodinâmicos e previsão de possíveis impactos. Para atingir os objetivos do trabalho, foram realizados alguns procedimentos, como a construção do perfil topográfico no software ArcGis com base nos pontos de coordenadas coletados com o uso de GPS resultando em dados de extensão, declividade e altitude máxima e mínima ao longo do percurso. Foram também realizadas as análises físicas do solo (descrição do perfil, destacando principalmente a cor, textura e espessura entre os horizontes) que combinadas com o perfil topográfico gerou a topossequência do terreno, destacando duas classes de solo, o Latossolo amarelo e o Neossolo quartzarênico. Em relação a Resistência à Penetração, destacam-se os dados apresentados a seguir, verificou-se que a média para a trilha foi de 3,94 MPa e para a área com vegetação sobre Latossolo foi de 3,11 MPa. No caso da trilha sobre o Neossolo quartzarênico, foram realizados dois testes e a média observada no primeiro foi de 0,93 MPa e para o segundo teste sobre essa mesma classe, também realizado sobre a trilha foi de 0,86 MPa. Quanto aos dados de infiltração destacam-se os seguintes resultados: na trilha sobre o Latossolo a taxa de infiltração inicial foi de 0,9mm/2min, finalizando com a taxa de 0,4mm/2min, ou seja, 0,2mm/min., enquanto na floresta sobre Latossolo foi de 0,7mm/10seg inicial, finalizando com 0,2mm/10seg, ou seja 0,2 mm/min. Na trilha sobre o Neossolo, a taxa de infiltração inicial foi de 3,1mm/min, finalizando com taxa de 1,7mm/min. / e na porção de vegetação sobre essa classe de solo, a taxa inicial foi de 2,0 mm/min, finalizando com taxa de 1,1 mm/min. Pode-se dividir a trilha em três porções: a superior mais plana, onde se observa poças de águas da chuva; a mediana onde se verifica maior declividade e ocorrência de erosão dos solos com formação de pequenos sulcos e marmitas; e a inferior, onde se verifica mais acúmulo de sedimentos transportados pela enxurrada que descem pela trilha. Outros aspectos também foram verificados, como a depredação da trilha envolvendo a destruição de parte da passarela na porção inferior, além de lixo jogado de forma indiscriminada ao longo desta. Por fim, o parque apresenta potencial geoturístico, mas a organização/gerenciamento deste, precisa ser revisto.

Palavras-chave: Processos Geodinâmicos, Trilha, Impactos Ambientais, Presidente Figueiredo.

ABSTRACT

The main goal of this project was to characterize the superficial geodynamic processes and environmental impact along the track which gives access to the Natural Park known as “Cachoeira das Orquídeas” (Orchid Falls, in Portuguese), in Presidente Figueiredo, Amazonas. In order to reach said goal, physical aspects of the soil throughout the track were characterized, such as: track morphometry description, human influence in terms of using the tracks and park, as well as predictions concerning possible impact upon the park’s ecosystem. Data was gathered on the natural and human aspects on site, which were used as the base for identifying geodynamic processes and the prediction of possible impact. Furthermore, an important procedure was carried out for establishing a topographic profile with the help of ArcGis software. It was done with coordinates collected via GPS, which also unfolded into extension, declivity, minimum and maximum altitude data throughout the track. Physical analysis of the soil was also done (profile description, with highlights to color, texture, and density between horizons). Combined with the topographic profile, these generated the land’s toposequence, mainly comprising two classes of soil: yellow Latosol and quartzarenic Neosol. Regarding penetration resistance, the following data stood out: an average of 3.94MPa was observed on the track, and for vegetation covered area on latosol it was 3.11MPa. As for the quartzarenic Neosol, 2 tests were conducted and the average observed on the first was 0.93MPa, while on the second, still on the same class, it was 0.86 MPa. As for infiltration data, the following was observed: on the latosol, the initial infiltration rate was 0.9mm/2min, and 0.4mm/2min at the end, which rounded up to 0.2mm/min. On the forest latosol, the initial rate was 0.7mm/10s, and 0.2mm/10s, which rounded up to 0.2mm/min. On the neosol track, the initial rate was of 3.1mm/min, and 1.7mm/min at the end. On the portion of neosol covered by vegetation, the initial rate was of 2.0mm/min, and 1.1mm/min at the end. The track can be divided into three portions: the plain top section, where rain water puddles get formed; the medium section, where higher declivity and erosion is seen, with the formation of grooves and depressions; and, finally, the lower section, where higher accumulation of rain-transported sediments is seen. Other aspects were also analyzed, such as track destruction and littering. In conclusion, the park reveals geotouristic potential, but organization and management need to be addressed.

Key-words: Geodynamic processes, track, environmental impact, Presidente Figueiredo.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Combinação das curvaturas para caracterização das formas de terreno	31
Figura 2: Área de erosão laminar intensificada, com presença de sulco	35
Figura 3: Ravina	36
Figura 4: Voçoroca	37
Figura 5: Marmita	38
Figura 6: Pedestais	39
Figura 7: Crostas	39
Figura 8: Escamamentos	40
Figura 9: Canelura	41
Figura 10: Etapas do processo erosivo, destaque (splash e selagem)	42
Figura 11: Localização do Parque Municipal Cachoeira das Orquídeas	48
Figura 12: Delimitação geológica do Parque Cachoeira das Orquídeas	51
Figura 13: Delimitação geomorfológica do Parque Cachoeira das Orquídeas	53
Figura 14: Características dos ambientes dos diferentes tipos de solo	55
Figura 15: Classes de solos do município de Presidente Figueiredo e localização da área de estudo (Trilha de Acesso e Parque)	56
Figura 16: Delimitação hidrográfica do Parque Natural Municipal Cachoeira das Orquídeas-Bacia Hidrográfica do rio Urubu	59
Figura 17: Campinarana, vegetação presente na área de acesso à Cachoeira das Orquídeas	62
Figura 18: Floresta Ombrófila Aberta, vegetação presente na área de acesso ao Parque	62
Figura 19: Trilha principal que dá acesso a Cachoeira das Orquídeas	64
Figura 20: Trado holandês	67
Figura 21: Amostras em processo de decantação. Método da EMPRABA (2017)	68
Figura 22: Triângulo textural proposto pelo U.S.D.A	68
Figura 23: Soluções tampão pH 4,00 e 7,00 e pHmetro de mão	70
Figura 24: Feição erosiva do tipo sulco, na área da trilha	71
Figura 25: Penetrômetro de impacto	72
Figura 26: Aplicação do teste de infiltração	73
Figura 27: Perfil de solo em área de Latossolo	77
Figura 28: Triângulo textural T1	78
Figura 29: Perfil de solo do Latossolo em área de Transição	79
Figura 30: Triângulo textural T2	80
Figura 31: Perfil de solo em área de Neossolo Quartzarênico	81
Figura 32: Triângulo textural T3	82
Figura 33: Perfil de solo em área de Neossolo Quartzarênico	83
Figura 34: Triângulo textural T4	84
Figura 35: Amostra superficial de solo coletado na trilha	84
Figura 36: Triângulo textural trilha	85
Figura 37: Toposequência dos perfis da área de estudo (perfis+topografia	87
Figura 38: Mosaico da trilha do Parque Cachoeira das Orquídeas, destaque para a ocorrência de processos geodinâmicos e atrativos geoturísticos	109
Figura 39: Perfil topográfico	110

Figura 40: Planta da trilha com exposição de processos e feições	111
Figura 41: Mapa de vegetação da área de estudo	113
Figura 42: Mapa hidrográfico Parque Cachoeira das Orquídeas.....	114
Figura 43: Mapa hipsométrico da área	115
Figura 44: Trilha de acesso ao Parque e Cachoeira das Orquídeas	118
Figura 45: Planta interna do Parque C.O.	119
Figura 46: Ponte sobre o igarapé	120
Figura 47: Livro controle de visitantes do Parque Cachoeira das Orquídeas.....	121
Figura 48: Área da trilha onde é possível visualizar a deposição de material.....	123
Figura 49: Degradação da trilha e formação de feição erosiva	124
Figura 50: Empoçamento na área da trilha.....	124
Figura 51: Lixeira no entorno da trilha.....	125
Figura 52: Notícia sobre assalto no Parque Cachoeira das Orquídeas	128
Figura 53: Pontos de tradagem	141

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Distribuição de valores.....	77
Gráfico 2: Distribuição de percentual.....	79
Gráfico 3: Perfil de solo em área de Neossolo quartzarênico.....	81
Gráfico 4: Distribuição dos valores 1	83
Gráfico 5: Distribuição dos valores 2	85
Gráfico 6: Densidade real e aparente.....	89
Gráfico 7: Densidade real e aparente 2.....	90
Gráfico 8: Densidade real e aparente 3.....	90
Gráfico 9: Densidade real e aparente 4.....	91
Gráfico 10: Densidade real e aparente trilha	92
Gráfico 11: Porosidade total t1	93
Gráfico 12: Porosidade Total das amostras em T2.....	93
Gráfico 13: Porosidade Total das amostras em T3.....	94
Gráfico 14: Porosidade total t4.....	94
Gráfico 15: Porosidade total trilha.....	95
Gráfico 16: P1- Teste de penetração em Latossolo- Área de floresta	98
Gráfico 17: P2- Teste de penetração em Latossolo- Trilha.....	98
Gráfico 18: P3- Teste de penetração em Latossolo- Parte média da encosta.....	99
Gráfico 19: P4- Teste de penetração em Solo de transição	100
Gráfico 20: P5- Teste de penetração na trilha	101
Gráfico 21: P6- Teste de penetração na trilha-Neossolo quartzarênico	101
Gráfico 22: P7- Teste de penetração na trilha-Neossolo quartzarênico	102
Gráfico 23: P1- Teste de Infiltração em área de Latossolo amarelo- Floresta	103
Gráfico 24: P2- Teste de Infiltração em área de Latossolo amarelo- Trilha	104
Gráfico 25: P3- Teste de Infiltração em parte média da encosta.....	104
Gráfico 26: P4- Teste de Infiltração fora da trilha.....	105
Gráfico 27: P5- Teste de Infiltração na trilha	106
Gráfico 28: P6- Teste de Infiltração na trilha- Neossolo quartzarênico	106
Gráfico 29: P7- Teste de Infiltração fora da trilha- Neossolo quartzarênico.....	107

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Análise do Ph dos perfis de solo T2 e T4 da Topossequência da área de acesso ao Parque Cachoeira da Orquídeas.....	96
Tabela 2: Estimativa de visitantes no ano de 2018.....	122
Tabela 3: Principais atrativos apontados pelos frequentadores do Parque.....	126
Tabela 4: Principais problemas apontados pelos frequentadores do Parque.....	126
Tabela 5: Previsão de Infraestrutura e realidade observada	127

LISTA DE SIGLAS

C.O.- Cachoeira das Orquídeas

CPRM- Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

Ds- Densidade de solo

Dp- Densidade de partículas

EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

LATOSSOLO - Laboratório de Análises e Tratamento de Sedimentos e Solos pH - potencial hidrogeniônico

Pt -Porosidade total

PMPF- Prefeitura Municipal de Presidente Figueiredo

RP- Resistência do solo à penetração

SEMMAS- Secretaria de Meio Ambiente e

USGS – United States Geological Survey

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	17
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	19
2.1. Geografia, Geodiversidade, Geomorfologia e Geoturismo	19
2.1.1. Geoturismo	20
2.1.2. Trilhas e geoconservação.....	23
2.2. Impactos ambientais	25
2.2.1. Lixo.....	27
2.2.2. Assoreamento	28
2.2.3. Erosão	29
2.3. Fatores controladores da erosão.....	29
2.3.1. Erosividade da chuva.....	29
2.3.2. Erodibilidade do solo.....	30
2.3.3. Cobertura Vegetal.....	30
2.3.4. Características da encosta.....	30
2.4. Erosão	32
2.4.1. Tipos de erosão.....	32
2.4.2. Erosão Antrópica	33
2.4.3. Erosão Pluvial.....	34
2.5. Processos geodinâmicos superficiais	41
2.5.1. Splash	41
2.5.2. Infiltração.....	42
2.5.3. Escoamento superficial.....	43
2.5.4. Escoamento em lençol ou difuso	44
2.5.5. Fluxo linear ou concentrado	45
2.5.6. Fluxo Turbulento	45
2.5.7. Escoamento Subsuperficial.....	45
3. ÁREA DE ESTUDO	47
3.1. Localização	47
3.2. Aspectos Fisiográficos	49
3.2.1. Geologia	49
3.2.2. Geomorfologia.....	50
3.3. Clima.....	54
3.4. Solos.....	54
3.5. Hidrografia.....	57
3.6. Vegetação.....	60

3.7. Aspectos antrópicos	62
4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	65
4.1. Metodologia	65
4.1.1. Caracterização dos aspectos físicos dos solos da trilha.....	65
4.1.2. Mensuração dos processos relacionados aos aspectos geodinâmicos superficiais na trilha do Parque.....	70
4.1.3. Caracterização morfométrica da trilha	73
4.1.4. Avaliação da influência antrópica no uso da trilha e parque	74
5. RESULTADOS	76
5.1. Caracterização dos aspectos físicos dos solos da trilha	76
5.1.1. Análise física dos solos	76
5.1.2. Análise química	95
5.2. Mensurar os processos relacionados aos aspectos geodinâmicos superficiais na trilha do Parque	97
5.2.1. Resistência do solo à Penetração (RP)	97
5.2.2. Atributos hidráulicos do solo.....	102
5.3. Descrever a morfometria da trilha	110
5.3.1. Perfil topográfico.....	110
5.3.2. Produção cartográfica.....	111
5.4. Avaliar a influência antrópica no uso da trilha e parque	116
5.4.1. Intervenção antrópica	116
6. CONCLUSÕES.....	129
REFERÊNCIAS	132
APÊNDICE	141

INTRODUÇÃO

Estudos sobre a biodiversidade são muito recorrentes e importantes, no entanto, outro tema igualmente considerável e que por vezes acaba em conflito com o conceito sobre o tema relativo aos aspectos bióticos, são os estudos relacionados a geodiversidade.

O conhecimento da geodiversidade nos leva a identificar, de maneira eficiente, as aptidões e restrições, de uso do meio físico de uma área, bem como os impactos advindos de seu uso inadequado (CPRM, 2010).

A criação de áreas protegidas é uma alternativa muito discutida atualmente quando se pensa em proteger os ambientes naturais. A construção de trilhas de acesso em Áreas de Preservação Ambiental é uma importante alteração antrópica, que se não for realizada de maneira correta pode tornar-se um fator de risco para a ocorrência de processos de degradação nesses ambientes.

São fatores que podem prejudicar o equilíbrio natural nessas áreas, a construção inadequada de trilhas, juntamente com a visitação turística, podendo contribuir para a transformação paisagística do espaço explorado e a consequente alteração dos processos erosivos naturais, levando à aceleração da erosão e degradação dos solos.

Um bom planejamento e um projeto sustentável, são fundamentais para minimizar futuras manutenções e problemas. Assim, com base nas orientações publicadas no Trail Construction and Maintenance Notebook-2007, trilhas sustentáveis seriam aquelas que poderiam permanecer abertas e utilizáveis por longo tempo, cujo piso não acabe sendo erodido pela água e pelo uso. Trilhas que não afetem a qualidade da água ou do ecossistema natural e que satisfaçam as necessidades de seus possíveis usuários, oferecendo uma experiência positiva, portanto, trilhas que não prejudiquem o ambiente natural (HESSELBART et al., 2007).

Como exemplo de Área de Preservação Ambiental, no Município de Presidente Figueiredo, tem-se O Parque Natural Municipal Cachoeira das Orquídeas, que é uma Unidade de Conservação localizada na área urbana do município. A importância para a conservação e preservação dessa área, reside no fato de existir uma representativa biodiversidade no local, graças à ocorrência de vários habitats.

O Parque Cachoeira das Orquídeas foi o primeiro Parque Natural Municipal a ser criado em Presidente Figueiredo, que possui Plano de Manejo dentro das normas do Sistema Nacional de Unidades de Conservação - SNUC (MUNHOZ, 2010).

Apesar de possuir plano de manejo e alguns outras variantes de planos de estruturação para a área como um ambiente de cuidado com a geodiversidade e prática do geoturismo, a realidade local não assenta com o previsto, ocorrendo no parque problemas diversos, desde a falta de segurança no trajeto da trilha, aos processos erosivos que advém sobre a mesma.

Desta maneira, o estudo de alterações em Áreas de Preservação Ambiental, torna-se importante à medida que se intensifica a visitação pública em ambientes de elevada fragilidade, sem planejamento ambiental adequado, colocando em risco a integridade ecológica dos espaços preservados.

Outro aspecto importante do ponto de vista biológico e da conservação sobre esta área específica, reside no fato de que este ambiente é utilizado para reprodução de várias espécies. Por último, por estar localizada no perímetro urbano, esse fragmento vem sofrendo pressões antrópicas por parte de invasores e posseiros, que invadem seus limites para caçar, desmatar e em alguns casos para a própria moradia, sendo estas atividades proibidas em uma unidade de proteção integral, como é o Parque Municipal.

Infelizmente, problemas de administração e fiscalização são bastante recorrentes em áreas de proteção ambiental geridas pelo poder público. As ações nesses locais em profusas vezes diferem na prática do que se propõe na expectativa documental de criação ou manutenção dessas áreas. Tomando como exemplo nesse estudo o Parque Natural Municipal Cachoeira das Orquídeas, em Presidente Figueiredo, com especificidade a trilha de acesso a este parque, e sendo o mesmo uma área de proteção integral localizada no perímetro urbano e sob a gestão do poder público municipal, surgem questionamentos sob os aspectos erosivos e impactos naturais presentes na área e qual a influência antrópica em gerar ou agravar esses impactos.

Assim, a presente pesquisa teve como objeto analisar os processos geodinâmicos superficiais atuantes na trilha de acesso à Cachoeira e impactos ambientais decorrentes do uso inadequado da área do Parque Natural Municipal Cachoeira das Orquídeas, localizada no município de Presidente Figueiredo - AM. Logo, foram estabelecidos objetivos que viabilizassem encontrar as respostas para tais indagações, sendo: 1) Mensurar os processos relacionados aos aspectos geodinâmicos superficiais na trilha do Parque; 2) Caracterizar os aspectos físicos dos solos da trilha; 3) Descrever a morfometria da trilha; e 4) Avaliar a influência antrópica no uso da trilha e Parque.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Geografia, Geodiversidade, Geomorfologia e Geoturismo

A Geografia é uma ciência muito dinâmica e abrangente em relação às temáticas advindas de seu objeto de estudo, o espaço geográfico. Sendo o espaço formado pela interação entre componentes bióticos e abióticos.

Lessa (2017), atenta para a importância da inserção de diversas temáticas de outras ciências nas teorias abarcadas pela ciência geográfica, para melhor entendimento das transformações ocasionadas pelos diversos atores responsáveis pelas transformações no espaço geográfico.

Diegues (2008), destaca as bases teóricas e legais para a conservação de grandes áreas naturais que foram definidas em 1872, com a criação do Parque Nacional de Yellowstone, nos Estados Unidos. Em nível mundial foi estabelecido em 1933, através da Convenção para a Preservação da Flora e Fauna, realizada em Londres, onde foram definidas as três principais características da categoria Parque Nacional:

- * áreas controladas pelo poder público;

- * para preservação de fauna e flora, objeto de interesse estéticos arqueológico, geológico, estético e onde é proibida a extração de recursos naturais (caça, extração de madeira);

- * e que devem servir à visitação pública;

No Brasil, foi estabelecido a primeira área com objetivos similares, isto é, proteção de áreas naturais de grande beleza cênica para usufruto de visitantes (de fora da área), em 1937 (DIEGUES, 2008).

O termo “geodiversidade” foi empregado pela primeira vez em 1993, na Conferência de Malvern (Reino Unido) sobre “Conservação Geológica e Paisagística”. Inicialmente, o vocábulo foi aplicado para gestão de áreas de proteção ambiental, como contraponto a “biodiversidade”, já que havia necessidade de um termo que englobasse os elementos não-bióticos do meio natural (SERRANO e RUIZ FLAÑO, 2007).

A geologia e a geomorfologia, como ciências da terra, descrevem a história e a forma de nosso planeta. A primeira nos ajuda a ver como a face do planeta mudou ao longo do tempo, como registrado nas rochas, sedimentos, fósseis e minerais que revelam climas passados, meio ambiente, surgimento de formas de relevo e movimentação de continentes. A

história da vida também é revelada – como iniciou e evoluiu, como novas espécies apareceram e outras se tornaram extintas. A geomorfologia interpreta as formas de terreno que hoje vemos – montanhas, planaltos, linhas de costa e outras -, as condições em que elas foram formadas e também possibilita um registro do passado recente e dos processos correntes operando em nosso planeta (SHOBBENHAUS E SILVA, 2012).

O conjunto dos geossítios de uma dada região constitui o Patrimônio Geológico que, juntamente com o Patrimônio Biológico, dá corpo ao Patrimônio Natural dessa mesma região. A Geoconservação surge assim pela necessidade de conservar esse patrimônio (SHOBBENHAUS E SILVA, 2012).

Guerra (2014), considera que a Geomorfologia vem adquirindo, cada vez mais, um papel importante no turismo, pois permite a noção de como aproveitar melhor os recursos naturais para o desenvolvimento da atividade turística, além de conhecer melhor o meio pelo estudo do relevo, mas também evitando causar maiores impactos ao ambiente na prática dessa atividade.

Kohler (2001), considera que em função da dinâmica dos processos geomorfológicos, que ocasionam constantes alterações nos cenários ambientais, a escala de análise geomorfológica deve ser compreendida como espaço-temporal. Quanto menor a escala espacial de observação de um fenômeno geomorfológico contínuo (não catastrófico), mais lenta é sua transformação (dinâmica) e a recíproca é verdadeira.

O chamado Geoturismo vem com o passar dos anos, adquirindo cada vez um espaço maior, como fonte geradora de renda e conhecimento, sendo possível considerar que seja uma alternativa sustentável para as populações que habitam o entorno das áreas de preservação.

Na última década foram iniciadas importantes propostas, tal como a do projeto Geoparques do Brasil, da CPRM, que integram a valorização da geodiversidade das áreas protegidas à alavanca da geração de renda, visando agregar recursos às populações regionais, através da prática do Geoturismo.

2.1.1. Geoturismo

O conceito de geoturismo tem levantado debates quanto à sua segmentação e ainda divide opiniões. Alguns o consideram uma variante do ecoturismo; outros, um segmento próprio e desvinculado. Divergência que surge a partir dos conceitos estabelecidos e utilizados nacionalmente para “ecoturismo” e “patrimônio natural” (JORGE e GUERRA, 2016).

A Agência Brasileira de Promoção Internacional do Turismo considera o ecoturismo como o segmento de atividade turística que utiliza o patrimônio natural e cultural, incentivando sua conservação e buscando a formação de uma consciência ambientalista, por meio da interpretação do ambiente (EMBRATUR, 2004). A UNESCO (1972) conceituou o patrimônio natural, constituído pelas formações físicas, biológicas, geológicas ou fisiográficas consideradas excepcionais, os habitats, animais e vegetais ameaçados e os sítios naturais que tenham valor universal excepcional, do ponto de vista da ciência, da conservação, ou da beleza natural (UNESCO, 1972).

O termo Geoturismo é essencialmente entendido como “turismo geológico” e se centra na Geodiversidade. É uma forma de turismo de interesse especial focado na geologia e na formação de paisagens. Independentemente da forma como ele é definido ou descrito, o “geo” em Geoturismo significa geologia e geomorfologia. De forma resumida, a Geologia é o estudo da terra e geomorfologia é o estudo das formas de terreno. A parte “turismo” em Geoturismo significa visitar geossítios, aprender, entender, valorizar e se envolver. Em um sentido mais amplo, Geoturismo compreende os elementos geológicos combinados com os componentes do turismo, como atrações, hospedagem, passeios, atividades de interpretação e de planejamento e gestão (SHOBBENHAUS E SILVA, 2012).

Jorge e Guerra (2016) chama atenção para o fato de apesar de o ecoturismo da EMBRATUR (2004), englobar ações de divulgação e interpretação do patrimônio natural, que por sua vez integram as feições geológicas; na prática o que se vê é que o ecoturismo tem abordado apenas atividades em meio natural enfatizando a biodiversidade (fauna e flora), sendo raras as ações interpretativas envolvendo elementos abióticos. O geoturismo, contudo, possui algumas ressalvas em relação ao ecoturismo. Uma delas é que ele não necessita obrigatoriamente de um cenário natural para ser desenvolvido, podendo acontecer também num cenário urbano (JORGE e GUERRA, 2016).

Trabalhos como os de Fambrini et al., (2006), Farchild et al. (2006), Liccardo et al. (2008) e Liccardo (2010), sobre a temática do Geoturismo, destacam a possibilidade da utilização de elementos utilizados nas construções em centros urbanos como disseminadores do conhecimento geológico. Brilha (2005), aponta outras diferenças e vantagens do geoturismo em relação ao ecoturismo, como o fato de ele não estar condicionado às estações do ano para acontecer, não dependendo também dos hábitos de fauna ou flora, e podendo incentivar a economia local, através do artesanato e produtos customizados com motivos ligados à geodiversidade; em muitos casos, o geoturismo pode ser desenvolvido em lugares

onde outras segmentações do turismo já são desenvolvidas, complementando a oferta turística e contribuindo também para o desenvolvimento econômico dos locais.

Apesar das diferenças expostas, essa nova abordagem no segmento turístico tem sido considerada por alguns autores como um subsegmento do ecoturismo (BENTO e RODRIGUES, 2010). Nascimento et al., (2008), afirmam que o importante é que ambos contribuam com suas abordagens para a promoção da proteção do patrimônio natural, histórico e cultural, se completando e enriquecendo a experiência turística.

Diante da necessidade de conservação de um determinado patrimônio e, ao mesmo tempo, que possa ser explorado de forma consciente, o geoturismo surge como uma nova tendência mundial em termos de turismo alternativo (JORGE e GUERRA, 2016).

Ainda há muita discussão em relação ao conceito de geoturismo. Para Carcavilla et al., (2008), o geoturismo pode ser considerado uma estratégia através da compreensão do ambiente que auxilie o desenvolvimento econômico de uma região.

A versão conceitual que define o geoturismo como o "turismo que sustenta e incrementa a identidade de um território, considerando a sua geologia, ambiente, cultura, valores estéticos, patrimônio e o bem-estar dos seus residentes", é apoiada pela UNESCO e pode ser observada na Declaração de Arouca em 2011 (JORGE e GUERRA, 2016).

A formação de uma identidade entre cidadãos locais e visitantes, é deveras importante. Para isso é necessário levar em conta os valores culturais, cênico e históricos, não apenas focar no ambiente e patrimônio (MOREIRA e MELENDEZ-HEVIA, 2012; DOWLING, 2013).

Os estudos de Hose (1995), (2000), (2008) e (2012) abordam o conceito de geoturismo como a oferta de estruturas e serviços interpretativos, proporcionando aos turistas conhecer e compreender a geologia e geomorfologia de um sítio para além da simples observação e contemplação. Posteriormente acrescentando a este a necessidade de, também promover os valores e benefícios sociais dos lugares utilizados para a prática geoturística. É o mesmo que mais tarde acrescenta ainda a ideia a qual ele denominou de "3G" (geoturismo moderno), isto é, sustentada por três aspectos principais: geoconservação, geo-história e geo-interpretação. Com base nesta abordagem "3G", o geoturismo é definido como o fornecimento de mecanismos como instalações e serviços para interpretação de geossítios e geomorfossítios, compreendendo a sua conservação através da apreciação, aprendizagem e de pesquisas para atuais e futuras gerações.

Para Newsome e Dowling (2006), a geologia e a geomorfologia são os componentes centrais e o enfoque principal de interesse desta modalidade turística. Esse conceito também é defendido por Nascimento et al., (2008), que explicitam que o geoturismo tem por objetivo preencher uma lacuna do ponto de vista da informação, possibilitando ao turista não só contemplar as paisagens, mas entender os processos geológicos e geomorfológicos responsáveis por sua formação.

O geoturismo, é abordado por Dowling (2010), como uma ferramenta para promover a geoconservação, compreender o patrimônio geológico, e apreciar a geodiversidade. O autor considera que, a geodiversidade e a biodiversidade devem caminhar juntas como elementos importantes da paisagem, pois a investigação da forma, processo e tempo geológico, são essenciais para uma compreensão da complexidade dos sistemas de processo e história. Ao usar esses princípios, dentro de cronologias de alteração da paisagem, estudos de geodiversidade podem se tornar uma ferramenta valiosa para a compreensão e construção de práticas do geoturismo sustentável. Ainda para Dowling (2009), para que o geoturismo ocorra de forma autêntica são necessários princípios-chave: ter base no patrimônio geológico, promover a sustentabilidade, utilizar meios interpretativos e educativos na atividade geoturística, ter o envolvimento de comunidades locais e, por último, a satisfação do turista.

Como pode ser destacado por alguns autores, o geoturismo é uma ferramenta que tem muito a oferecer no âmbito da sustentabilidade, pois seus objetivos não são apenas a contemplação de paisagens, mas a sensibilização sobre a importância dos geossítios, patrimônios geológicos e geomorfológicos. Nesse viés, a educação ambiental surge como uma das alternativas encontradas pelo geoturismo para atingir seu objetivo inicial, que é assegurar a conservação da geodiversidade através da oferta de meios interpretativos. É importante salientar o fato de que apesar de ser uma temática recente, o geoturismo não pode ser visto como um modismo, pois integra documentos oficiais da UNESCO, que asseguram (Declaração de Arouca, 2011), vem sendo tema recorrente de pesquisas e estudos em vários países, dentro das mais variados segmentos e ambientes (MOREIRA e BIGARELLA, 2008; NASCIMENTO et al., 2008, SERRANO e TRUEBA, 2011, MOREIRA 2014, MOURA FÉ, 2015).

2.1.2. Trilhas e geoconservação

Com a crescente valorização de temas relacionados a preservação do meio e seus recursos, surgem legislações específicas para reger a criação de áreas com fins preservacionistas e conservacionistas.

Na Constituição Federal o Art.225, dispõe sobre a preservação do meio ambiente: todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial a sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e a coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações (BRASIL,1988).

A lei nº. 9.985, de 18 de julho de 2000, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC (BRASIL,2000).

O SNUC define Unidade de conservação (UC), como o espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos conservacionistas e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias de proteção (BRASIL, 2000).

Com base na legislação do SNUC (2000), as Unidades de conservação dividem-se em dois grupos:

- Unidades de uso sustentável, que concilia a conservação da natureza com o uso sustentável de parte dos recursos naturais.
- Unidades de proteção integral, possui a finalidade de preservar a natureza, admitindo apenas o uso indireto dos recursos naturais, por isso com regras e normas restritivas. A categoria Parque Nacional/Municipal, está inserida nesse grupo.

Como visto, as legislações ambientais discorrem sobre a proteção e conservação dos recursos naturais dentro das Unidades de Conservação, mas pouco ou nada se dispõe sobre o cuidado com as vias que dão acesso a essas áreas, que frequentemente são os primeiros alvos de degradação, devido ao mau uso ou construção ou abertura de maneira inadequada.

Usualmente as vias de acesso mais comuns em áreas de conservação, e que são utilizadas para a prática de atividades geoturísticas, são as trilhas. Essas, que podem ser naturais, mas frequentemente passam por alguma interferência antrópica, com o intuito de alargar caminhos ou facilitar a caminhada até os pontos de interesse.

Para Jorge (2016, p. 48):

As trilhas são percursos e caminhos construídos e presentes nas sociedades humanas desde os tempos remotos e serviram, durante muito tempo, como vias de deslocamento. Com as mudanças socioculturais, as trilhas passaram a ter outras finalidades, e na atualidade, tem sido utilizada como vias de condução a ambientes naturais, para contemplação da natureza, prática de esportes radicais e recreação.

A crescente demanda pelo uso das trilhas pode ser considerada um paradoxo à conservação e restauração dos ambientes naturais. Se por um lado, representam uma ferramenta a favor da conservação e restauração - por permitirem o contato do homem com a natureza, e a conscientização da necessidade de conservar, por outro constituem uma fonte de distúrbio a esses ambientes (EISENLOHR et al., 2011).

O planejamento e manejo de trilhas, utilizando os conceitos de Geodiversidade, Geoturismo e Geoconservação têm crescido nos últimos anos.

O I Simpósio Brasileiro de Patrimônio Geológico e II Congresso Latino-americano e do Caribe sobre iniciativas em Geoturismo, em 2011, e o Congresso Nacional de Planejamento e Manejo de Trilhas / I Colóquio Brasileiro para a Rede Latino-americana de Geoturismo, em 2013, são exemplos de como essas discussões vêm sendo ampliadas.

Costa (2006) discute o papel do plano do manejo como uma forma de controlar os impactos negativos, bem como no fomento às práticas conservacionistas. Para a autora, o estudo do manejo de trilhas sob a ótica geográfica e ambiental, quando colocado em prática, mostra que é possível aliar práticas conservacionistas com o uso de atividades de recreação, com mínimo impacto. Infelizmente, o que se vê, principalmente em trilhas situadas em unidades de conservação brasileiras, é que essas atividades recreativas ainda são carentes de um planejamento detalhado, e de controle aos impactos negativos.

De acordo com Kroeff (2010), diversos estudos realizados sobre trilhas mostram o interesse cada vez maior por áreas naturais, o que ameaça a conservação dessas e preconiza a necessidade de se combater ou atenuar os impactos causados pelo seu uso e por seus usuários. A importância das trilhas interpretativas como ferramentas para a Educação Ambiental, Geoturismo e Geoconservação é mostrada no estudo de trilhas do Parque Nacional dos Campos Gerais (FOLMANN, 2013).

A falta de conhecimento sobre as características naturais e ausência de meios interpretativos que favoreçam a compreensão do local, corroboram para que os visitantes não se sintam sensibilizados com o meio, podendo favorecer o surgimento dos impactos.

2.2. Impactos ambientais

O termo impacto ambiental é frequentemente relacionado a fatos negativos, notadamente pela vasta cobertura feita pela imprensa aos eventos que causam prejuízos humanos ou materiais decorrentes das alterações no meio ambiente. Em função da acelerada apropriação da informação através das redes informacionais os problemas ambientais

constituem o foco central em muitos noticiários desde a década de 1990. Foi a partir do final do século XX que ocorreram os primeiros grandes eventos, onde a participação popular ganhou força para debater as grandes mudanças ambientais pela qual o planeta está a passar (SÁNCHEZ, 2008).

Guerra (2011) considera o impacto ambiental como sendo o processo de mudanças sociais e ecológicas causado por perturbações (uma nova ocupação e/ou construção de um objeto novo: uma usina, uma estrada ou uma indústria) no ambiente, também se relacionam às condições sociais e ecológicas, uma vez que são escritos no tempo e incidem diferenciadamente, alterando as estruturas das classes sociais e reestruturando o espaço.

Com base na Resolução do CONAMA Nº 001, de 23 de janeiro de 1986, publicado no DOU de 17/02/86. Artigo 1º:

Considera-se impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; a qualidade dos recursos ambientais (BRASIL, 1986).

Conforme a resolução citada, impacto ambiental existe somente quando há alterações significativas no ambiente, sendo estas originadas a partir do agente antrópico, ou seja, eventos naturais como terremotos, tsunamis, entre outros não seriam considerados impactos ambientais e, portanto, suas consequências também não. Desta maneira há que se falar que toda ação humana no meio ambiente produz um determinado impacto. A depender de seus desdobramentos esses impactos podem ser positivos ou negativos ao meio biótico, à capacidade de sustentabilidade dos recursos naturais, ao meio físico, e, portanto, à própria condição de existência humana.

Os impactos ambientais, independentemente de sua importância e magnitude produzem alterações que repercutirão de diferentes formas no ambiente. Pode-se afirmar que os impactos ambientais exibem relação de causa e efeitos em grande medida associados às ações humanas (SÁNCHEZ, 2008).

No âmbito das diretrizes, leis e competências do Conselho Nacional do Meio Ambiente CONAMA, dispostas pelo artigo 8 da lei 6.938, inclui-se:

determinar, quando julgar necessário, a realização de estudos das alternativas e das possíveis consequências ambientais de projetos públicos ou privados (...)(II); estabelecer normas, critérios e padrões relativos ao controle

e à manutenção da qualidade do meio ambiente, com vistas ao uso racional dos recursos ambientais, principalmente os hídricos (VII) (BRASIL, 1981).

Com a finalidade de equacionar ou mitigar os efeitos ambientais indesejáveis, sugerem-se estudos que visem minimizar ou suprimir impactos negativos ou mesmo potencializar os positivos. Entretanto nem sempre a realização desses estudos foi considerada importante, pois a avaliação dos projetos se restringia a elaboração de Análise de custo-benefício (ACB) e estudos de viabilidade técnica. A expressão avaliação de impacto ambiental (AIA) adentrou na literatura ambiental em 1969 quando foi aprovada pelos Estados Unidos a Lei Federal National Environmental Policy Act (NEPA). Adotado por vários países, esse documento incide em uma política nacional ambiental que tem como ferramenta a avaliação de impactos ambientais (SÁNCHEZ, 2008). Infelizmente nem todos os projetos utilizam essa ferramenta importantíssima e acabam negligenciando os possíveis impactos que poderiam ser mitigados ou evitados, caso a (AIA) tivesse sido incluída no processo.

São profusas as condições que hoje utilizam-se do termo impacto ambiental, para definir as alterações no meio, sejam estas oriundas de processos naturais ou antrópicos. Dentre os quais serão explanados três: lixo, assoreamento e erosão.

2.2.1. Lixo

Conforme Silva (2009), a problemática dos resíduos sólidos urbanos no mundo, mais comumente conhecida como a “questão do lixo”, há muito tempo tomou proporções de poluição ambiental e cresce proporcionalmente ao aumento da população mundial e sua urbanização. Sobre esta proporcionalidade, é provável que o volume dos resíduos sólidos urbanos no mundo cresça mais que a população mundial, aumentando a produção per capita do lixo, uma vez que o consumo na era dos descartáveis toma formas de fundamentalismo pelo incentivo da mídia.

Autores como Sirkis (2005) ressalta que, a quantidade de resíduos sólidos produzidos na maioria das cidades vem aumentando de maneira expressiva e deliberada. Também Marques (2005) sinaliza a declaração emitida na Conferência de Berlin sobre Cidades Sustentáveis (1996), que adverte que “a formação do lixo em áreas urbanas está superando a capacidade de tratamento e a contaminação do solo continua a prejudicar a terra e as reservas de água”. Besen (2007) atenta para o fato de que a redução das milhões de toneladas de lixo que nossa civilização produz todos os dias é um dos maiores desafios da atualidade.

No caso das cidades amazônicas, outros problemas são também considerados graves do ponto de vista ambiental, constituindo-se como complicadores no gerenciamento de resíduos sólidos urbanos nessas cidades. A hidrogeomorfologia da região, que associa complexidade hidrográfica e solos de recente formação, além da vasta floresta tropical, nem sempre permitem dispor os resíduos sólidos em situações ideais segundo a legislação ambiental brasileira (SILVA, 2009).

Em algumas áreas de proteção ambiental, o descarte de resíduos pelos visitantes, acaba tornando-se um problema, que pode vir a gerar um impacto ambiental. Isso acontece na maioria das vezes em consequência de planejamento inadequado dessas unidades, com pouca fiscalização e descumprimento das previsões sinalizadas no plano de manejo.

2.2.2. Assoreamento

A água é o principal agente de transporte de sedimentos. Quando ela cai em forma de chuva pode ser rapidamente absorvida pelo solo. Quando isso acontece, em pouco tempo as camadas superiores do solo se saturam e a água da chuva passa a correr pelo chão, formando pequenos filetes de água que se juntam para formar córregos, ribeirões e rios (LAPORTE, 1982). Segundo o autor, durante o percurso, o fluxo de água transporta materiais sedimentares de três maneiras diferentes. Primeiro, a água dissolve várias substâncias como íons de cálcio, ferro e carbonato. Segundo os materiais de granulação fina e fragmentos de rochas que são carregados em suspensão no fluxo turbulento do curso d'água. E, por conseguinte, o fluxo d'água que move partículas de granulação grossa, por tração, através de saltos e rolamentos ao longo do leito do curso d'água ou do rio.

As transformações que ocorreram ao longo das décadas com o processo de expansão urbana de algumas cidades brasileiras trouxeram consigo consequências ao ambiente, como o surgimento de processos erosivos e conseqüentemente uma produção de sedimentos que acarretará em assoreamentos de rios e canais (TUCCI, 2000; VIEIRA, 2008; GUERRA, 2011).

Carvalho et al., (2000), considera que as ações humanas interferem de maneira significativa na erosão e que em determinadas circunstâncias as taxas de erosão são 100 vezes maiores do que seria em termos geológicos. A erodibilidade do material natural sofre perturbações na estrutura do solo por uso inadequado, seja por práticas agrícolas e obras de engenharia mal planejadas.

Dotto (2006) salienta que os sedimentos carregados até o corpo receptor formam depósitos modificando seu leito, originando muitos problemas. Em resumo, as principais consequências ambientais da produção de sedimentos em áreas urbanas são várias como, por exemplo, o assoreamento da drenagem, com redução da capacidade de escoamento de condutos, rios e lagos em áreas urbanizadas, transporte de poluentes agregados ao sedimento que contaminam as águas pluviais.

2.2.3. Erosão

Jorge e Guerra (2013), consideram que a erosão é um fenômeno natural e que todas as paisagens que possuem algum tipo de declividade, geralmente superior a 3°, podem sofrer erosão. Apesar de ser a erosão um processo natural, quando acelerado por interferência antrópica tem tornado uma das principais causas de degradação de solos, no mundo inteiro.

Os problemas relacionados à erosão ocorrem quando as taxas de perda de solo superam os níveis naturais, geralmente por falta de práticas conservacionistas. A erosão dos solos não é um problema apenas para as áreas onde ocorre, ao diminuir a quantidade de nutrientes no topo do solo, mas também causa assoreamento e poluição nos lugares em que os sedimentos se depositam, em especial, quando se trata de reservatórios, rios, lagos e açudes (JORGE e GUERRA, 2013).

Para Vieira (2008), os processos erosivos associam-se a diversos fatores naturais, que variam no tempo e no espaço, destacando a erosão como um processo natural, ligado diretamente à condicionantes naturais como solo, relevo, cobertura vegetal e clima, podendo ter seus efeitos ampliados por eventos episódicos como (forte chuva, por exemplo) ou ainda pela intervenção do homem, sendo importante discutir a relação das características naturais, com o tipo de intervenção realizada pelo poder público, iniciativa privada e ações populares, no surgimento e expansão de feições erosivas do tipo voçoroca, por exemplo.

2.3. Fatores controladores da erosão

Segundo Guerra (2015), esses fatores são os que determinam as variações nas de taxas de erosão, sendo: erosividade da chuva, propriedades do solo, cobertura vegetal e características da encosta. A interação desses fatores pode causar maiores ou menores taxas de erosão em diferentes locais, sendo a intervenção antrópica aspecto importante na alteração desses fatores, contribuindo para acelerar ou retardar os processos erosivos.

2.3.1. Erosividade da chuva

Guerra (2015), aponta a definição possivelmente mais simples, como sendo a habilidade da chuva em causar erosão, porém, embora a definição seja simples, a determinação do potencial erosivo da chuva é assunto muito mais complexo, pois depende, em especial dos parâmetros de erosividade: total de chuva, a intensidade, o momento e a energia cinética, além das características das gotas de chuva, que variam no tempo e no espaço.

É a capacidade que tem a chuva de provocar erosão. Depende de alguns aspectos, como: total e intensidade precipitada; momento; energia cinética e características das gotas da chuva (tamanho e velocidade) (GUERRA, 2012).

A intensidade da chuva (volume total precipitado em determinado tempo) é possivelmente o parâmetro mais importante para prever as taxas de perda de solo (GUERRA, 2012). A intensidade da chuva influencia também as taxas de infiltração que pode gerar escoamento superficial quando a capacidade de infiltração é excedida (HORTON, 1945).

2.3.2. Erodibilidade do solo

Várias são as propriedades que afetam a erosão dos solos, quando se analisa as características deste, entre elas destacam-se: textura, densidade aparente, porosidade, teor de matéria orgânica, teor e estabilidade dos agregados e o pH do solo. Apesar de terem muita importância no aspecto erodibilidade, é preciso atentar para o fato de não serem estáticas ao longo do tempo, sendo necessário a definição de um determinado período de tempo, pois podem evoluir, transformando os solos para mais ou menos susceptíveis aos processos erosivos (EVANS, 1990; GUERRA, 2015).

2.3.3. Cobertura Vegetal

Sobre os fatores relacionados à cobertura vegetal, Guerra (2015), sinaliza que estes podem exercer influência sobre os processos erosivos de maneiras diversas: através dos efeitos espaciais da cobertura vegetal, dos efeitos da energia cinética da chuva, e do papel da vegetação na formação de húmus, que afeta diretamente a estabilidade e teor dos agregados.

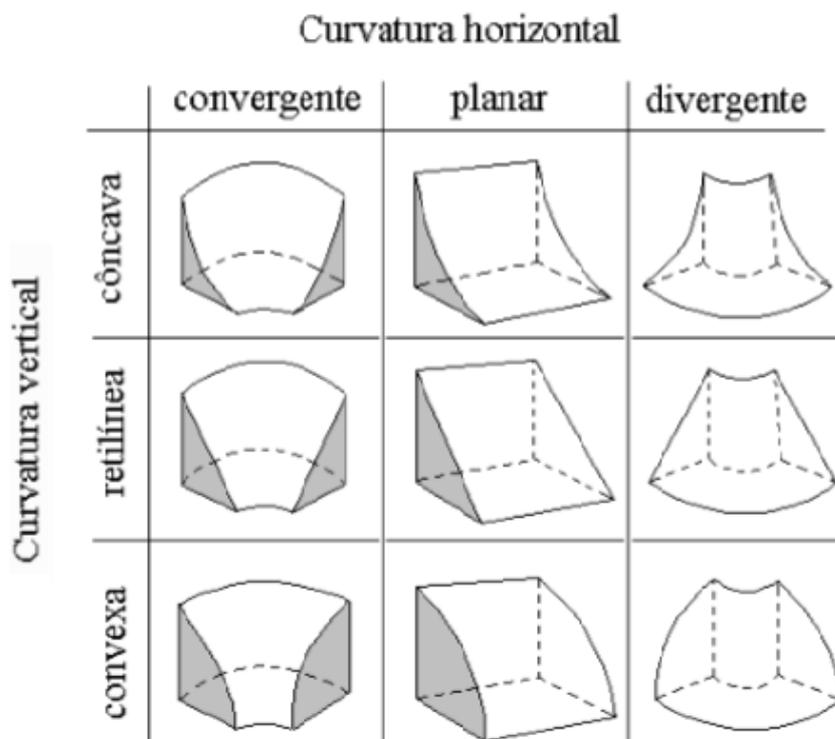
Segundo Morgan (1984), a cobertura vegetal pode reduzir a quantidade de energia que chega ao solo durante um evento chuvoso, minimizando, o impacto das gotas, diminuindo a formação de crostas e conseqüentemente, reduzindo a erosão.

2.3.4. Características da encosta

Em relação às variáveis geomorfométricas da encosta, alguns aspectos são de importância prioritária em relação à susceptibilidade aos processos erosivos, dentre as quais destaca-se: declividade, comprimento e forma da encosta (VALERIANO, 2008; GUERRA, 2015; FROTA FILHO, 2016).

O modelo proposto por Dikau (1990) apud Valeriano (2008) demonstrado pela (Figura 01), combina as características das curvaturas da encosta, sendo estas: horizontais (convergente, planar ou divergente) e verticais (côncavo, retilíneo ou convexo).

Figura 1: Combinação das curvaturas para caracterização das formas de terreno



Fonte: Adaptada de Dikau (1990) apud Valeriano (2008).

Valeriano (2008), considera ainda que a declividade do terreno possui estreita associação com processos de transporte gravitacional (escoamento, erosão, deslizamento), a declividade é uma variável básica para a segmentação de áreas em praticamente todos os procedimentos de planejamento territorial. Podemos dizer que todos os métodos de avaliação de terras ou planejamento conservacionista, baseados em modelagem numérica ou em decisões lógicas, lidam com a variável declividade. Além dessas aplicações, também figura entre as variáveis de evidente aplicação na interpretação geomorfológica.

Guerra (2015), chama atenção para o fato que as características da encosta: declividade, comprimento e forma atuam em conjunto entre si e combinando-se também com

outros fatores relacionados à erosividade da chuva, além das propriedades do solo, determinando maior ou menor resistência à erosão.

2.4. Erosão

Como elementos importantes a serem compreendidos pela geomorfologia nesse estudo, destacam-se os processos geodinâmicos superficiais e a erosão dos solos.

Guerra e Guerra (2010) assinalam que a erosão consiste da destruição das saliências e reentrâncias do relevo, sendo um conjunto de ações modeladoras da paisagem. Nesse processo há trabalho mecânico de desagregação do material e, concomitantemente, o processo de intemperismo. Thornes (1984) apud Vieira (2008) afirma que a erosão só ocorre quando as forças de arraste e transporte são superiores à de resistência apresentada no solo.

Conforme Horton (1945) há sempre de dois a três processos distintos, porém que se relacionam envolvendo o processo erosivo na superfície do solo: (1) destacamento do material; (2) remoção ou transporte do material erodido por meio do fluxo em lençol (sheet flow); (3) deposição do material transportado ou sedimentação, todavia Horton (1945) aponta que não ocorrendo a deposição do material o mesmo será carregado até o canal mais próximo.

Autores como Suguio (2003), Vieira (2008) e Guerra e Guerra (2010) afirmam que o processo erosivo propriamente dito, consiste de duas etapas o (1) destacamento e o (2) transporte, sendo a deposição um outro processo distinto denominado de sedimentação.

2.4.1. Tipos de erosão

Primeiramente, faz-se necessário distinguir os dois tipos de processo erosivo quanto a sua origem: erosão geológica e erosão acelerada.

Para Bertoni e Lombardi Neto (2008), a erosão geológica ou natural, se manifesta como uma ocorrência normal dos processos de modificação da crosta terrestre, sendo perceptível apenas no decorrer de períodos longos. Neste quadro de transformação o equilíbrio natural é mantido e o ritmo do processo é tal que a velocidade de remoção de partículas se equilibra com a de formação do novo solo.

Portanto, quando a dinâmica de erosão e formação do solo é equilibrada, ou seja, o processo de formação compensa a erosão, ocorre a erosão normal ou geológica.

É possível considerar, então, que a erosão acelerada, é fruto de um desequilíbrio. Para Mortari (1994) esse desequilíbrio ocorre quando o processo erosivo suplanta o processo de formação dos solos (alteração das rochas e de processos pedogenéticos comandados por

agentes físico, químicos e orgânicos, ocorrendo ao longo de centenas de anos). Esses autores, explicam que, nesses casos, os agentes erosivos podem vir a remover em poucos meses uma quantidade de material que a natureza levou séculos para formar. Bertoni e Lombardi Neto (2008) expõem que o desequilíbrio, em geral desencadeado pela ação do homem, costuma estar relacionado ao uso inadequado do solo, como: desmatamento, crescimento urbano desordenado, agricultura, obras de grande porte (fabricas, barragens), etc.

- Agentes Erosivos

Conforme Oliveira *et al.* (2018), todos os agentes erosivos comungam do mesmo produto que é a erosão, porém cada agente atua de uma forma específica na natureza. Além disso, apesar de atuarem simultaneamente, em cada região a tendência é que exista preponderância de alguns sobre os demais. É importante entender, então, o mecanismo de atuação de cada agente, para que os processos de contenção possam se efetivar de maneira eficaz.

Em relação a causa, ou seja, ao agente predominante no surgimento do processo erosivo, temos: erosão eólica, erosão fluvial, erosão marítima, erosão pluvial, erosão química, erosão glacial, movimentos de massa.

2.4.2. Erosão Antrópica

O agente erosivo antrópico, ao contrário dos demais é totalmente previsível, podendo ser evitado, controlável e já se conhecendo todos os seus mecanismos de ação.

A relação entre o homem e a natureza é uma relação antiga, na busca de melhores condições de vida e para a manutenção de suas necessidades primárias, sobrevivência, o homem sempre buscou utilizar de seus recursos, em particular o solo, tanto para cultivar quanto para os demais tipos de ocupação, essa ação aplicada ao sistema natureza produz uma resposta que nem sempre é favorável da ótica da renovação dos recursos (OLIVEIRA *et al.*, 2018).

Muitas das atividades desenvolvidas pelo homem contribuem para o processo de erosão do solo, destacando-se: desmatamento de áreas extensas, de terrenos de encostas, da mata ciliar, de locais de solos erodíveis, entre outros; alterações no escoamento natural das águas: barragens; aterros; alterações nos trajetos de cursos d'água; drenagem artificial; impermeabilização do solo: construções, pavimentações, compactação etc (OLIVEIRA *et al.*, 2018).

2.4.3. Erosão Pluvial

O produto resultante da erosão devido à água da chuva são formas erosivas que evoluem com a própria chuva e com as características físicas e químicas do solo. As principais formas erosivas ocorrem a partir do escoamento superficial e subsuperficial.

- **Erosão Laminar**

Quando o solo está saturado, a água tende a se deslocar para áreas a jusante. A princípio esse fluxo é difuso, e o escoamento em lençol ou laminar (FUSHIML et al., 2018). Segundo Araújo (2005) a erosão laminar consiste na remoção do solo de uma área inclinada em camadas finas. Do ponto de vista energético, a erosão por salpicamento parece ser mais importante que do que a laminar, porque a maior parte das gotas de água da chuva tem velocidade média de aproximadamente de 22 a 33km/h já a velocidade do fluxo de água pode variar de aproximadamente de 1 a 2km/h.

Para Campos (2014, p.23) a erosão laminar é “causada pelo escoamento laminar das águas das chuvas que resulta na remoção progressiva e uniforme dos horizontes superficiais do solo e geralmente ocorre em locais com pouca ou nenhuma vegetação”. Assim, o escoamento superficial ganha relevância principalmente devido a sua intensidade nos processos que envolvem a dinâmica da erosão laminar.

Durante esse processo ocorre o ressecamento e a lavagem da encosta, são formas de erosão laminar; a primeira ocorre quando camadas superficiais de solos com texturas grosseiras secam e perdem sua coesão aparente, e a última quando a chuva erode sem causar ravinas ou voçorocas. A erosão em lençol é um mecanismo de escape importante da encosta e fonte de sedimentos para áreas situadas a jusante (ARAÚJO et al., 2005).

- **Erosão linear**

Segundo Manguiera (2017) as erosões lineares são basicamente formadas a partir da interação da água e de fatores condicionantes na formação de processos erosivos como Clima, Geologia, Relevo, Solo, e ação humana nas suas mais variadas formas de alteração do ambiente (desflorestamento, construção civil e obras de loteamentos de terras).

O processo de erosão linear do solo ocorre devido à concentração das linhas de fluxos das águas pluviais derivadas do escoamento superficial, que pode resultar na criação de incisões no terreno, essas feições são identificadas como: sulcos, ravinas e voçorocas (ARCAYA, 2007).

- **Feições erosivas lineares**

Alguns atributos são considerados relevantes, no surgimento de processos erosivos lineares: relevo, declividade, solos, substrato rochoso, cobertura vegetal, curvatura da superfície e uso da terra (FUSHIMI, et al, 2018). As feições originadas a partir da concentração das linhas de fluxo de águas pluviais são resultantes do escoamento superficial, sendo as mais comuns: sulcos, ravinas e voçorocas. Geralmente essas incisões surgem em áreas que sofreram de algum tipo de ação antrópica.

- **Sulcos**

Sulcos são caracterizados como pequenas incisões na forma de filetes bem rasos, concebidos em áreas onde ocorrem o fluxo concentrado (Figura 02). Este processo ocorre geralmente nas linhas que apresentam maior concentração das águas durante o escoamento superficial, resultando na ocorrência de pequenas incisões ao longo do terreno, a ocorrência de sulcos é maior em relevos acidentados que não possuem a cobertura vegetal (SOUZA, 2015).

O processo de erosão em sulcos ocorre devido à desagregação e o transporte dos fragmentos do solo, através do aumento da ação da força hidráulica pelo escoamento superficial concentrado gerando os sulcos, causado pela força das águas das chuvas (BEZERRA et al., 2010).

Figura 2: Área de erosão laminar intensificada, com presença de sulco



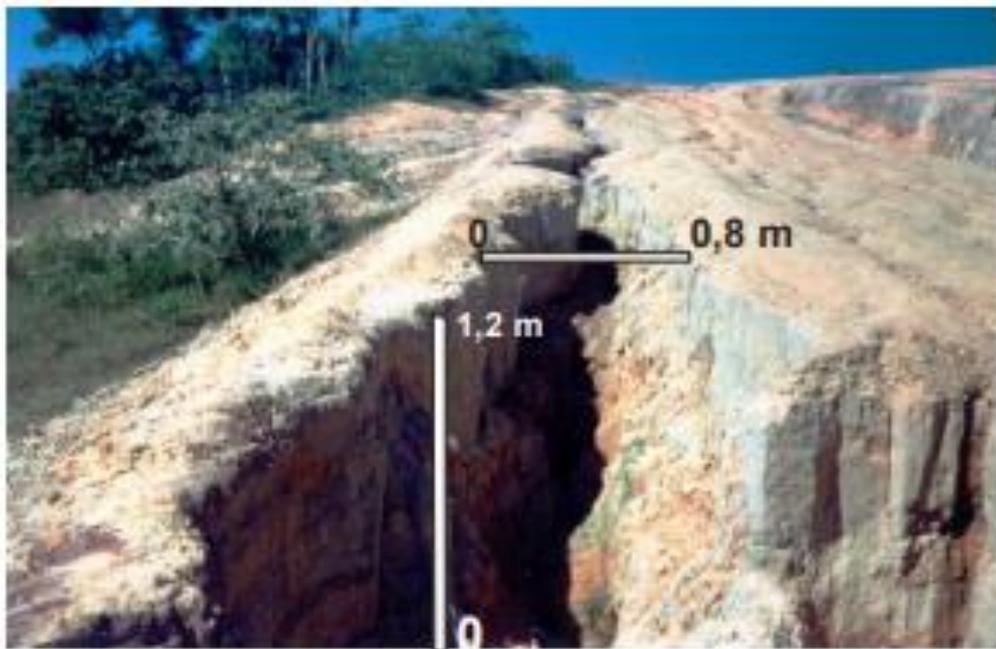
Fonte: Roberto Lessa, 2019. Org.: Janara Tavares.

- **Ravinas**

Diferente do sulco, a ravina apresenta profundidade superior a 0,5 m formada por escoamento superficial, forma retilínea, alongada e estreita, constituída por perfil transversal em “V” (CANIL et al., 1995 apud VIEIRA, 2008).

Tratando-se de um aprofundamento do sulco, Vieira (2008), estabelece como parâmetro para diferenciá-los a profundidade, sendo de 0,05 m a 0,50 m para sulcos e de 0,50 m a 1,5 m para as ravinas e para diferenciá-las das voçorocas, além do formato a ravina não apresenta queda em bloco das paredes da incisão (Figura 03).

Figura 3: Ravina



Fonte: Vieira (2008).

- **Voçorocas**

Há várias definições sobre as voçorocas, que vão desde a sua origem, a forma, tamanho, evolução, dentre outras variáveis. Para Suetergaray (2008) As voçorocas podem ser originadas pelo aprofundamento e alargamento de ravinas, ou por erosão causada pelo escoamento subsuperficial, o qual dá origem a dutos (pipes). São relativamente permanentes nas encostas. Têm paredes laterais íngremes, em geral fundo chato, ocorrendo fluxo de água no seu interior durante os períodos chuvosos. Ao aprofundarem seus canais, as voçorocas atingem o lençol freático. Constituem um processo de erosão acelerada e de instabilidade nas paisagens.

Oliveira (2014) diferencia ravinas e voçorocas ao afirmar que as primeiras são incisões de até 50 cm de largura e profundidade, enquanto incisões de valores superiores são denominadas de voçorocas. Por outro lado, técnicos do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) propõem que “ravinas seriam canais criados pela ação do escoamento superficial; e voçorocas, canais esculpidos pelo afloramento do lençol freático” (IPT,1986).

Vieira (1998) define voçoroca como sendo a incisão erosiva que apresenta queda em bloco das camadas do solo, paredes verticais e fundo plano, formando secção transversal em U e profundidade superior a 1,5 m (Figura 04).

Figura 4: Voçoroca



Fonte: Vieira (2008).

- **Outras feições**

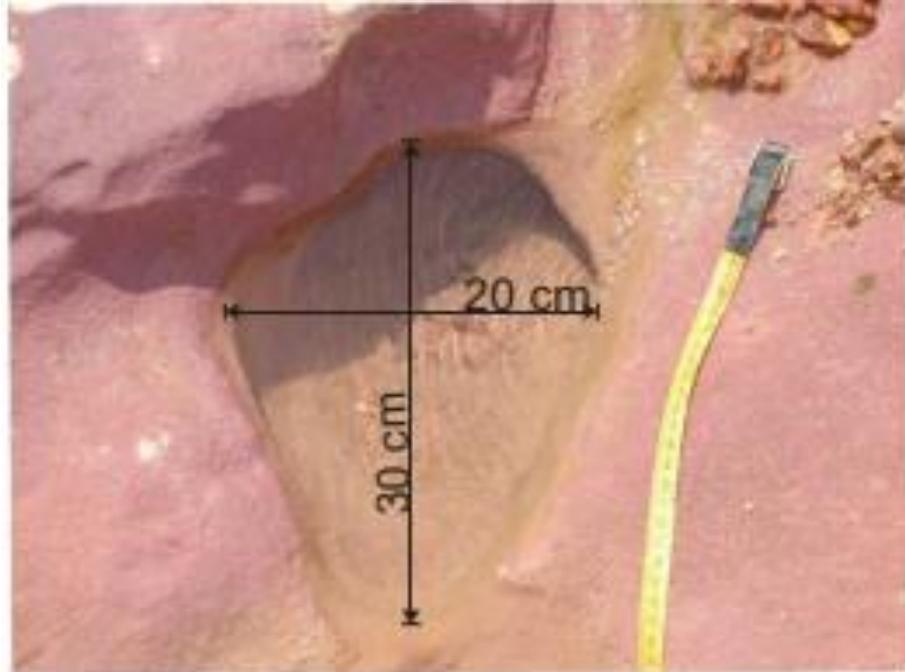
Feições de origem não linear e que inclusive podem se originar dentro de outras maiores, por exemplo no interior das voçorocas, merecem destaque, entre elas: marmitas, pedestais, crostas, escamamentos e caneluras.

- **Marmitas**

Cavidades resultantes de águas turbilhonares que aparecem quando há desníveis topográficos abruptos e desenvolvem-se devido às quedas d'águas ou fluxo turbilhonar, sendo produzidas pelo eixo vertical dos turbilhões (Figura 05) (GUERRA e GUERRA, 2010). No centro das marmitas podem ser encontrados seixos de areias responsáveis pela erosão que são

desenvolvidas em vários pontos da voçoroca: no fundo, com sua superfície plana e nos degraus existentes no interior da feição erosiva.

Figura 5: Marmita



Fonte: Vieira, 2008.

- **Pedestais/demoiselles**

Conforme Oliveira (1999) e Vieira (2008), os pedestais se formam quando um material mais resistente, quer seja um grânulo, seixo ou mesmo uma folha, dificulta a ação erosiva do salpicamento (Figura 06). Dessa forma, o fluxo superficial difuso erode o solo ao redor, modela a estrutura e, em alguns casos, é possível observar o desenvolvimento de crostas ferruginosas na parte superior. Vieira (2008) aponta que podem se formar tanto no interior de feições erosivas, como em qualquer solo sem vegetação.

Figura 6: Pedestais



Fonte: Vieira (2008).

- **Crostras**

De acordo com Guerra (2012) a energia, causada pelo impacto das gotas de chuva no solo, pode quebrar os agregados existentes, formando crostas na superfície do solo, dificultando a infiltração (Figura 07). O estudo das crostas é importante para o processo erosivo, pois uma vez formadas a superfície do solo se torna selada, diminuindo bastante a infiltração de água, aumentando consequentemente o runoff.

Figura 7: Crostas



Fonte: Vieira (2008).

- **Escamamentos**

São feições formadas pelo acúmulo de material fino (areia fina ou muito fina) sobre superfície mais resistente (Figura 08). O transporte dessas partículas ocorre em forma de pequenos fluxos laminares verticais a subverticais (OLIVEIRA, 1999).

Figura 8: Escamamentos



Fonte: Vieira et al. (2011).

- **Caneluras**

Podem ocorrer como feições de detalhe em voçorocas, geralmente são esculpidas pela convergência de fluxo superficial para o interior de fendas ou de macroporos biogênicos, (Figura 09) podendo posteriormente interagir com zonas de saturação próximas à superfície. (OLIVEIRA, 1999).

Figura 9: Canelura



Fonte: Vieira, 2011.

A escala espaço-temporal compreendida pela Geomorfologia, é deveras importante na compreensão dos processos geodinâmicos superficiais, responsáveis principalmente pelo surgimento de diversas feições erosivas.

2.5. Processos geodinâmicos superficiais

Os processos erosivos podem ser estudados com a utilização de diferentes abordagens, podendo distinguir-se em geral abordagens que buscam a quantificação das perdas de solo e as que buscam avaliar qualitativamente o comportamento erosivo do terreno, quanto aos processos erosivos por escoamento laminar ou difuso e por concentração de fluxos de água (sulcos, ravinas e boçorocas) por envolverem mecanismos e condicionantes diversos (SALOMÃO, 2014).

O processo de erosão do solo inicia-se através de mecanismos que envolvem a ação de desprendimento e disposição de materiais pelas forças erosivas dos pingos de chuvas e também pelo escoamento superficial (Z.H. SHI et al., 2012).

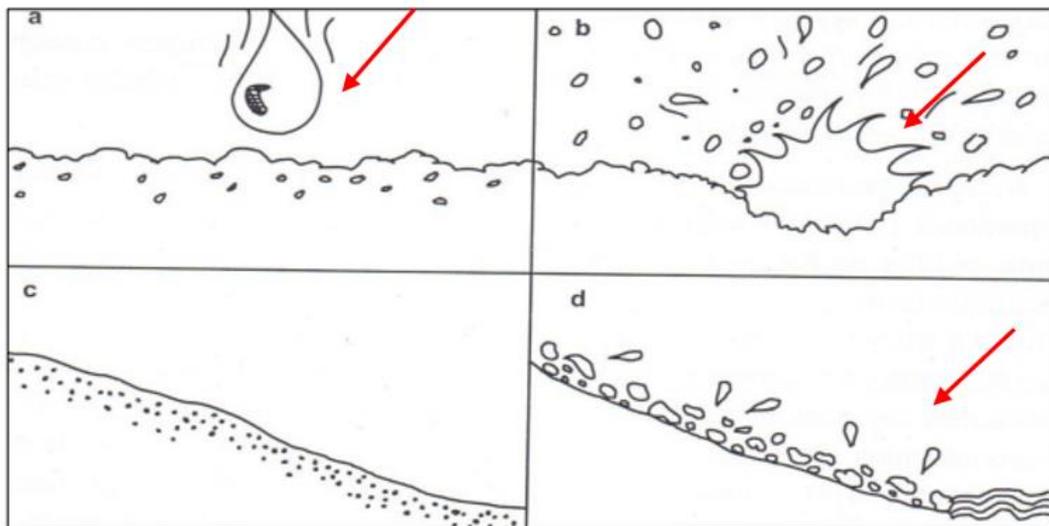
Para esta pesquisa serão destacados os processos geodinâmicos superficiais relacionados à erosão hídrica.

2.5.1. Splash

O início do processo erosivo se dá com o splash (Figura 10) no momento em que as gotas da chuva começam a bater no solo. O splash pode causar a ruptura dos agregados, selando o topo do solo. (GUERRA, 2014).

A ação do splash ou erosão por salpicamento em português, é o estágio mais inicial do processo erosivo, preparando as partículas que compõem o solo, para serem transportadas pelo escoamento superficial, essa preparação se dá pela ruptura dos agregados e também pela própria ação transportadora provocada pelo salpicamento nas partículas do solo. Além disso, os agregados vão preenchendo os poros da superfície do solo, causando a selagem e consequente diminuição da porosidade, aumentando o escoamento (GUERRA, 2014).

Figura 10: Etapas do processo erosivo, destaque (splash e selagem)



Fonte: Adaptada de Gonçalves (2002).

2.5.2. Infiltração

A infiltração é o movimento da água dentro do solo, o próprio solo, considerando diversos fatores define a quantidade de água que irá infiltrar ou escoar pelo terreno, sendo a viagem ou movimento das águas das chuvas mais rápido em superfície do que em profundidade, é possível dizer que os solos determinam o volume de escoamento, distribuição temporal e descargas máximas das águas pluviais, tanto em superfície como em subsuperfície.

O processo de infiltração dá-se quando a água da chuva chega ao solo podendo ser armazenada em pequenas depressões, ou se infiltrar, contribuindo para aumentar a capacidade de armazenamento de água nos solos. Fatores como as propriedades do solo, características das chuvas, tipo de cobertura vegetal, uso e manejo do solo, características das encostas e

microtopografia da superfície do terreno (THORNES, 1980 apud GUERRA, 2014, COELHO NETTO, 2012, GUERRA, 2014).

O processo de infiltração se efetua, quando após os eventos chuvosos, parte da água chega até a superfície do terreno, atravessando a vegetação direta ou indiretamente penetrando do solo. A água continuará infiltrando até a capacidade e/ou taxa de infiltração ser atingida, isto é, a partir do instante que todos os espaços entre os grânulos estiverem preenchidos (poros), haverá a obstrução na entrada de água. Assim, a água que não infiltrar nos solos ou rochas, escoará superficialmente; quanto à água infiltrada, depois de preencher o déficit de água no solo, poderá gerar um escoamento subsuperficial (COELHO NETTO, 2015).

A umidade antecedente do solo é uma das variáveis importantes no processo de infiltração, pois quando a chuva inicia e já existe uma certa umidade antecedente, o solo tende a saturar mais rapidamente, dando origem à formação de poças e ao escoamento superficial, também mais rapidamente do que em solos com menor umidade antecedente (GUERRA, 2014).

Algumas variáveis chamadas variáveis-controle regulam a capacidade de infiltração, sendo: características físicas das chuvas, condições de cobertura dos solos, condições especiais dos solos, condições de textura, profundidade e umidade antecedente do solo, atividade biogênica do topo dos solos, entre outros fatores (COELHO NETTO, 2012).

2.5.3. Escoamento superficial

A água pode tomar vários caminhos: primeiro causa o splash, depois se infiltra, aumentando o teor de umidade, podendo saturar o solo e, finalmente, pode se armazenar nas irregularidades do solo, formando as poças (ponds), que eventualmente poderão dar início ao escoamento superficial (GUERRA, 2014).

O conhecimento dos mecanismos de geração de escoamento remete ao pioneiro trabalho de Horton, publicado em 1933, no qual é proposto o primeiro modelo clássico de Hidrologia para a teoria de infiltração-escoamento. O autor descreve quantitativamente o mecanismo de geração de escoamento superficial a partir da intensidade de precipitação e a capacidade de infiltração do solo. Neste sentido, o escoamento superficial como excedente da infiltração é proposto por Horton (1933) apud Siefert e Santos, 2012 ao considerar que:

A infiltração divide a precipitação em duas partes, que posteriormente prosseguem por diferentes caminhos através do ciclo hidrológico. Uma parte vai alimentar os rios como escoamento superficial durante os eventos de precipitação, a outra vai inicialmente para o solo e daí, vai alimentar os rios

como escoamento subterrâneo ou retorna para a atmosfera pelos processos de evaporação (HORTON, 1933, p. 445).

À medida que a água se infiltra no solo e atinge o limite de infiltração deste, começando a saturá-lo, poças se formam na superfície, podendo iniciar o escoamento superficial. Um dos primeiros pesquisadores a procurar entender como esses processos se desenvolvem nas encostas foi Horton. Para ele, os processos de escoamento superficial e da formação de ravinas está relacionada aos conceitos de infiltração e geração de runoff e foi criada em grande parte a partir de experimentos em áreas de solos agrícolas. Ainda segundo Horton (1945), o que determina a remoção inicial de partículas pelo fluxo superficial é a força de cisalhamento exercida pelo runoff, à medida que este fluxo vai aumentando sua velocidade encosta abaixo.

A partir dos trabalhos de Horton (1945) e Dunne (1980), emergem duas possibilidades para a formação do escoamento superficial, sendo elas: o fluxo superficial hortoniano e o fluxo subsuperficial de saturação. A primeira ocorre quando a capacidade de infiltração do solo é atingida, ou seja, cessa, permitindo que a água acumulada na superfície do terreno comece a movimentar-se, lavando-a como uma pequena lâmina de água (escoamento superficial saturado). A outra possibilidade seria o escoamento superficial hortoniano, que ocorre quando a intensidade da chuva é maior que a capacidade de infiltração (COELHO NETTO, 2012).

Compreender o processo do escoamento superficial e suas consequências é muito importante em diversos níveis e atividades, por exemplo para a orientação de obras de engenharia, manejo e conservação de solos, pois os fluxos de água superficiais podem erodir o topo dos solos, removendo as camadas nutritivas essenciais para as plantas. O geomorfólogo, por sua vez, vê o escoamento superficial como um importante modelador do relevo, analisando especialmente as taxas e distribuições espaço-temporais deste, sobre a superfície do terreno (COELHO NETTO, 2012).

O escoamento superficial é produzido com o excedente de precipitação em relação à capacidade de infiltração, fluxo que tem sido denominado na literatura como fluxo superficial hortoniano, em referência a Robert. E. Horton (1933), autor dos primeiros estudos sobre hidrologia (COELHO NETTO, 2012).

2.5.4. Escoamento em lençol ou difuso

Segundo Vieira (2008) tanto no escoamento superficial saturado quanto no hortoniano, a água pode correr pelo terreno, sem seguir caminhos preferenciais, o que chamamos de (escoamento superficial difuso), que teria uma capacidade erosiva menor que o escoamento superficial concentrado. Para Guerra (2014, p. 30):

A água que se acumula nas depressões do terreno começa a descer pela encosta quando o solo está saturado e as poças não conseguem mais conter essa água. A princípio o fluxo é difuso, ou seja, um escoamento em lençol (sheetflow). Esse tipo de processo é também conhecido por fluxo laminar, provocando a erosão em lençol ou erosão laminar.

2.5.5. Fluxo linear ou concentrado

A partir do momento em que a água começa a percorrer caminhos preferenciais, inicia-se o escoamento superficial concentrado, cuja capacidade erosiva é bem maior do que a do escoamento difuso (VIEIRA, 2008).

O fluxo linear ou flowline, é o estágio seguinte ao escoamento em lençol (sheetflow). Nesse estágio o fluxo de escoamento passa a ser concentrado, à medida que torna-se concentrado em pequenos canais, a profundidade do fluxo aumenta e a velocidade diminui, devido ao aumento da rugosidade e há uma simultânea queda da energia desse fluxo, devido ao movimento das partículas transportadas por esses pequenos canais que estão se formando pelo fluxo concentrado, e são embriões de futuras ravinas (GUERRA, 2014).

Ao convergir para microdepressões do terreno, o escoamento superficial transforma-se em fluxo concentrado, formando feições como sulcos, ravinas e mesmo voçorocas (OLIVEIRA, 2014).

2.5.6. Fluxo Turbulento

Ainda segundo Guerra (2014), o terceiro estágio do escoamento superficial dá-se pela concentração do escoamento em canais bem definidos chamados micro ravinas, a turbulência do fluxo aumenta nesse estágio, principalmente chegando ao fundo dessas micro feições, já com algumas rugosidades advindas do fluxo linear. As irregularidades dentro das micro ravinas tendem a se ampliar, aumentando também a turbulência do fluxo, aumentando a erosão.

A resistência de atrito ao escoamento superficial é gerada pela rugosidade do terreno, que promove turbulência do fluxo (OLIVEIRA, 2014).

2.5.7. Escoamento Subsuperficial

O movimento da água no interior do terreno está ligado à condutividade hidráulica que, por sua vez, pode ocorrer tanto em solo saturado (COELHO NETTO, 2012) como em solo não saturado, e segundo Oliveira (2006) à medida que diminui a condutividade com a profundidade, pode ocorrer o fluxo de retorno.

Os fluxos de água subsuperficiais como mecanismos de erosão incluem a erosão de vazamento, cuja força do fluxo exfiltrante é capaz de deslocar partículas no meio poroso; e a lavagem em túnel, que ocorre quando uma força cisalhante atua nas margens de um macro poro (DUNNE, 1990; COELHO NETTO, 2012).

Guerra (2012), atenta para a importância do escoamento subsuperficial no controle do intemperismo e afetando diretamente a erodibilidade dos solos, através de suas propriedades hidráulicas, influenciando o transporte de minerais em solução. Quando a ocorrência desse tipo de escoamento dá-se em fluxos concentrados, como em dutos ou túneis, seus efeitos erosivos são bem conhecidos, causando colapso na superfície situada acima, formando voçorocas.

Estudos vem demonstrando que as camadas de baixa permeabilidade funcionam como impedimento à percolação e propiciam a saturação até certa altura das camadas de solo sobrejacentes (COELHO NETTO et al., 1997).

Segundo estudos realizados por Anderson e Burt (1978) e Coelho Netto e Fernandes (1990) apud Baccaro (2014), os fundos de vales são os locais preferenciais dos fluxos de chuvas, bem como as zonas côncavas próximas às cabeceiras de drenagem, onde há convergência dos fluxos d'água subsuperficiais.

As características geográficas influenciam na variação da dinâmica hidrológica subsuperficial, essas são: topografia, descontinuidade nos perfis de solos e/ ou umidade antecedente às chuvas que precipitam sobre a bacia de drenagem (WHIPKEY e KIRKBY, 1978 apud COELHO NETTO, 2012).

Esse tipo de escoamento é predominante em regiões úmidas, com intensa cobertura vegetal, pois a vegetação protege o solo do impacto direto das chuvas, diminuindo de maneira importante o escoamento superficial e juntamente com a fauna endopedônica favorece a infiltração nessas áreas.

3. ÁREA DE ESTUDO

3.1. Localização

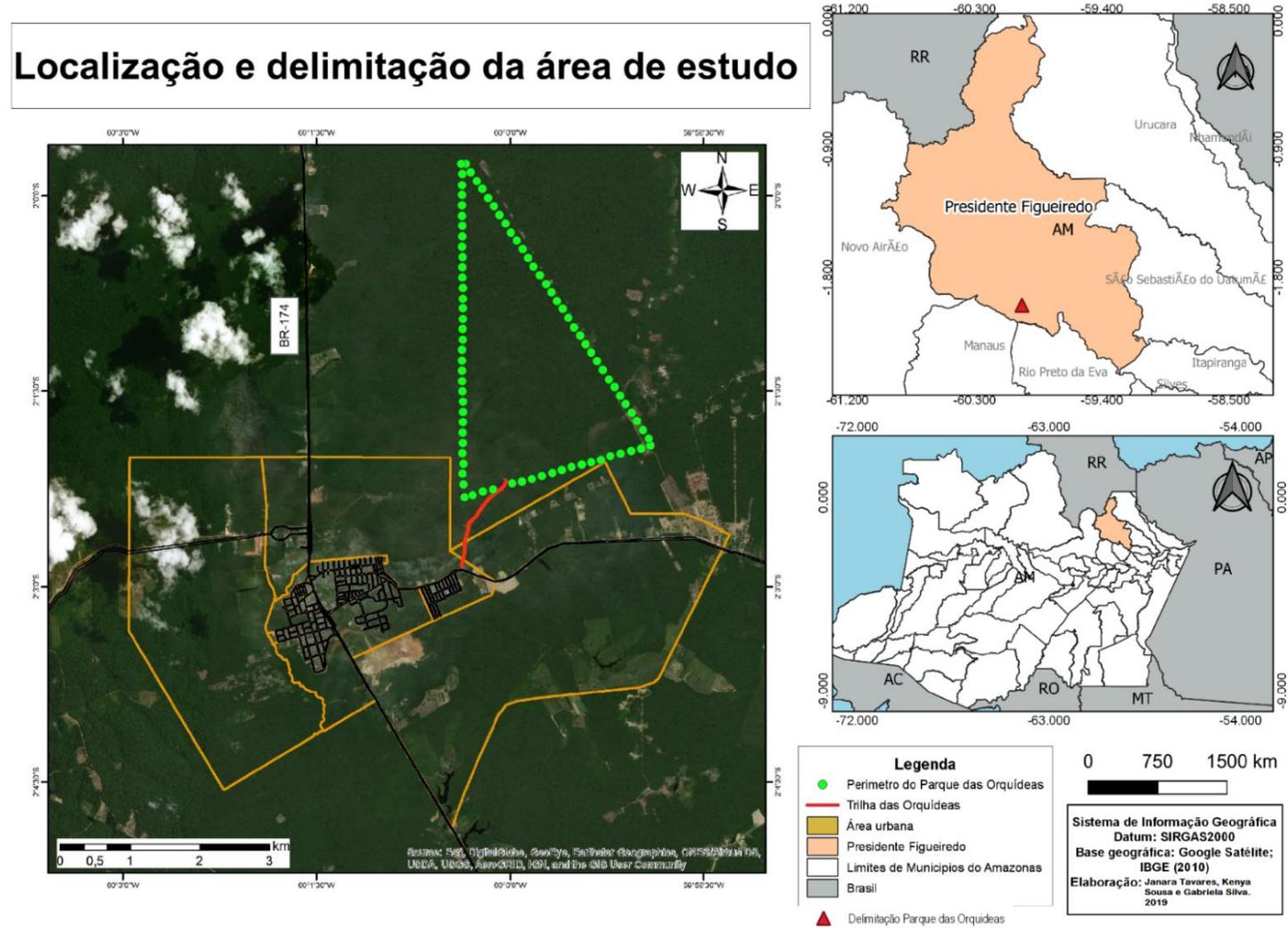
O recorte espacial da área de estudo é composto pela Unidade de Conservação Parque Natural Municipal Cachoeira das Orquídeas, com enfoque na trilha que dá acesso a esse parque, localizado inteiramente no município de Presidente Figueiredo (Figura 11).

O Município de Presidente Figueiredo situa-se na porção nordeste do Estado do Amazonas, Região Norte do Brasil, com uma área territorial correspondente a 25.459,99 km² (IBGE, 2019). Ao Norte faz fronteira com o estado de Roraima, a Leste com os municípios de Urucará e São Sebastião de Uatumã, ao sul com os municípios de Itapiranga, Rio Preto da Eva e Manaus, e a oeste com o município de Novo Airão. Sua área territorial é cortada, no sentido Sul-Norte, pela rodovia BR-174 (rodovia que liga Manaus ao estado de Roraima). Inserido na 7^a. Sub-Região (rio Negro/Solimões) de acordo com o ato das disposições constitucionais transitórias da Constituição do Estado do Amazonas, de outubro de 1989 (MUNHOZ, 2010).

O Parque Natural Municipal Cachoeira das Orquídeas é uma unidade de conservação criada pelo Poder Público Municipal, sendo a primeira nesse município a ter seu plano de manejo embasado pelas normas do SNUC - Sistema Nacional de Unidades de Conservação.

Este Parque foi criado pelo Decreto no. 100 de 26 de abril de 2002 com o objetivo de proteger a paisagem, a fauna, a flora e as belezas panorâmicas naturais da área com objetivos educacionais, científicos, turísticos e recreativos numa área estimada em 817 hectares (MUNHOZ,2010).

Figura 11: Localização do Parque Municipal Cachoeira das Orquídeas



Elaboração: Janara Tavares, Kenya Sousa e Gabriela Mendonça, 2019.

3.2. Aspectos Fisiográficos

3.2.1. Geologia

Geologicamente, o Estado do Amazonas é caracterizado por uma extensa cobertura sedimentar Fanerozoica, distribuída nas bacias Acre, Solimões, Amazonas e Alto Tapajós, que se depositou sobre um substrato rochoso pré-cambriano onde predominam rochas de natureza ígnea, metamórfica e sedimentar (CPRM, 2006).

O Município de Presidente Figueiredo está inserido nos limites setentrionais da porção ocidental da Bacia do Amazonas e na área próxima ao contato desta com os terrenos cristalinos do Escudo das Guianas, sendo este uma das subdivisões do Cráton Amazônico (CPRM, 2010; MOLINARI; CARVALHO, 2019).

Com base nas informações colhidas pelo projeto PRIMAZ (1998), que organizou descrições geológicas detalhadas, para o município de Presidente Figueiredo, em parceria com o Serviço Geológico do Brasil, o município apresenta uma rica compartimentação geológica, correspondente a diferentes eras e períodos. Em relação às Unidades Estratigráficas, observa-se a presença de ambientes de deposições colúvio-aluvionares, de deposição mais recente e também coberturas lateríticas, sendo essas originárias nos períodos Terciário e Quaternário (CPRM,1998).

Ainda em relação as unidades estratigráficas, observa-se a ocorrência de três grandes grupos, sendo: Grupo Javari, no qual está inserida a Formação Alter do Chão e cuja origem data do período Cretáceo, Grupo Trombetas, no qual estão inseridas as Formações Manacapuru, Pitinga e Nhamundá, sendo a origem da primeira datada do período Devoniano e das demais período Siluriano, restando ainda o grande grupo Purus, inseridas nestes as Formações com origem datada no Éon Proterozóico, sendo a Formação Prosperança surgida no Neoproterozóico, Formação Seringa e Suíte Intrusiva Abonari, surgidas no Mezoproterozóico, restam ainda Suíte Intrusiva Mapuera, Grupo Iricoumé, Granito São Gabriel, Granodicroto Água Branca, sendo todos esses datados do Paleoproterozóico (CPRM, 1998).

Por último encontra-se no território do município o grande Complexo Metamórfico Anauá, sendo este a unidade estratigráfica mais antiga, composta por rochas mais resistentes, a exemplo os granitos, com origem datada de 2500 Ma, Éon Arqueano (CPRM,1998).

Na área onde está localizado o Parque Cachoeira das Orquídeas observa-se a ocorrência do grande Grupo Trombetas: Arenito, Diamictito, Folhelo, Siltito. sendo a maior

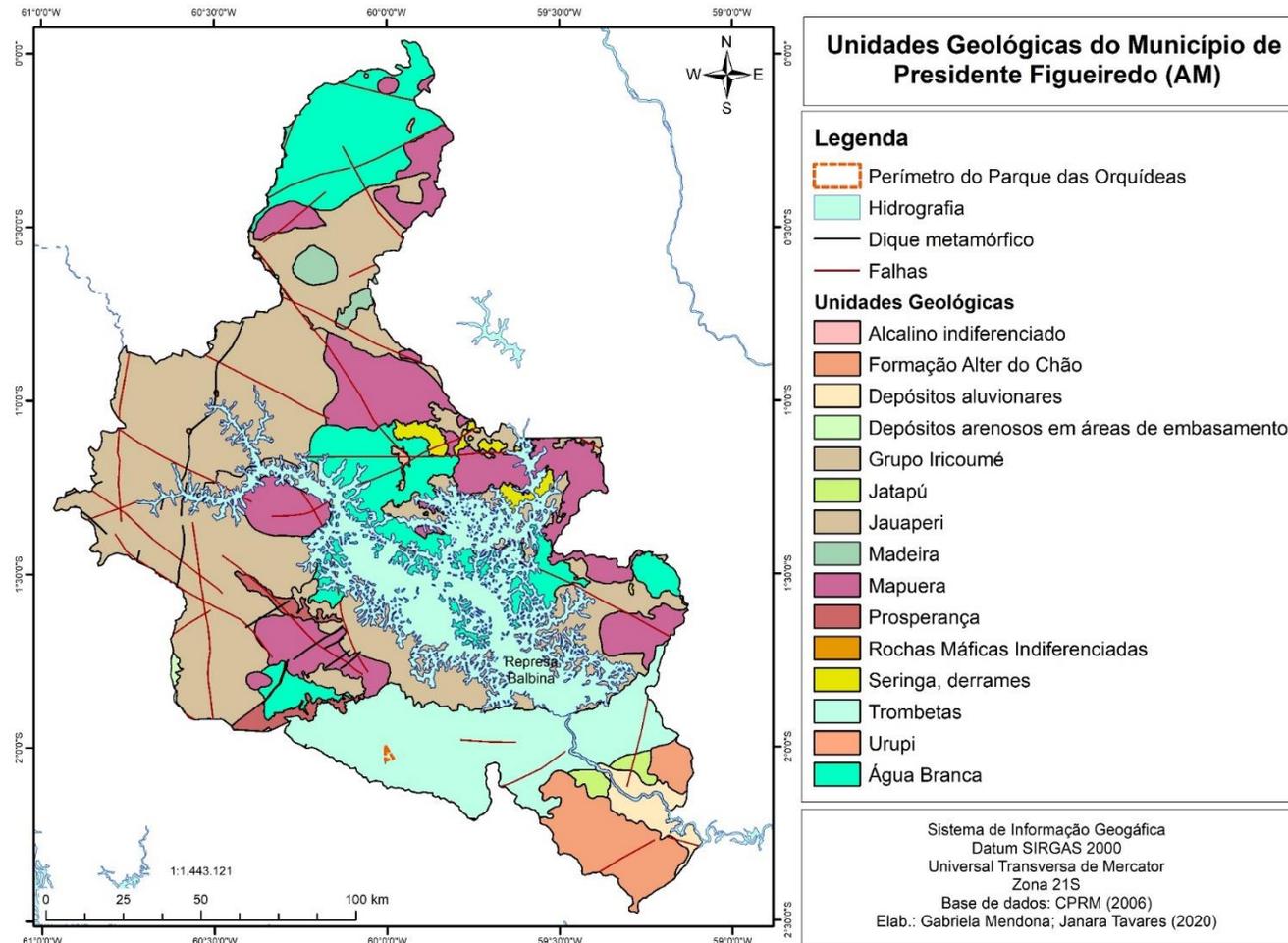
parte do perímetro, inserido na área de ocorrência da formação Nhamundá, esta que é uma das três, pertencentes ao grande grupo Trombetas, composto por (Manacapuru, Pitinga e Nhamundá). As características litológicas dessa formação constituem-se pela presença de diamictitos pelítico arenosos e quartzo-arenitos finos apresentando estruturas glacio tectônicas (CPRM,1998).

Além das informações coletadas através da análise da descrição geológica figueiredense produzida pelo CPRM, com o Programa de Integração Mineral em Municípios do Amazonas PRIMAZ, em 1998, foi elaborado para este trabalho o mapa geológico com localização da área de estudo, abrangendo a trilha de acesso e perímetro do Parque Cachoeira das Orquídeas, com uso da base de dados do Serviço Geológico do Brasil, do ano de 2006 (Figura 12).

3.2.2. Geomorfologia

Geomorfologicamente o município está dividido em três compartimentos geomorfológicos principais, o Planalto Dissecado do Norte da Amazônia, Depressão Periférica e o Planalto da Bacia Sedimentar do Amazonas. Os Planaltos Dissecados do Norte da Amazônia caracterizam-se por apresentarem altitudes de 200 a 500 m e estão divididos em dois conjuntos principais: os planaltos isolados do divisor Uatumã – Negro e os da alta e média bacia do rio Pitinga. As Depressões Periféricas apresentam-se na forma de relevo variado, formado por processos erosivos diversos. Nas áreas de rochas vulcânicas, predomina um relevo de colinas de topo semitabular, e de interflúvios tabulares, com drenagem bem definida. O planalto da Bacia Sedimentar do Amazonas corresponde ao relevo desenvolvido sobre as rochas areníticas. Apresenta superfícies tabulares de diferentes estágios de dissecação. A formação geológica datada da era pré-cambriana do período proterozóico, proporcionou a ocorrência de várias jazidas minerais exploradas em Pitinga como cassiterita; zirconita, colombita e tantalita (MUNHOZ, 2010; IBGE, 2015).

Figura 12: Delimitação geológica do Parque Cachoeira das Orquídeas



Elaboração: Gabriela Mendonça e Janara Tavares, 2020.

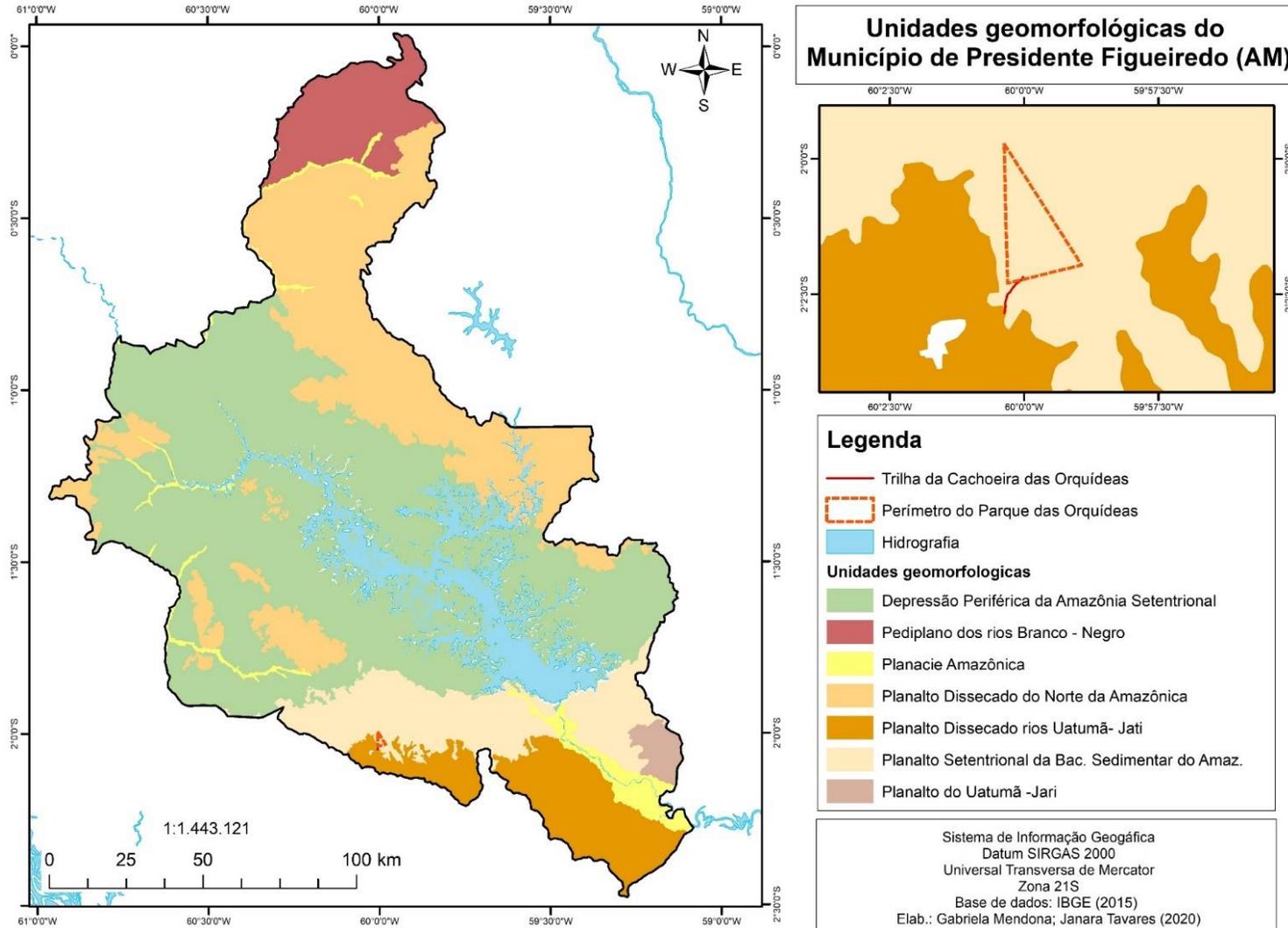
Segundo estudos realizados pela EMBRAPA (2001), a topografia da área apresenta-se com relevo dissecado de pouca profundidade, representada pelas seguintes formações geomorfológicas: Pediplano Rio Branco-Rio Negro: representado por superfície aplainada com cristas isoladas e relevos residuais do tipo inselberg, com áreas de acumulação inundáveis periodicamente; Planalto Dissecado do Rio Trombetas-Rio Negro: reflete uma intensa atuação dos processos erosivos, resultando em uma superfície dissecada, principalmente com interflúvios tabulares; Planaltos Dissecado do Norte da Amazônia: apresenta uma configuração descontínua em blocos residuais de relevo, em que se destaca a dissecação em cristas e colinas com altitude de 300 m a 400 m.

Depressão Periférica do Norte do Pará: tem como característica principal a sua superfície rebaixada, dissecada em colinas e com aprofundamento muito fraco. Planalto da Bacia Sedimentar da Amazônia: caracteriza-se por um conjunto de relevos tabulares com interflúvios amplos e vales alargados e uma altimetria em torno de 250 m (EMBRAPA, 2001).

O município de Presidente Figueiredo encontra-se em uma área de ocorrência de Bacias e Coberturas Sedimentares Fanerozoicas – Planaltos e chapadas desenvolvidos sobre rochas sedimentares horizontais a sub-horizontais, eventualmente dobradas e/ou falhadas, em ambientes de sedimentação diversos, dispostos nas margens continentais e/ou no interior do continente (IBGE, 2010).

A área de estudo em questão localiza em um ambiente de transição, entre duas unidades geomorfológicas, sendo que a trilha de acesso ao Parque inicia no Planalto Dissecado rios Uatumã-Jari, perpassando para o Planalto Setentrional da Bacia Sedimentar do Amazonas (Figura 13). Áreas com modelagem de dissecação de origem fluvial homogênea, em litologias diversas que não apresenta controle estrutural marcante, caracterizada predominantemente por colinas e interflúvios tabulares.

Figura 13: Delimitação geomorfológica do Parque Cachoeira das Orquídeas



Elaboração: Gabriela Mendonça e Janara Tavares, 2020.

3.3. Clima

O Município apresenta um clima tropical chuvoso úmido e quente, com chuvas predominantes de verão. As temperaturas regionais são uniformes ao longo de todo o ano e variam entre a máxima de 29°C e a mínima de 24° C. A umidade relativa do ar apresenta-se alta e uniforme durante o ano sendo de 93% o valor médio. A região apresenta um regime pluviométrico com concentração de chuvas no período de dezembro a maio, com média anual dos totais das precipitações de 2.400mm (INMET, 2019).

3.4. Solos

Fatores naturais como clima, organismo, relevo, tempo e materiais de origem, combinados em intensidades diferentes, formam os diversos tipos de solo observados na região, segundo a base de dados disponibilizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (Figura 6). Duas unidades destacam-se: os Argissolos e Latossolo Amarelo (IBGE, 2015).

Argissolos: compreendem solos constituídos por material mineral, que têm como características diferenciais a presença de horizonte B textural de argila e atividade baixa, ou atividade alta desde que conjugada com saturação por bases baixa ou com caráter alumínico. O horizonte B textural (Bt) encontra-se imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte superficial, exceto o hístico, sem apresentar, contudo, os requisitos estabelecidos para ser enquadrado nas classes dos Luvisolos, Planossolos, Plintossolos ou Gleissolos (EMBRAPA, 2018).

Grande parte dos solos desta classe apresenta um evidente incremento no teor de argila do horizonte superficial para o horizonte B, com ou sem decréscimo nos horizontes subjacentes. A transição entre os horizontes A e Bt é usualmente clara, abrupta ou gradual. Os Argissolos são de profundidade variável, desde forte a imperfeitamente drenados, de cores avermelhadas ou amareladas e mais raramente brunadas ou acinzentadas. A textura varia de arenosa a argilosa no horizonte A e de média a muito argilosa no horizonte Bt, sempre havendo aumento de argila daquele para este (EMBRAPA, 2018).

Latossolo Amarelo: esta classe é constituída por solos profundos, dessaturados, bem drenados, permeáveis com horizonte B latossólico, de coloração amarelada nos matizes 7,5YR e 10YR, sob um horizonte A moderado, de classe de textura variando de franco-arenosa até muito argilosa (EMBRAPA, 2001).

As principais características morfológicas e físicas desses solos são coloração bruna a bruno-amarelada, no horizonte A, e bruno-amarelada a amarelo-avermelhada, no horizonte Bw; a estrutura varia de moderada a forte, pequena e média granular, no horizonte A, e forte muito pequena, blocos subangulares e angulares, no horizonte Bw; a consistência do solo varia de dura a muito dura, quando seco, friável a muito friável, quando úmido, e plástica e pegajosa, quando molhado; a textura é muito argilosa (EMBRAPA, 2001).

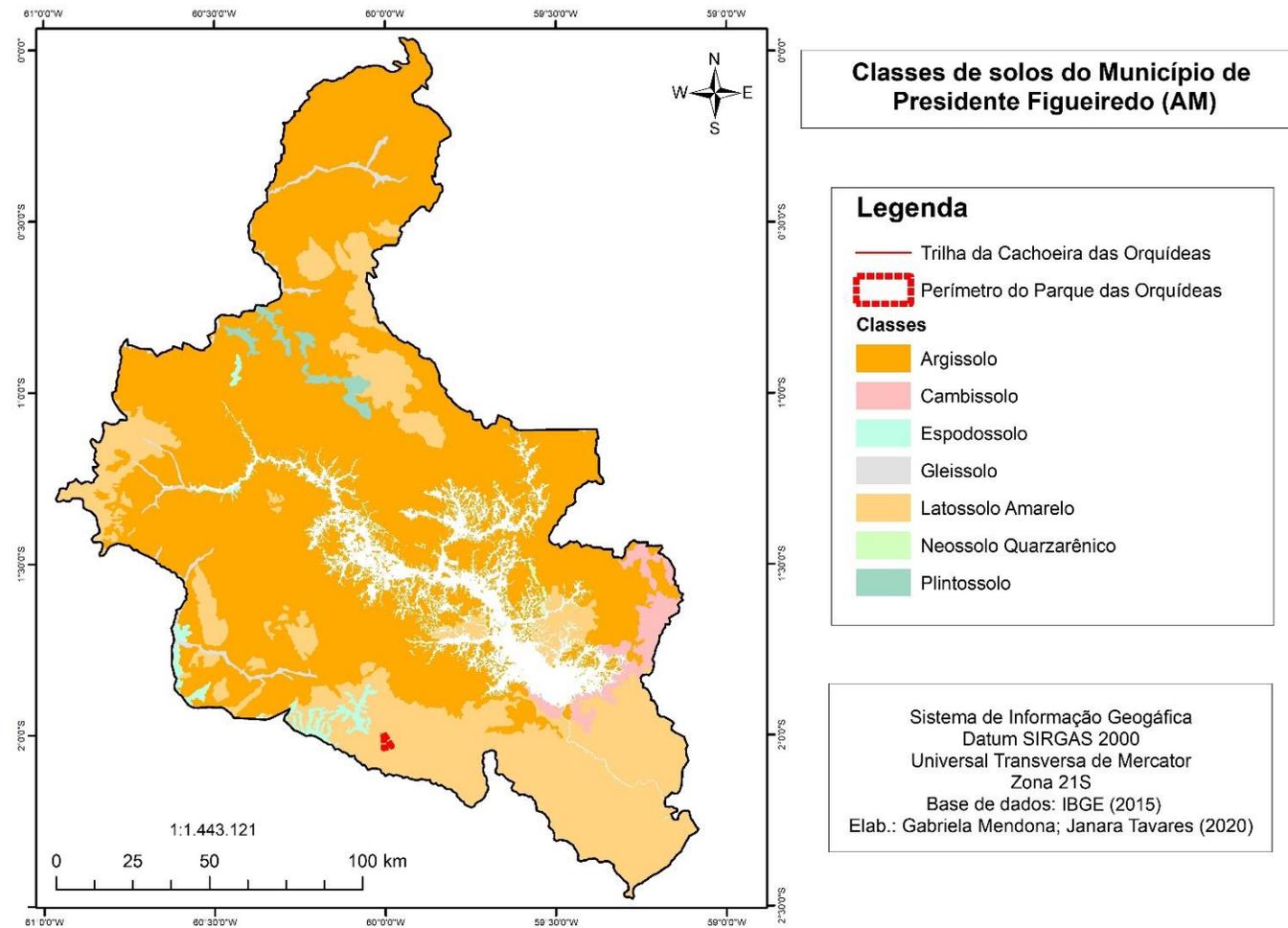
Na área do Parque Cachoeira das Orquídeas foram identificadas duas classes de solo distintas, sendo elas: Latossolo Amarelo e Neossolo Quartzarênico (Figura 14). No entanto, não é possível visualizar no mapa, elaborado a partir da base de dados do IBGE, a ocorrência do Neossolo Quartzarênico no perímetro do Parque Cachoeira das Orquídeas, (Figura 15), o que chama a atenção para o problema de mapeamento e identificação dos tipos de solo na região, pois a confirmação dos dois tipos de solo específicos, citados na área de estudo deste trabalho, foi possível devido a identificação dos horizontes, realização de coleta de amostras de solo em campo, e posterior análise em laboratório destas.

Figura 14: Características dos ambientes dos diferentes tipos de solo



Fonte: A - Ambiente do Latossolo (Janara Tavares, 2018). B - Ambiente do Neossolo Quartzarênico (Roberto Epifânio, 2018).

Figura 15: Classes de solos do município de Presidente Figueiredo e localização da área de estudo (Trilha de Acesso e Parque)



Elaboração: Gabriela Mendonça e Janara Tavares, 2020.

- **Latosolo**

De acordo com Lepsh (2011), o Latossolo ocupa 41,1% do solo encontrado em toda a Amazônia. O Latossolo amarelo é um solo muito argiloso, sendo possível ser encontrado em diversos tipos de relevo, dos mais planos aos mais ondulados, e é considerado distrófico por possuir baixa fertilidade (EMBRAPA, 2018).

Estudos realizados nessa classe de solo têm demonstrado que esses apresentam boas propriedades físicas, as quais correlacionadas com o arranjo estrutural dos minerais de argila (caulinita), óxidos e hidróxidos de alumínio e ferro, lhes permite uma boa drenagem, aeração, permeabilidade e porosidade, apresentando, contudo, retenção de umidade, variando de média a alta (EMBRAPA, 2018).

- **Neossolos Quartzarênicos**

Neossolos são os solos com pouca ou nenhuma evidência de horizontes pedogenéticos superficiais. São definidos como constituídos de material mineral ou orgânico com menos de 20cm de espessura, não apresentando qualquer tipo de horizonte B diagnóstico (LEPSCH, 2011). Ainda segundo Lepsh, os Neossolos Quartzarênicos, sendo estes uma das subordens encontradas na área de estudo, por serem muito arenosos (areias constituídas de quartzo), apresentam limitações pela baixa capacidade de armazenar água e nutrientes para as plantas.

Neossolos Quartzarênicos, são solos sem contato lítico ou lítico fragmentário dentro de 50 cm a partir da superfície, com sequência de horizontes A-C, porém apresentando textura areia ou areia franca em todos os horizontes até, no mínimo, a profundidade de 150 cm a partir da superfície do solo ou até um contato lítico ou lítico fragmentário. São essencialmente quartzosos, tendo, nas frações areia grossa e areia fina, 95% ou mais de quartzo, calcedônia e opala e praticamente ausência de minerais primários alteráveis (menos resistentes ao intemperismo) (EMBRAPA,2018).

3.5. Hidrografia

A rede hidrográfica do Município apresenta o reservatório da hidrelétrica de Balbina, como o acidente geográfico mais importante, resultante do represamento do Rio Uatumã. A área é abundante em água, pela existência de vários rios, dentre eles, podem ser citados: Urubuí, Santo Antônio, Uatumã, além de outros de pequeno porte (EMBRAPA, 2001).

Observam-se diversos tipos de padrões de drenagem, porém predominam os padrões dendrítico, sub-retangular e outros compostos (IBGE,2010).

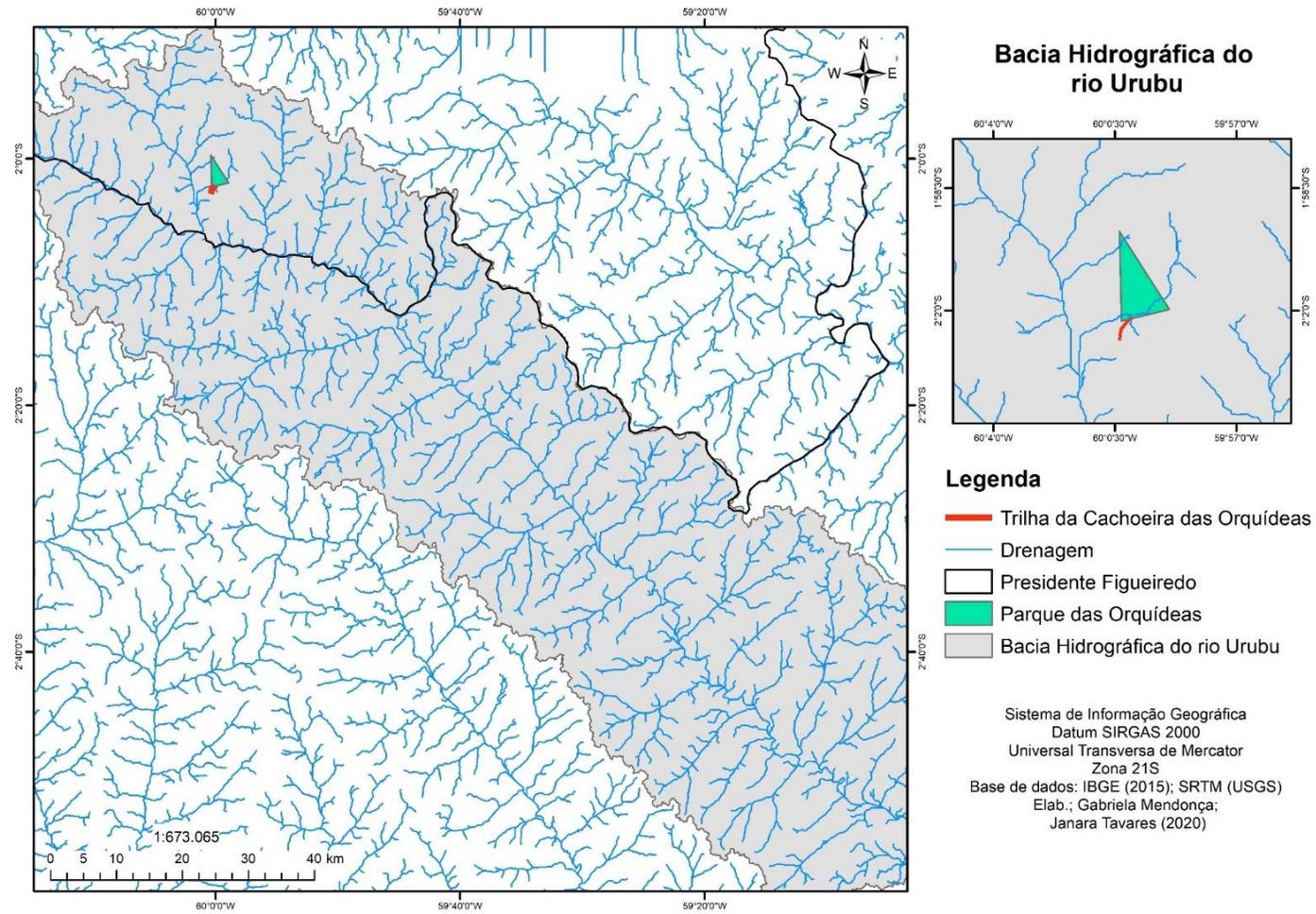
A rede hidrográfica da região apresenta padrões de drenagem dendrítica a subdendrítica, sendo que a densidade de drenagem próxima a sede do município de Presidente Figueiredo caracteriza-se por ser alta (RADAM BRASIL, 1978).

O Município pertence à bacia do rio Urubu com destaque para o rio Urubuí sendo banhado principalmente pelo rio Uatumã, seus fornecedores o rio Santo Antônio do Abonari e o Igarapé Taquiri, e seu principal afluente, o Rio Pitinga; pelos rios Urubu e Alalaú, materializando os limites Sul e Norte, respectivamente do Município; e pelo rio Cuiuiu e seus formadores, o rio Pardo e o igarapé Canoa. Do represamento do rio Uatumã para a construção da usina Hidrelétrica de Balbina, foi formado o lago de Balbina com cerca de 2360km². Dois cursos d'água encontram-se integralmente dentro da área urbana de Presidente Figueiredo: rio Urubui e Igarapé dos Veados (MUNHOZ, 2010).

A hidrografia no Parque Natural Municipal Cachoeira das Orquídeas pode ser considerada abundante, tanto pelo volume de precipitação pluvial como pela sua boa distribuição, quer seja na forma de córregos ou igarapés, quer seja pela alta umidade do ar.

Os cursos hidrográficos do Parque Cachoeira das Orquídeas, estão inseridos com base em sua localização na porção ocidental da Bacia Hidrográfica do rio Urubu (Figura 16).

Figura 16: Delimitação hidrográfica do Parque Natural Municipal Cachoeira das Orquídeas- Bacia Hidrográfica do rio Urubu



Elaboração: Gabriela Mendonça e Janara Tavares, 2020.

3.6. Vegetação

A vegetação do Município de Presidente Figueiredo é constituída por vários fitoeossistemas classificados por IBGE (1991) embasados pelas classificações do projeto RADAM Brasil, EMBRAPA (2001), os quais serão descritos a seguir:

Campinarana: constituída por uma formação vegetal muito especializada em função das condições edáficas locais encontradas em solos essencialmente arenosos, conforme visto na (Figura 17), apresentando-se com fisionomias diferentes, variando de arbórea densa, aberta e arbustiva. Na área do município, predominam as formações florestadas e arbustivas;

Floresta ombrófila densa: caracteriza-se por apresentar, de forma dominante, uma fisionomia com árvores emergentes e em pequenas manchas, com uma cobertura uniforme, ocorrendo nas áreas sedimentares do Terciário. Também é encontrada revestindo várias formas de relevo (superfícies dissecadas, altos platôs e montanhas baixas), onde predominam árvores imensas que sobressaem do dossel superior. A dominância arbórea densa (árvores de 25 a 50 metros de altura);

Floresta ombrófila aberta: caracterizam-se por uma fisionomia mista com indivíduos arbóreos, bem espaçados, com presença marcante de frequentes agrupamentos de palmeiras e cipós. Ocorre revestindo os interflúvios tabulares e os talvegues do relevo dissecado em cristas e colinas.

A área do Parque Cachoeira das Orquídeas apresenta uma vegetação densa e com uma grande presença de matéria orgânica. Três formações vegetais destacam-se na área do Parque, sendo estas:

Floresta Ombrófila Densa, também denominada Floresta Tropical Pluvial, distribuída na área de estudo nas subordens: Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas e Floresta Ombrófila Densa Submontana, e ainda a Campinarana. Serão descritas a seguir as características dessas formações vegetais:

- Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas: ocupa os platôs e os vales de sedimentação terciária, fora das “várzeas” ou planícies de inundação, em terrenos com altitudes que não ultrapassam a 100m. É nas “terras baixas” que a Floresta Ombrófila Densa se caracteriza pela exuberância de sua cobertura vegetal, com predomínio de árvores de grande porte e emergentes.

- Floresta Ombrófila Densa Submontana: é encontrada em cotas altimétricas entre 100 e 600 metros, geralmente em correspondência com terrenos mais antigos ou cristalinos. Apesar da alta diversidade florística, suas árvores raramente ultrapassam os 30m de altura, formando uma cobertura vegetal mais ou menos uniforme, vez por outra interrompida pelas emergentes de maior altura (IBGE, 2001).

- Campinarana: vegetação com formas de vida e florística bem definidas, e adaptadas as áreas deprimidas, em correspondência aos solos Podzois hidromórficos (Espodosolos) e Areias Quartzozas Hidromórficas (Neossolos Quartzarênicos hidromórficos), quase sempre encharcados. Tipo de vegetação que no Brasil, só é encontrada na Amazônia, onde tem o seu “core” na região do alto-médio rio Negro, onde o clima é extremamente ombrófilo. Também ocorre em pequenas disjunções por toda a região Amazônica, em situações edafoclimáticas semelhantes. Com base em dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística destacam-se quatro subdivisões dentro da formação campinarana, sendo: Florestada, Arborizada, Arbustiva e Gramíneo-Lenhosa. A campinara, especialmente na sua forma arbustiva graminosa, ainda é uma das poucas áreas de vegetação naturalmente preservada da Amazônia. De solo extremamente pobre, não sendo apropriado para qualquer tipo de atividade agropecuária, por mais rudimentar que seja (IBGE, 2001).

Campinarana: constituída por uma formação vegetal muito especializada em função das condições edáficas locais encontradas em solos essencialmente arenosos, apresentando-se com fisionomias diferentes, variando de arbórea densa, aberta e arbustiva. Na área do município, predominam as formações florestadas e arbustivas (CARVALHO, 2017, p. 59).

Na área do Parque, onde identifica-se a subordem de Neossolo Quartzarênico, verifica-se a ocorrência de vegetação de Campinarana (Figura 17), e nas áreas com predominância do Latossolo Amarelo a vegetação presente é composta pela Floresta Ombrófila, sendo que esta já foi antropizada para a construção da trilha de acesso ao parque (Figura 18).

Figura 17: Campinarana, vegetação presente na área de acesso à Cachoeira das Orquídeas



Fonte: Janara Tavares, 31/10/2018.

Figura 18: Floresta Ombrófila Aberta, vegetação presente na área de acesso ao Parque



Fonte: Janara Tavares, 31/10/2018.

3.7. Aspectos antrópicos

A população iniciou-se ao redor do Km 107 da BR – 174 devido à construção da hidrelétrica de Balbina e a exploração mineral do Distrito do Pitinga. Área rochosa com várias desigualdades e de topografia ondulada é propícia à formação de cachoeiras, grutas e cavernas. Por isso o município é conhecido como a "TERRA DAS CACHOEIRAS".

É um município com características próprias. Sua criação ocorreu na década de 70 com a construção da estrada BR 174, viabilizada pela produção de grandes projetos como a construção da Usina Hidrelétrica de Balbina, a implantação do Projeto Pitinga, do Projeto de Assentamento Dirigido Uatumã, da implantação do Projeto agroindustrial para a produção de álcool e aguardente e da Agropecuária Jayoro, todos originários da década de oitenta (MUNHOZ, 2010).

Esse processo fez com que a população local crescesse em 385,5 %. Em 1980 o município tinha 1.476 habitantes passando para 7.089 habitantes em 1991. Em 2019 aponta para 36.279 habitantes, o que mostra um crescimento populacional de maneira exponencial (IBGE, 2019).

A migração é o fator que caracteriza o aumento populacional desde a década de 70 (motivado pelos grandes projetos). Estes migrantes vinham principalmente do interior do Amazonas e dos estados como Maranhão, Ceara, Pará, Piauí, Minas Gerais, Acre, Rondônia e outros estados do Brasil (OLIVEIRA, 2000).

A Distribuição dos Bairros de Presidente Figueiredo está em conformidade da Lei Municipal No. 562 de 09 de outubro de 2006, que instituiu o Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado, estabelecendo diretrizes para o desenvolvimento urbano e ambiental de Presidente Figueiredo, com providências relativas ao planejamento e à gestão do território do Município na seção II, Art. 51. A Área Urbana da cidade de Presidente Figueiredo encontra-se dividida em sete Setores Urbanos, dentre os quais o Setor II - Setor Urbano Cachoeira das Orquídeas (MUNHOZ, 2010).

O setor onde localiza-se o Parque das Orquídeas, compreende uma área de um loteamento particular com infraestrutura. É caracterizado pela presença de nascentes, e igarapés secundários que abastecem o rio Urubuí. Na área onde se criou a Unidade de Conservação Parque Natural Municipal Cachoeira das Orquídeas, além de frear o processo de degradação da área da cachoeira das orquídeas, estabelece a proteção das nascentes que abastecem a sede municipal, e aquelas que no futuro devem ser utilizadas para complementar este abastecimento (MUNHOZ, 2010).

- População do entorno do Parque

A população do entorno do Parque Natural Municipal Cachoeira das Orquídeas é a população da sede municipal de Presidente Figueiredo. O bairro onde está localizado o Parque, é o Galo da Serra. A maioria das pessoas que frequentam o Parque residem na sede do município e no seu entorno, nos bairros próximos. Também recebe muitos visitantes da capital Manaus, sendo o acesso a ele, relativamente fácil, podendo ser feito a pé, de bicicleta, motocicleta ou carro, como a entrada é gratuita, torna-se um local atrativo para diversos tipos de frequentadores.

O acesso ao maior atrativo do parque, a Cachoeira das Orquídeas pode ser feito por meio da trilha principal (Figura 19), e algumas secundárias que foram abertas pelos próprios frequentadores, para acessarem nos períodos em que este necessitou ser fechado pelo poder público municipal, em decorrência da reprodução de algum animal ou quaisquer outros motivos que representasse risco a população frequentadora.

Figura 19: Trilha principal que dá acesso a Cachoeira das Orquídeas



Fonte: Janara Tavares, 2018.

4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

4.1. Metodologia

Para a realização da presente pesquisa, foram fundamentais três etapas: o trabalho de gabinete, os trabalhos de campo e os de laboratório. A pesquisa será abordada na perspectiva do método sistêmico.

A primeira etapa consistiu nos levantamentos bibliográficos e documentais e na sistematização e análise dos dados. A fundamentação teórica da pesquisa foi realizada através do levantamento e revisão bibliográfica da literatura nas áreas do geoturismo, geomorfologia e processos geodinâmicos superficiais, impactos ambientais, e demais bases teóricas e conceituais de trabalhos desenvolvidos referentes à temática central da pesquisa. Para alcançar os objetivos da pesquisa, foram utilizadas publicações em livros, artigos, dissertações e teses condizentes com o problema em questão.

Foi realizado também o levantamento de imagens de satélites da série Landsat 8, por meio de download gratuito no site do USGS (Serviço Geológico Americano) para elaboração do material cartográfico e também através da documentação disponibilizada pela Secretaria de Meio Ambiente de Presidente Figueiredo, referente ao Parque Municipal Cachoeira das Orquídeas.

Além do levantamento inicial, realizado na primeira etapa, foram executados dois trabalhos de campo (dados primários), em dois períodos alternados: a primeira no ano de 2018 e a segunda em 2019. As atividades realizadas compreenderam a coleta de amostras de solos, caracterização da morfometria da trilha, caracterização dos processos geodinâmicos superficiais atuantes na trilha, (capacidade de penetração e infiltração do solo), além da verificação dos impactos ambientais existentes ao longo da trilha. Foram aplicados questionários e entrevistas, que juntamente com análise final dos dados coletados, possibilitaram fazer uma previsão de possíveis impactos e riscos ambientais na área. Para melhor entendimento dos procedimentos empregados na pesquisa seguem as proposições baseadas nos objetivos deste estudo.

4.1.1. Caracterização dos aspectos físicos dos solos da trilha

Sobre as análises físicas dos solos, merecem destaque aqueles referentes a: textura, teor de matéria orgânica, resistência à penetração, capacidade de infiltração de água no solo, densidade do solo, porosidade total e pH.

- Coleta e análise dos solos

A coleta das amostras de solo foi realizada em dois momentos distintos, a partir de 5 tradagens, utilizando-se o trado holandês, na trilha e no seu entorno, em diferentes profundidades. Os pontos foram escolhidos devido a diferença de tipo de solos encontrados ao longo do percurso da trilha, sendo uma parte constituída por Latossolo, e outra por Neossolo Quartzarênico, tornando importante a análise de ambos para a diferenciação e também da propensão à erosão. A classificação de solos nesse estudo, baseia-se no Sistema Brasileiro de Classificação de Solo, estruturado com dados coletados em campo e analisados em laboratório com métodos estabelecidos pelo órgão federal oficial que coordena a maior parte desses levantamentos: o Centro Nacional de Pesquisas em Solos da Embrapa (CNPS) (EMBRAPA, 2017).

- Granulometria

As amostras foram coletadas em campo, por meio do uso de um trado holandês, (Figura 20), identificadas. Posteriormente, as amostras passaram pelo processo de secagem, sendo deixadas em repouso por cerca de 48 horas ao sol e ar livre, após secas são submetidas ao processo de desagregação, comprimidas por rolo manual e obtenção da Terra Fina Seca ao Ar (TFSA), resultante do material que passa pela peneira com malha de 2 mm.

Em processo seguinte, as amostras foram encaminhadas para análise em laboratório (Laboratório de Análise e Tratamento de Sedimentos e Solos - LATOSSOLO), para aplicação dos métodos descritos no Manual de Métodos de Análises de Solo da EMBRAPA (2017), bem como a classe textural do solo. Para medição do percentual de areia, silte e argila é necessário passar por processos de análise laboratorial. Nessa análise verificou-se a composição granulométrica, na qual estão inclusos peso em (g) e percentual (%) de cada grão, presentes nas amostras analisadas. O resultado final da análise dos percentuais granulométricos, irá determinar precisamente, a classe textural de cada amostra, indicando também a classe de solo a qual pertence o perfil descrito.

Figura 20: Trado holandês



Fonte: Janara dos Santos Tavares, outubro de 2018.

A quantidade de argila foi aferida por meio do método pipetagem, (Figura 21), em conformidade com as técnicas de análise de solos utilizadas pela Embrapa em seu manual de análise de solos (EMBRAPA, 2017). As areias foram fracionadas através do peneirador mecânico e do jogo de peneiras sendo utilizado um total de quatro peneiras de malhas de tamanhos diferentes (1 mm; 0,5 mm; 0,25 mm; e, 0,125 mm) correspondendo respectivamente, às frações de areia muito grossa, areia grossa, areia média, areia fina e areia muito fina, sendo esta, a última parte dos grãos que passa por todas as peneiras, das quatro malhas, ficando retida na base metálica do jogo de peneiras, correspondendo a fração com dimensão entre 0,10 a 0,05 mm, a pesagem de cada porção retida nas peneiras é feita separadamente. A quantidade de silte é determinada através da subtração da quantidade de argila e areia do total analisado de 20g.

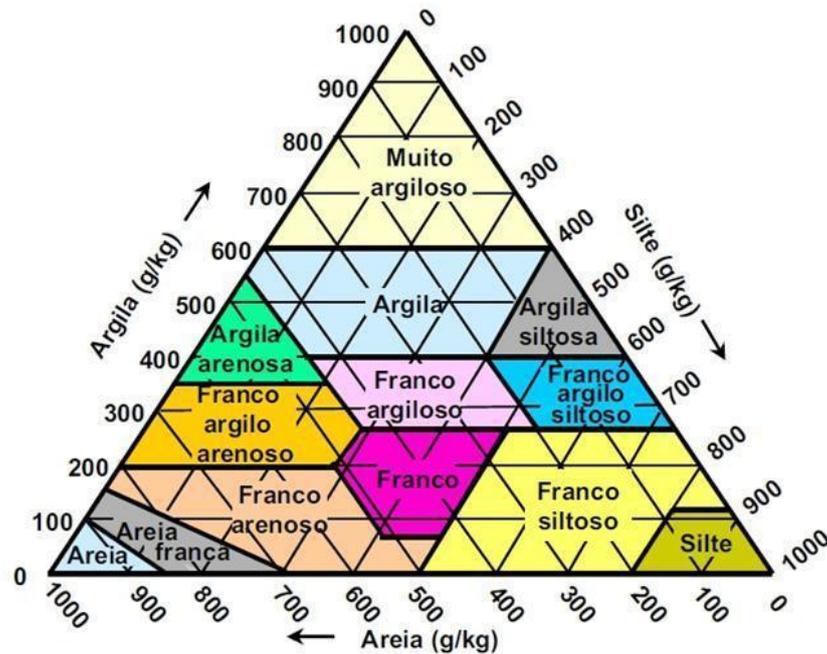
Figura 21: Amostras em processo de decantação. Método da EMPRABA (2017)



Fonte: Janara dos Santos Tavares, 2018.

Após a obtenção dos percentuais de argila, silte e areia classificou-se a amostra pela sua textura por meio do Diagrama Triangular proposto pelo U.S.D.A. (United States Department of Agriculture), amplamente utilizado por pesquisadores em solo no Brasil (Figura 22).

Figura 22: Triângulo textural proposto pelo U.S.D.A



Fonte: Lepsch, 2011.

- Topossequência

Foi realizada uma topossequência na vertente da área da trilha de acesso à C.O. para diferenciar a curvatura do relevo e características físicas do solo, a partir da coleta de amostras por meio de gradagem, com destaque para os tipos de solo encontrados na área e os elementos textura e cor. As cores do solo foram identificadas através da comparação das amostras coletadas com os matizes da Munsell Soil Color Charts.

Para a construção da topossequência, foi feita a junção do perfil de elevação da trilha (topográfico), construído no Google Earth Pro com os dados de cor (analisados em campo) e textura (em laboratório), permitindo uma visão bidimensional da área analisada.

- Densidade de Solo (Ds)

A determinação da Densidade de Solo (Ds) se deu pelo método do balão volumétrico, no qual é pesado 20g de amostra e o mesmo é posto na estufa por um período de 6 a 12 horas, a fim de obter o peso da amostra seca a 105°C. A amostra é transferida para o balão volumétrico de 50 ml, onde é adicionado álcool etílico agitando-o para eliminar as bolhas de ar formadas. Prossegue-se com esta operação até a ausência de bolhas e completar o volume do balão (EMBRAPA, 2017). Calcula-se Densidade de Solo a partir da seguinte fórmula:

$$\text{Densidade de Solo (g /cm}^3\text{)} = a / 50 - b$$

Onde:

a = peso da amostra seca a 105°C

b = volume de álcool gasto

- Densidade de Partículas (Dp)

Quanto ao procedimento para o cálculo da Densidade de partículas é necessário colocar 35ml de amostra de solo em um balão volumétrico de 50ml, em seguida compactar o solo batendo a proveta em um lençol de borracha (EMBRAPA, 2017). Repete-se essa operação até que o nível da amostra fique nivelado com traçado do aferimento do balão. Posteriormente, afere-se o peso da amostra no solo. Calcula-se Densidade de partículas a partir da seguinte fórmula (EMBRAPA, 2017):

$$\text{Densidade de partículas (g /cm}^3\text{)} = a / b$$

Onde:

a = peso da amostra seca a 105°C

b = volume da proveta

- Porosidade Total (Pt)

Foi aferida por meio do cálculo da Densidade do solo (Ds) e da Densidade de partículas (Dp) (EMBRAPA, 2017).

Cálculo: $Pt = 100 (a - b) / a$

Onde:

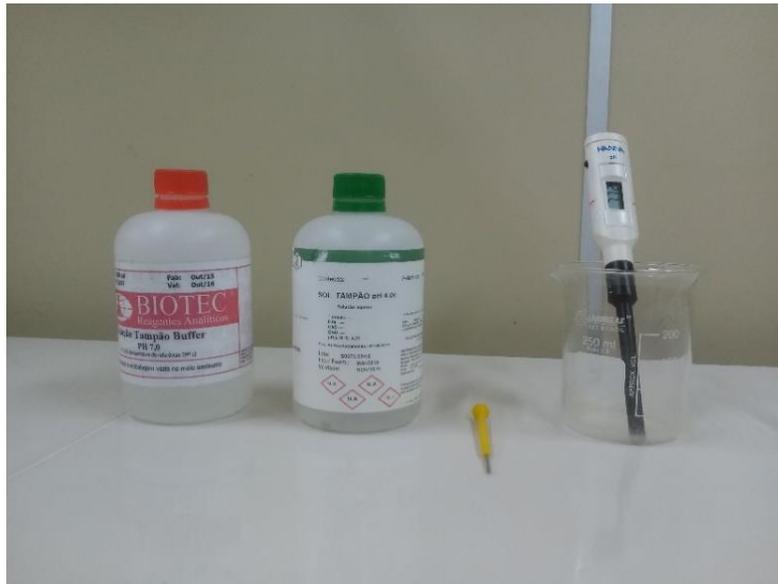
a = Densidade do solo

b = Densidade de partículas

- PH do solo

A verificação do pH do solo foi realizada com o uso de um pHmetro de mão. O instrumento foi devidamente calibrado com as soluções tampão pH 4,00 e 7,00 (Figura 23).

Figura 23: Soluções tampão pH 4,00 e 7,00 e pHmetro de mão



Fonte: Janara Tavares, agosto de 2018.

Foi aferido o pH das amostras, separando-se 20g de cada e diluídas em 50ml de água destilada, em um recipiente estéril. O pHmetro foi inserido em cada recipiente com amostra, permanecendo por um minuto para realização da leitura. O procedimento foi repetido 3 vezes para cada amostra, para constatar a efetividade da leitura.

4.1.2. Mensuração dos processos relacionados aos aspectos geodinâmicos superficiais na trilha do Parque

Através de trabalho de campo, por meio de observações visuais, medições e registros fotográficos foram observados e georreferenciados os pontos onde há ocorrência de feições

erosivas como: sulcos (Figura 24), filetes, marmitas, pedestais, ou mesmo onde possa haver o surgimento de ravinas futuramente. Todas essas feições foram inseridas na planta da trilha do parque, para melhor visualização.

Foram também identificadas nessa etapa, as áreas de deposição de material (solo, ou material erodido da pavimentação da trilha), prejudicando assim a circulação de visitantes ao local, pois em época de chuva, o solo da trilha já compactado, tende a dificultar a infiltração, ficando saturado rapidamente, formando muitas poças ao longo da trilha.

Figura 24: Feição erosiva do tipo sulco, na área da trilha



Fonte: Janara Tavares, 31/10/2018.

- Resistência à penetração

Foram realizados 7 testes de penetração do solo, com o uso do penetrômetro de impacto (Figura 25), foram escolhidos pontos dentro e fora da trilha, em áreas de ocorrência dos dois tipos de solo presentes na região da trilha (latossolo e neossolo quartzarênico) para a realização desse teste aplica-se verticalmente uma haste metálica que recebe os impactos de uma massa também metálica, lançado a uma altura de 50 cm e imprimindo quantos impactos fossem necessários para penetrar a cada 5cm até a profundidade de 50 cm. O resultado é apresentado em gráficos, com valores em MPa.

Figura 25: Penetrômetro de impacto



Fonte: Janara dos Santos Tavares, 2018.

- Capacidade de infiltração da água no solo

A infiltração é o nome dado ao processo pelo qual a água atravessa a superfície do solo. É um processo de grande importância prática, pois afeta diretamente o escoamento superficial, que é o componente do ciclo hidrológico responsável pelos processos de erosão e inundações (FAGUNDES et al., 2012).

Foram realizados 7 testes de infiltração ao longo do percurso da trilha, dentro e fora dela, nas áreas compreendidas pelos dois tipos de solos distintos, presentes na área. Posteriormente, foram obtidos: a taxa de infiltração (f) sendo que está é a razão para que entre na superfície do solo através de unidade de tempo (mm/h e mm/min). A equação segundo Reichardt (1990) para a relação da taxa de infiltração e o total de infiltração é descrita por:

$$F(t) = f(t) t$$

- Onde: F = Total Infiltrado (infiltração acumulada ou total infiltrado)
- f = taxa de infiltração
- t = tempo

Os resultados dos testes serão expostos em forma de gráficos, a serem analisados neste trabalho.

Para medir a taxa de infiltração utilizou-se um cilindro de anel simples (Infiltrômetro de Hills), fixado a 5 cm de profundidade no solo (Figura 26). O teste foi realizado inicialmente, umedecendo o solo na parte exterior ao redor do cilindro para haver equilíbrio hidrostático. Finalmente, foi inserida a água no interior do cilindro e, portanto, inicia-se aí a contagem do tempo de infiltração de cada intervalo. Vale destacar, que para obter a taxa final de infiltração são necessários pelo menos 23 dados, visto que o teste somente se encerra, se após passados as 20 primeiras leituras, houver repetição de valores nas 3 leituras seguintes.

Portanto, a taxa de infiltração é considerada constante quando há (3 valores repetidos em sequência) (BRANDÃO et al., 2003).

Figura 26: Aplicação do teste de infiltração



Fonte: Janara dos Santos Tavares, outubro de 2018.

4.1.3. Caracterização morfométrica da trilha

Foi utilizado o software ArcGIS versão 10 para a elaboração e confecção dos mapas. Esses mapas foram elaborados em escala municipal e demonstram a localização da área de estudo e seus aspectos fisiográficos, como geologia, geomorfologia, solos, entre outros aspectos importantes para essa pesquisa.

- Perfil topográfico

O perfil topográfico foi realizado por meio da plataforma Google Earth Pro. Essa plataforma apresenta mosaico de imagens de satélites da superfície terrestre em Modelos 3D (tridimensionais), é uma ferramenta desenvolvida pela empresa Google. Mediante a isso, a plataforma possui a ferramenta de “Mostrar Perfil Topográfico”, sendo desse modo possível gerar o perfil topográfico da trilha em estudo.

O “perfil de elevação”, foi realizado por meio de um traçado de linha na trilha. A altitude do perfil foi configurada para nível do solo, onde o gráfico exibe a elevação do relevo, sendo a amplitude altimétrica a subtração da máxima pela mínima elevação. Foram obtidos ainda por geoprocessamento dados de comprimento e declividade. O perfil de elevação da ferramenta foi gerado a partir das imagens SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) da NASA (National Aeronautics and Space Administration), onde foi possível traçar linhas de perfil e gerar gráficos com o eixo X (distância) e Y (elevação). Também a partir dos dados de geoprocessamento trabalhados no software Arcgis foram obtidos o comprimento da trilha e gerada a planta da trilha (vista aérea).

4.1.4. Avaliação da influência antrópica no uso da trilha e parque

- Intervenção antrópica

Foram avaliados os principais tipos e níveis de intervenção antrópica no Parque Natural, através da realização dos trabalhos de campo (testes de infiltração e de penetração e a identificação de feições erosivas), com observações diretas nas áreas do Parque, principalmente naquelas de uso turístico, com atenção para a área da trilha de acesso principal.

- Visitação

Foi realizado o acompanhamento do controle de visitantes, por meio da estimativa quantitativa por amostragem de alguns meses do ano de 2018, por meio de consulta ao livro controle, mantido pela Secretaria de Meio Ambiente na guarita do parque. Com base nessa contabilização, foram geradas tabelas que demonstram a quantidade de visitantes mensal.

- Degradação da trilha

A degradação na trilha foi descrita por meio de tabelas baseadas nas previsões dos planos de manejo e infraestrutura para a área do parque e registros fotográficos que demonstram a quantidade de lixeiras ao longo da trilha de acesso à Cachoeira das Orquídeas e os tipos de resíduos, encontrados ao longo desta e nas proximidades da cachoeira.

Além das observações em relação ao descarte de resíduos, também foram observados impactos como relacionados à extração de material mineral (areia), derrubada e retirada de árvores, depredação de estruturas construídas, dentre outras observações necessárias.

Foi elaborada ainda, com base nas imagens de satélite obtidas através do software Arcgiz, mosaicos de imagens da trilha, que mostram as áreas degradadas, bem como a planta da trilha (vista aérea) que demonstra os pontos onde há ocorrência de feições erosivas e processos geodinâmicos superficiais.

5. RESULTADOS

5.1. Caracterização dos aspectos físicos dos solos da trilha

5.1.1. Análise física dos solos

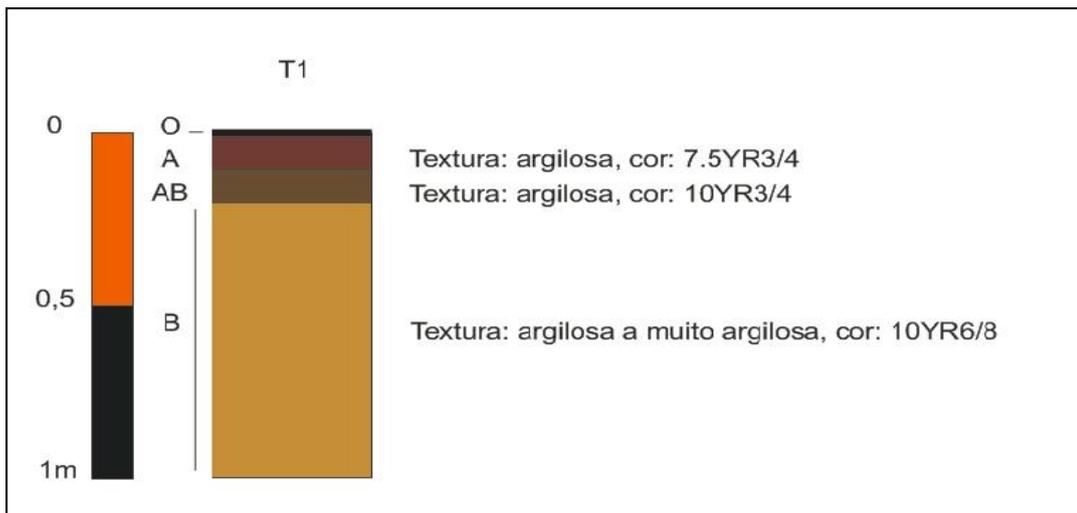
- Granulometria

Os solos, quando em fase sólida, possuem partículas de variados tamanhos e em proporções diversas. O processo de análise granulométrica dos solos permite determinar a proporção de cada tipo de grãos presentes em sua constituição (areia, silte, argila), podendo indicar a susceptibilidade dos solos aos processos geodinâmicos superficiais, bem como maior ou menor propensão aos processos de erosão.

Para poder ser realizado o processo de análise granulométrica, a etapa precursora é a tradagem, que consiste na coleta de amostras de material (solo), em campo. Essa coleta foi realizada em 4 locais diferentes, denominados (T1, T2, T3, T4) no entorno da trilha, e ainda uma pequena amostra superficial, do solo encontrado na própria trilha foi coletada para comparação e análise.

O local definido como T1, corresponde a área no entorno da trilha correspondente ao Latossolo, onde foi feita uma tradagem com profundidade de um metro, e foram desmembradas desse total 10 amostras, analisadas ainda em campo, características como a cor, com base na tabela de cores (Munsell Soil Color Chart), e armazenadas para a determinação da granulometria em laboratório. A partir dos dados de cor, textura e profundidade, foi possível a construção dos perfis de solo, que nos permitem visualizar a presença dos horizontes do solo, as cores e classes texturais na altura tangida pela tradagem (Figura 27).

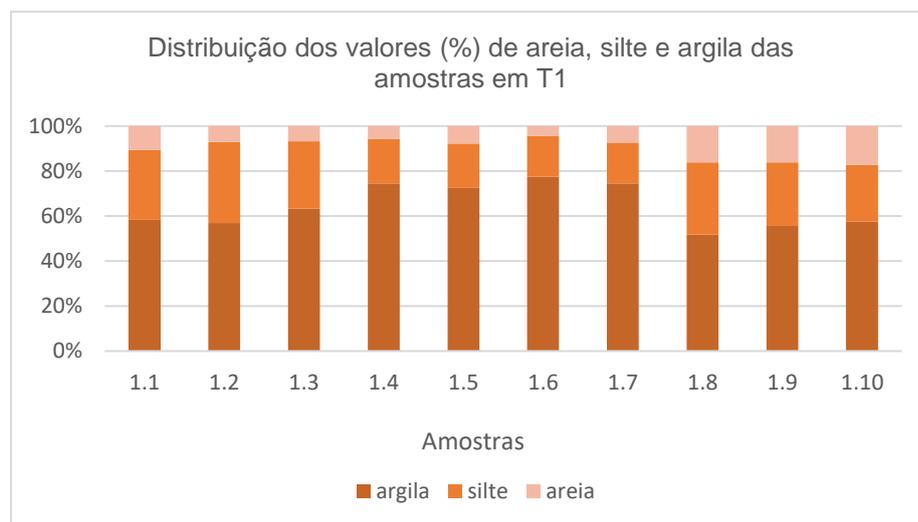
Figura 27: Perfil de solo em área de Latossolo



Fonte: Trabalho de Campo, 2019. Org: Janara Tavares, 2019.

Os dados das amostras de solo tratados em laboratório para confirmação dos percentuais de cada tipo de grão responsável pela composição do solo, permitiram gerar gráficos, onde é possível visualizar os percentuais de areia, silte e argila em cada amostra, conforme verifica-se no (Gráfico 01), onde nota-se que os percentuais de argila são maiores em todas as amostras, sendo o maior percentual identificado na amostra 1.6, com 78,2%, e o menor na amostra 1.8 com 52,75%.

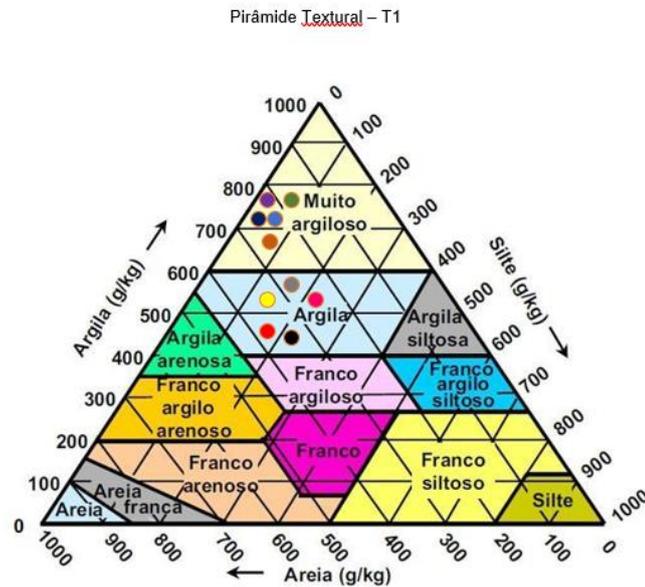
Gráfico 1: Distribuição de valores



Fonte: Trabalho de Campo, 2018. Org.: Janara dos S. Tavares, 2020.

Com base no cruzamento dos percentuais das amostras verificou-se nas duas primeiras profundidades a classe argilosa, variando para muito argilosa nas profundidades seguintes de 30 a 70cm, e retomando a textura argilosa nas três restantes (Figura 28):

Figura 28: Triângulo textural T1

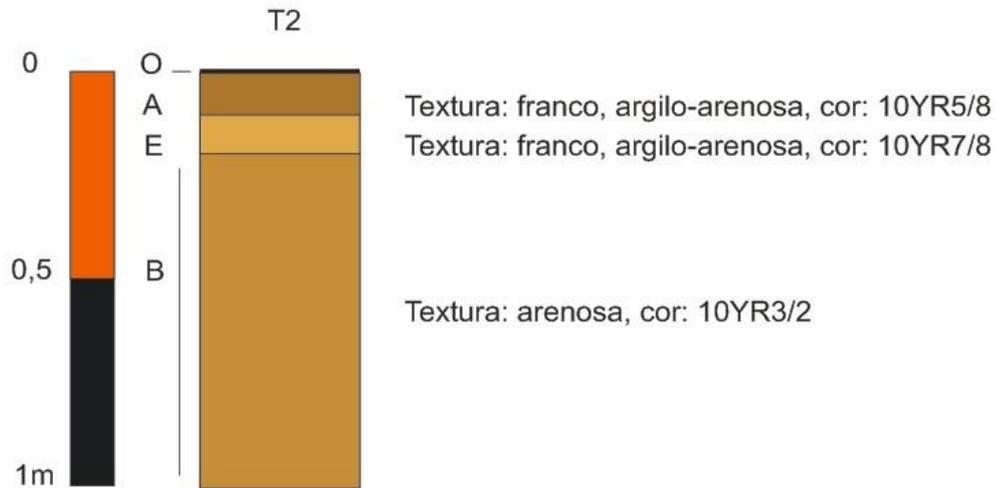


Cor	Prof. (cm)	Classe Textural
Amarelo	10	Argiloso
Vermelho	20	Argiloso
Verde	30	Muito argiloso
Azul	40	Muito argiloso
Púrpura	50	Muito argiloso
Preto	60	Muito argiloso
Marrom	70	Muito argiloso
Cinza	80	Argiloso
Rosa	90	Argiloso
Preto	100	Argiloso

Fonte: Trabalho de Campo, 2018. Org.: Janara dos S,Tavares, 2019.

Na (Figura 29) é representado o perfil do solo no local definido como T2, realizado na área de abrangência do Latossolo, porém com características de solo de transição, por apresentar textura franco argilo-arenosa em algumas das amostras coletadas e arenosa nas demais. Essa coleta foi executada em área de floresta no entorno da trilha de acesso a Cachoeira das Orquídeas, demonstrando as classes texturais das dez amostras desmembradas a partir da gradagem com profundidade de 1 metro, suas cores nas diferentes profundidades dos horizontes identificados.

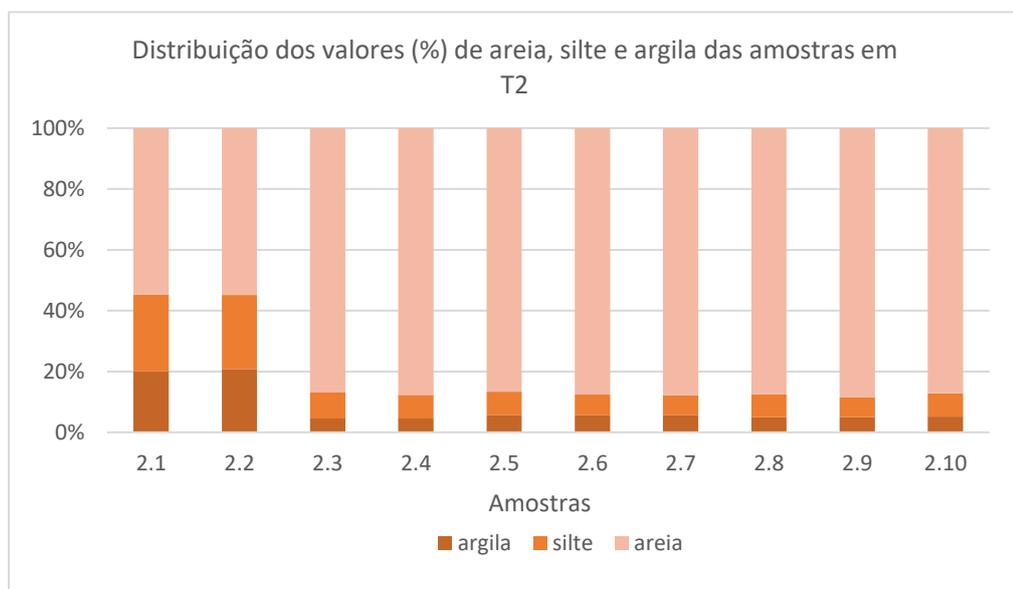
Figura 29: Perfil de solo do Latossolo em área de Transição



Fonte: Trabalho de Campo, 2019. Org: Janara Tavares, 2019.

O (Gráfico 02) exibe os percentuais granulométricos encontrados em T2, onde observa-se uma variação nos percentuais granulométricos entre as amostras do perfil, sendo que as duas primeiras, na profundidade até 20cm exibem um percentual de areia, por volta de 55%, argila em torno de 20 a 21% e silte de 24,56 a 25,57% havendo posteriormente um aumento dos percentuais arenosos nas demais profundidades, sendo o percentual argiloso mais elevado, identificado na amostra 2,4, com 89,45% de areia em sua composição.

Gráfico 2: Distribuição de percentual

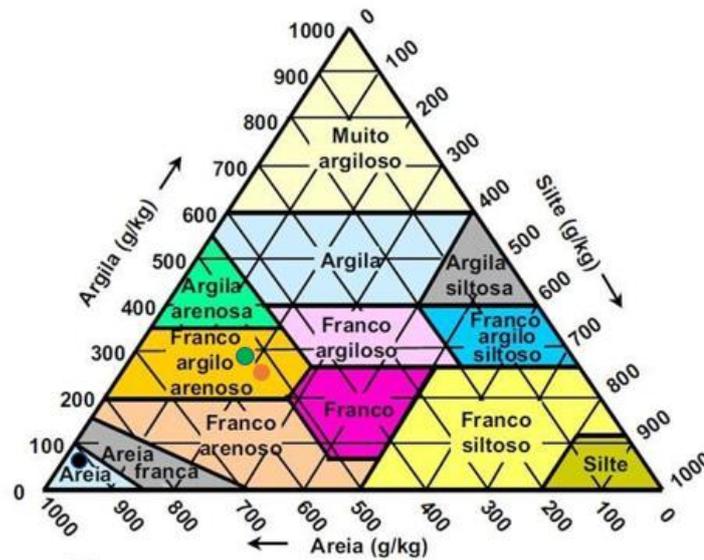


Fonte: Trabalho de Campo, 2019. Org.: Janara dos S. Tavares, 2020.

Os percentuais para esse perfil indicaram variação entre as classes texturais das amostras analisadas, iniciando com a textura franco argilo-arenosa, nas amostras até 20cm,

perpassando para a classe textural arenosa, nas demais amostras, das profundidades maiores, (Figura 30).

Figura 30: Triângulo textural T2

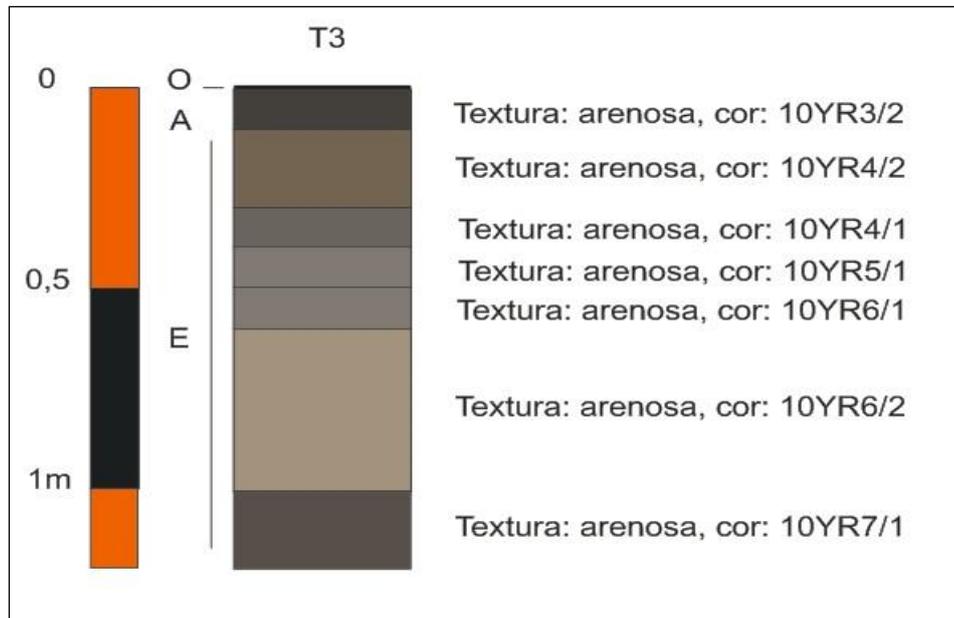


Cor	Prof. (cm)	Classe Textural
●	10	Franco argilo arenoso
●	20	Franco argilo arenoso
●	30	Arenoso
●	40	Arenoso
●	50	Arenoso
●	60	Arenoso
●	70	Arenoso
●	80	Arenoso
●	90	Arenoso
●	100	Arenoso

Fonte: Trabalho de Campo, 2018. Org.: Janara dos S, Tavares, 2019.

Na (Figura 31) encontra-se representado o perfil do solo do local definido como T3, realizado na área de abrangência do Neossolo Quartzarênico, com percentuais maiores de areia, apresentando textura predominantemente arenosa em todas as amostras coletadas. Essa coleta foi executada em área de floresta no entorno da trilha de acesso a Cachoeira das Orquídeas, próximo ao final do percurso até a cachoeira, demonstrando as classes texturais das dez amostras desmembradas a partir da tradagem com profundidade de 1 metro, suas cores nas diferentes profundidades dos horizontes identificados.

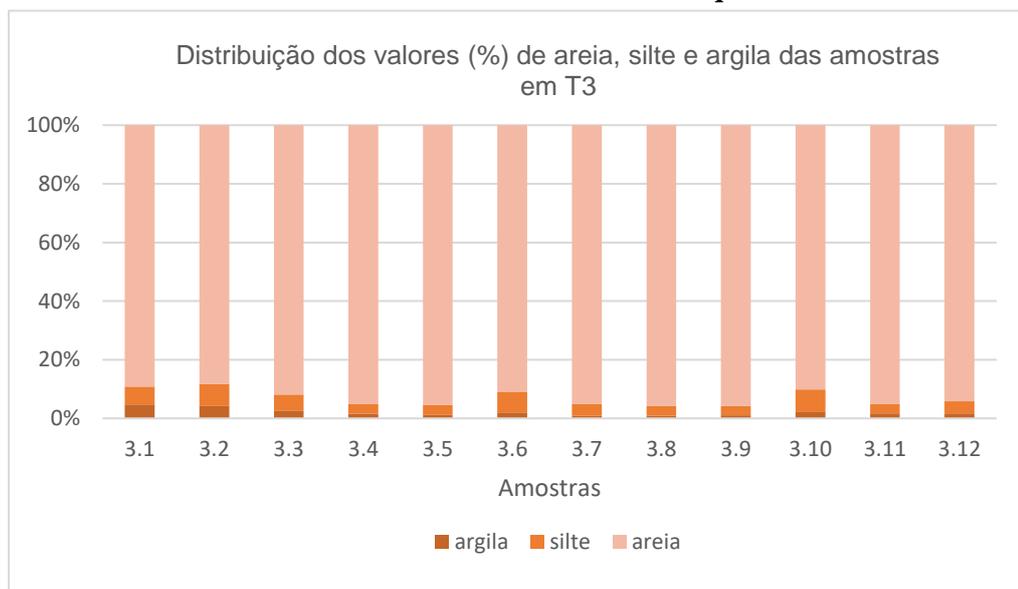
Figura 31: Perfil de solo em área de Neossolo Quartzarênico



Fonte: Trabalho de Campo, 2019. Org: Janara Tavares, 2019.

O (Gráfico 03) exibe os percentuais granulométricos encontrados em T3, onde observa-se constância, no que se refere a granulometria entre as amostras do perfil analisadas, visto que todas apresentaram maiores níveis de areia em sua composição. A amostra que demonstra o menor percentual arenoso é a 3.2, coletada na profundidade 20cm, com 89,2% de areia, o que ainda representa um percentual muito alto, e a que apresentou o percentual mais alto de areia foi a amostra 3,7 coletada na profundidade de 70cm, apresentando 96,9 % de areia em sua composição.

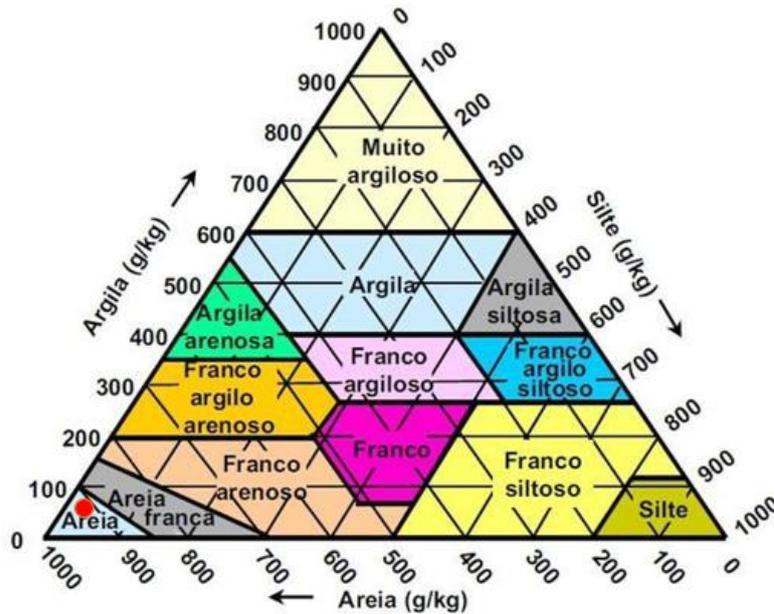
Gráfico 3: Perfil de solo em área de Neossolo quartzarênico



Fonte: Trabalho de Campo, 2019. Org.: Janara dos S. Tavares, 2019.

Os percentuais para esse perfil indicaram hegemonia entre as classes texturais das amostras analisadas, visto que todas apresentaram-se dentro da classe textural arenosa, com percentuais elevados para areia (Figura 32).

Figura 32: Triângulo textural T3



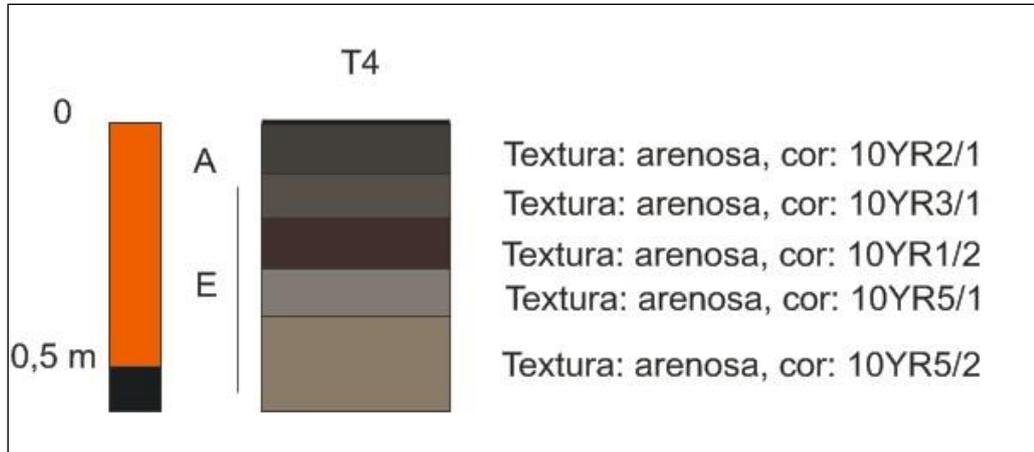
Cor	Prof. (cm)	Classe Textural
●	10	Arenoso
●	20	Arenoso
●	30	Arenoso
●	40	Arenoso
●	50	Arenoso
●	60	Arenoso
●	70	Arenoso
●	80	Arenoso
●	90	Arenoso
●	100	Arenoso
●	110	Arenoso
●	120	Arenoso

Fonte: Trabalho de Campo, 2018. Org.: Janara dos S,Tavares, 2019.

A (Figura 33) representa o perfil do solo identificado na área de abrangência do Neossolo quartzarênico, local definido como T4, um solo jovem, com apenas 60 centímetros de profundidade, ante a rocha. Apresentando maiores percentuais de areia, apresentando textura predominantemente arenosa em todas as amostras coletadas. Essa coleta foi realizada em área de ocorrência da vegetação de campinarana, no entorno da trilha de acesso a Cachoeira das Orquídeas, área mais próxima ao final do percurso até a cachoeira, demonstrando as classes texturais das seis amostras desmembradas a partir da tradagem com profundidade de 60 centímetros, as cores e a ausência de alguns horizontes, encontrados em

solos mais profundos e completos, que não são verificados em um solo de formação recente, como o Neossolo quartzarênico.

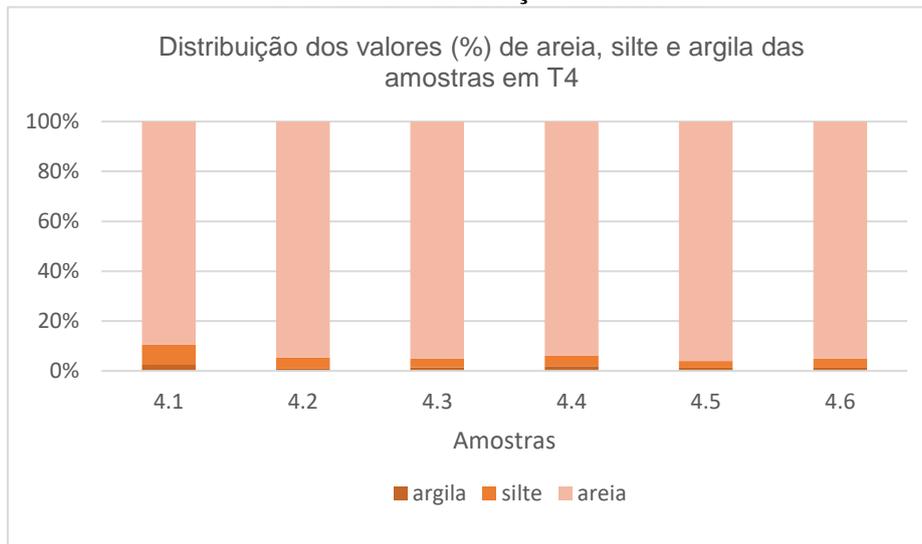
Figura 33: Perfil de solo em área de Neossolo Quartzarênico



Fonte: Trabalho de Campo, 2019. Org: Janara Tavares, 2019.

O (Gráfico 04) exibe os percentuais granulométricos encontrados em T4 onde, assim como no perfil anterior em T3, observa-se constância, no que se refere a granulometria entre as amostras do perfil analisadas, visto que todas apresentaram maiores níveis de areia em sua composição, entre 90,5% a 97%.

Gráfico 4: Distribuição dos valores 1

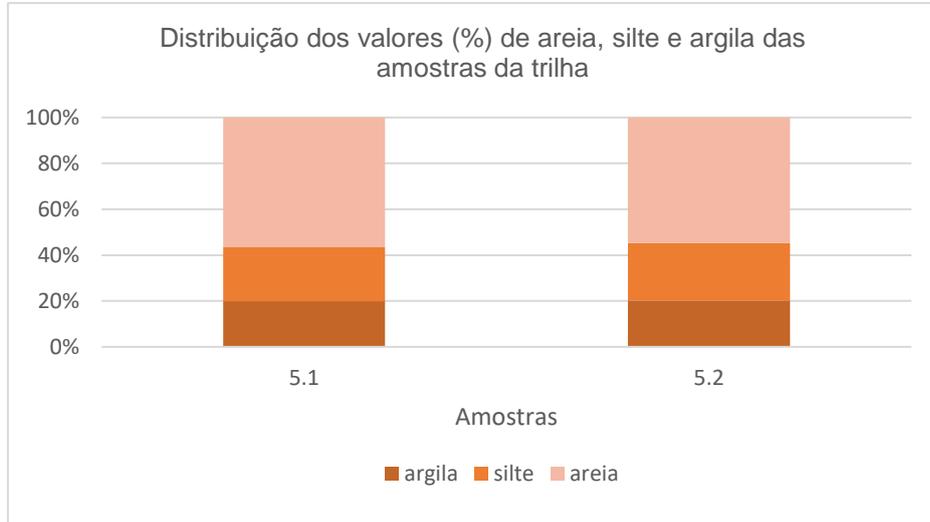


Fonte: Trabalho de Campo, 2019. Org.: Janara dos S. Tavares, 2019.

Os percentuais para esse perfil T4 indicaram, tal como no perfil anteriormente analisado em T3, hegemonia entre as classes texturais das amostras, visto que todas apresentaram-se dentro da classe textural arenosa, com percentuais elevados para areia (Figura 34).

argila. A segunda amostra, coletada na profundidade de 20 cm apresentou pouca diferença em relação à anterior, com 55,09 para areia, 25,2 para silte e 20,3 para argila.

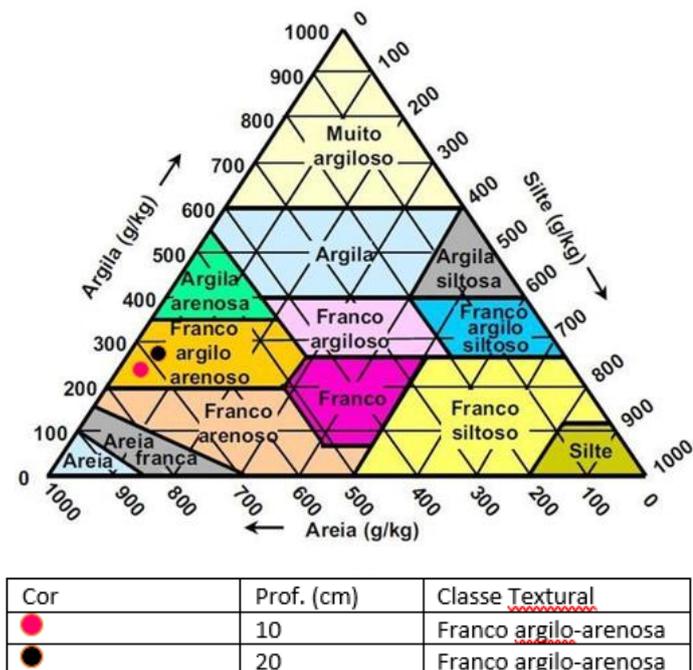
Gráfico 5: Distribuição dos valores 2



Fonte: Trabalho de Campo, 2019. Org.: Janara dos S. Tavares, 2019.

Os percentuais para essas duas amostras na profundidade até 20 cm da trilha, indicaram, a classe textural franco argilo-arenosa em ambas as amostras, como demonstrado no triângulo textural (Figura 36).

Figura 36: Triângulo textural trilha



Fonte: Trabalho de Campo, 2019. Org.: Janara dos S. Tavares.

- Topossequência

Com base nos perfis construídos a partir das tradagens e análise granulométrica, bem como perfil topográfico gerado no Google Earth Pro, foi possível construir uma topossequência, que se constitui na visão bidimensional da encosta da área onde localiza-se a trilha de acesso à Cachoeira das Orquídeas.

A topossequência apresenta dois tipos de solo, (Figura 37), no decorrer da sua extensão. Do topo da vertente, até pouco mais da metade de sua sessão média, encontra-se o Latossolo Amarelo que, a partir dos dados coletados e das características fisiográficas pode ser descrito como:

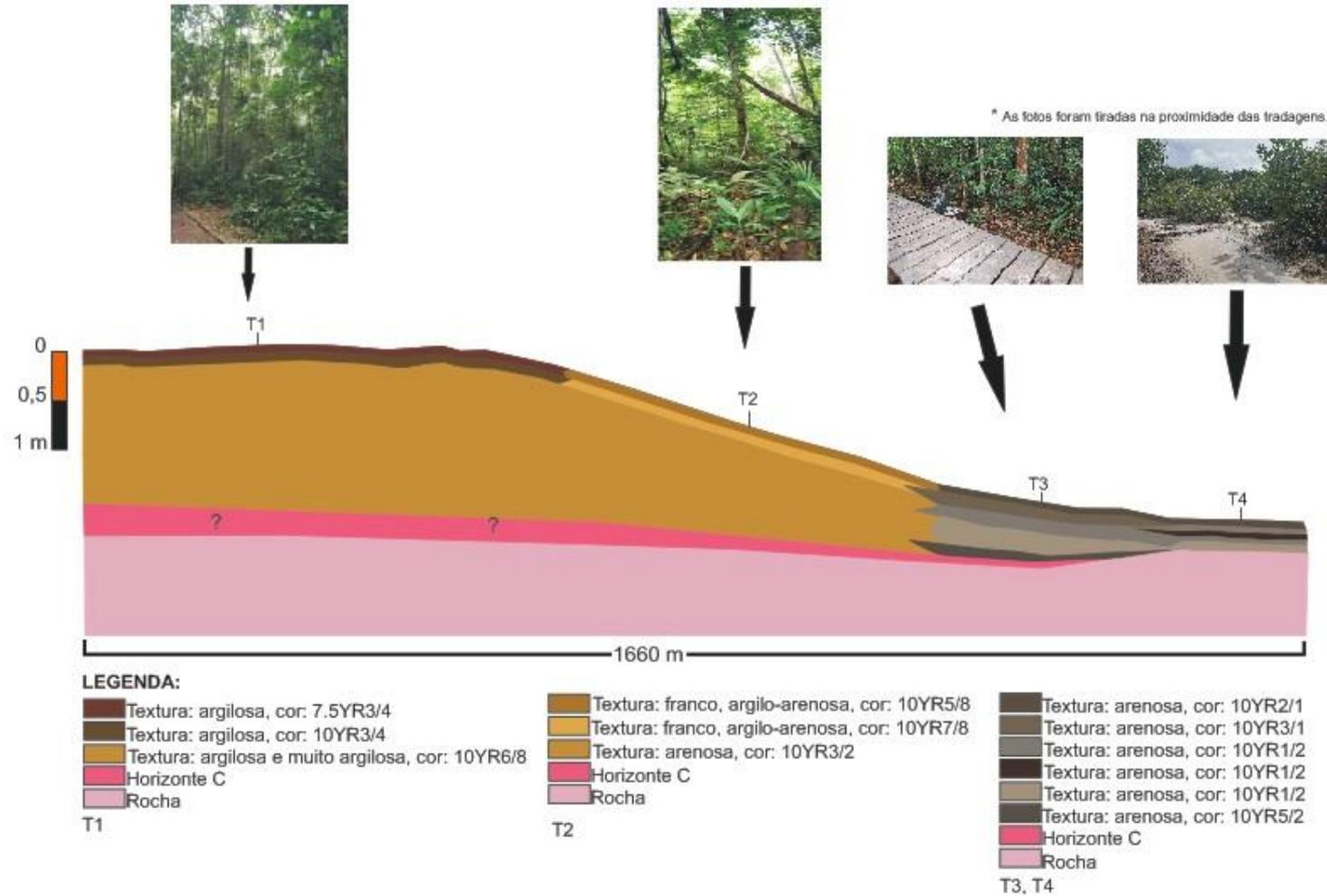
Grupamento de solos com B latossólico. São critérios para definição dessa classe de desenvolvimento (expressão) de horizonte diagnóstico B latossólico, em sequência a qualquer tipo de A e quase nulo, ou pouco acentuado, aumento de teor de argila de A para B (EMBRAPA, 2006).

Na sessão final da vertente, ou seja, no final de sua sessão média, juntamente com a base, onde foram realizados os dois últimos pontos de tradagem (T3 e T4), baseado nas análises físicas do solo e características fisiográficas, foi interpretado que se tratava de Neossolo Quatzarênico, que pode ser definido pela Embrapa (2006), como:

Grupamento de solos pouco evoluídos, sem horizonte B diagnóstico definido. São solos em via de formação, seja pela reduzida atuação dos processos pedogenéticos ou por características inerentes ao material originário, apresentam insuficiência de expressão dos atributos diagnósticos que caracterizam os diversos processos de formação. Exígua diferenciação de horizontes, com individualização de horizonte A seguido de C ou R. Predomínio de características herdadas do material originário.

Os solos sofrem transformações chamadas, evoluções pedogenéticas, que são originadas da atuação de agentes erosivos, como a água por exemplo, sofrendo o processo de lixiviação, evoluindo por exemplo de um latossolo para um solo de transição, tornando-se no final um solo com evolução limitada, possuindo características inerentes ao material de origem (FROTA FILHO, 2016).

Figura 37: Toposequência dos perfis da área de estudo (perfis+topografia)



Org.: Antonio F.S.G.Vieira e Janara S. Tavares (2020).

Fonte: Trabalho de Campo, 2019. Des: A. Fabio Sabbá G. Vieira, 2020. Org: Janara Tavares, 2019.

Essa análise também se apoia na mudança da fisiografia da paisagem. Conforme Frota Filho (2016), a mudança na coloração do solo no percurso entre o topo e a base, bem como as mudanças nos tipos de vegetação, também são fatores que indicam mudanças pedogenéticas. No caso da vertente onde se localiza a trilha de acesso a C.O, é possível verificar esses fatores pedogenéticos na topossequência, bem como pela mudança no tipo de vegetação do topo (secundária), para a base (campinarana).

- Densidade de partículas (Dp) e Densidade do solo (Ds)

Os valores da densidade de partículas estão muito relacionados com o tipo e a quantidade de componentes minerais e orgânicos. Sendo menor em horizontes orgânicos, com taxa em torno de $0,9 \text{ g/cm}^3$, para horizontes minerais, que apresentem altos teores de óxido de ferro, costuma estar em torno de $3,0 \text{ g/cm}^3$

Nos testes realizados em laboratório com as amostras da área de Latossolo, verificou-se que há variação de Dp e Ds entre as amostras, em torno de $1,5 \text{ g/cm}^3$ (Gráfico 06). Para os resultados de Dp os valores ficaram entre $2,29$ e $2,73 \text{ g/cm}^3$. Esses valores se aproximam das características indicadas por Lepsch (2011), para solos minerais, com baixos teores de óxido de ferro, nos quais os valores giram em torno de $2,6 \text{ g/cm}^3$, proporção essa decorrente de ser essa densidade próxima a de muitos minerais comuns no solo, como a do quartzo ($2,65 \text{ g/cm}^3$) e a da caulinita ($2,6 \text{ g/cm}^3$).

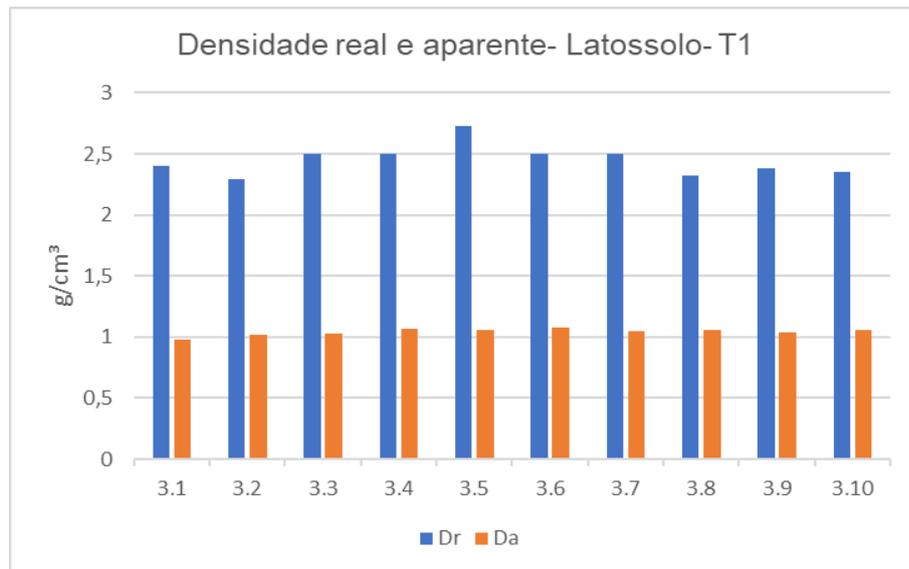
Apesar de a densidade de partículas ser um fator importante nas análises sobre o solo, ela nada indica sobre a porosidade ou arranjo das partículas no solo, indicando somente atributos referentes ao tipo de partículas sólidas presente no solo e servindo para cálculo da densidade do solo (Ds).

A densidade do solo é apontada por Lepsch (2011), como a mais útil às aplicações práticas, relacionadas ao solo, por incluir o espaço poroso, ou seja, aquele correspondente a massa de solo seco por volume. A Ds baseia-se no volume ao natural (ou seja, como o horizonte do solo se encontra na natureza), levando em consideração, portanto, os poros (que podem estar ocupados pelas duas outras frações (ar/ e ou água). Desta maneira, a densidade do solo pode variar, ao contrário da densidade de partículas, mesmo em um horizonte pertencente ao mesmo solo, porque depende da sua estrutura e compactação.

Para os valores de Ds também não houve grandes variações, no perfil T1, indicado como Latossolo. Quanto maior a Ds, maior a dificuldade da água se infiltrar nos solos, aumentando, dessa forma o escoamento superficial. Ela varia quase sempre entre $0,8$ e $2,0$

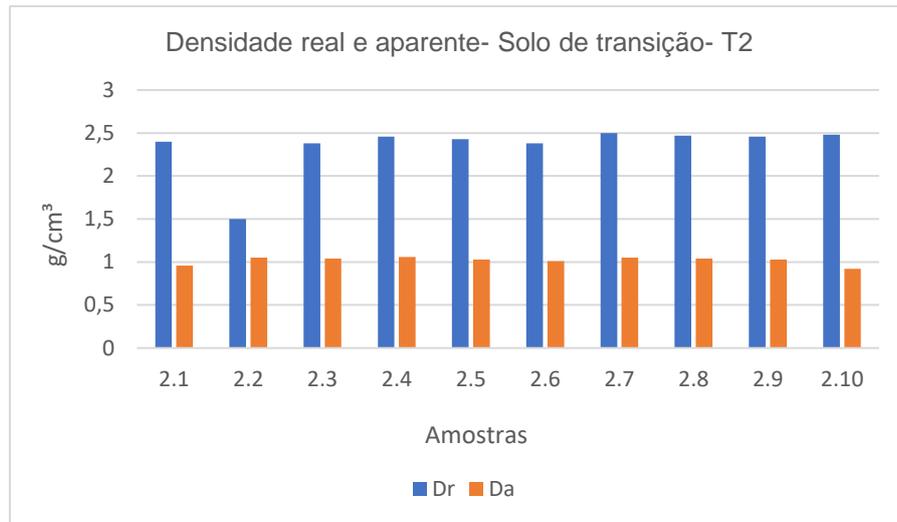
g/cm^3 , sendo que a literatura geomorfológica aponta valores menores que $1,3 \text{ g/cm}^3$ como baixos e valores maiores que $1,6 \text{ g/cm}^3$ como alto, outros valores são intermediários (GUERRA e BOTELHO, 1996). Os resultados de D_s encontrados nesse perfil exibiram o menor valor entre $0,98 \text{ g/cm}^3$ a $1,08 \text{ g/cm}^3$, sendo assim considerados baixos.

Gráfico 6: Densidade real e aparente



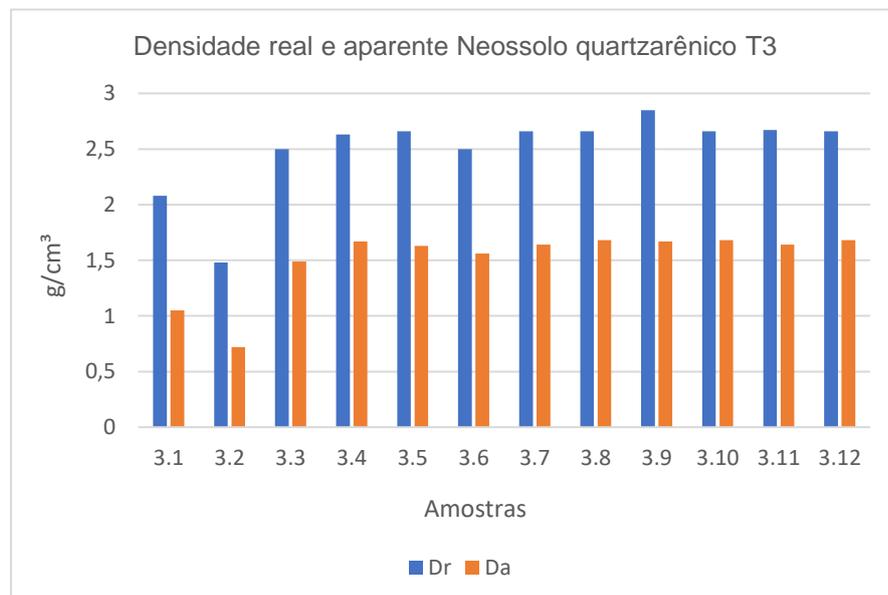
Fonte: Trabalho de Campo, 2018. Org.: Janara dos S. Tavares, 2018.

A D_p e a D_s para as amostras da área identificada como solo de transição, ponto definido como T2, também não apresentaram significativas variações (Gráfico 07). Os valores indicados para D_p encontram-se entre $1,5 \text{ g/cm}^3$ a $2,50 \text{ g/cm}^3$, sendo que a segunda amostra foi a que apresentou maior variação na D_p , em relação as demais, que apresentaram valores muito próximos aos obtidos no perfil anterior. A D_s das amostras para este perfil apresentou-se entre $0,92 \text{ g/cm}^3$ a $1,06 \text{ g/cm}^3$, valores que diferem pouco dos resultados de densidade aparente do solo para o perfil anterior, encontrados no Latossolo, também considerados baixos.

Gráfico 7: Densidade real e aparente 2

Fonte: Trabalho de Campo, 2018. Org.: Janara dos S. Tavares, 2018.

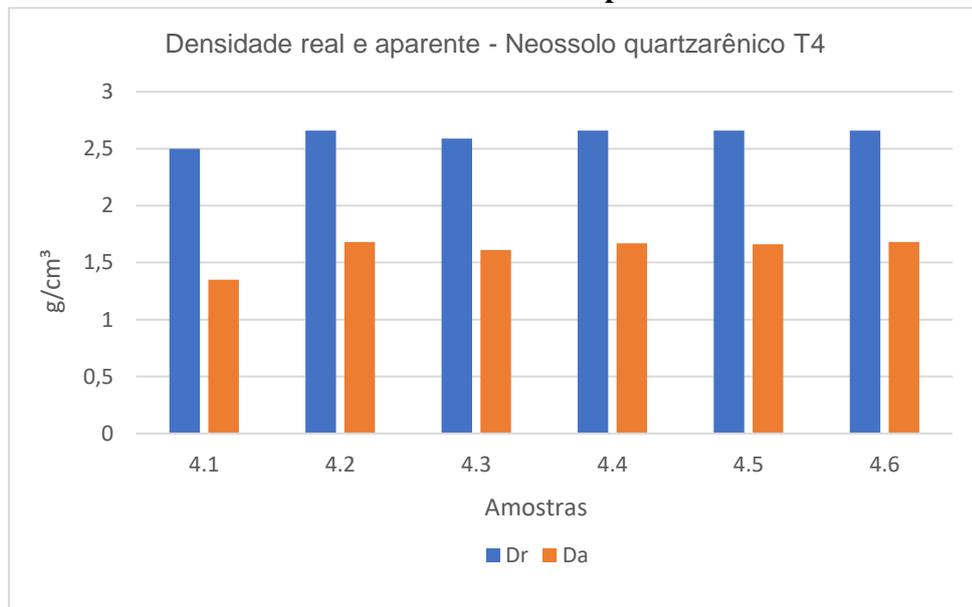
A Dp e a Ds para as amostras da área identificada como Neossolo Quartzarênico, no ponto definido como T3, apresentaram um pouco mais de variações em relação aos perfis anteriores (Gráfico 08). Os valores indicados para Dp encontram-se entre 1,48 g/cm³ a 2,85 g/cm³, sendo a segunda amostra foi a que apresentou maior variação na Dp, com 1,48 g/cm³ em relação as demais, que apresentaram valores acima dos 2,5 g/cm³. A Ds das amostras para este perfil apresentou-se entre 0,72 g/cm³ a 1,68 g/cm³, de modo que duas amostras desse perfil apresentam valores de Ds de 1,68 g/cm³, ultrapassando a faixa de valor considerada baixa, no entanto, a maioria das amostras ainda se encontra na faixa de densidade de solo baixa.

Gráfico 8: Densidade real e aparente 3

Fonte: Trabalho de Campo, 2018. Org.: Janara dos S. Tavares, 2018.

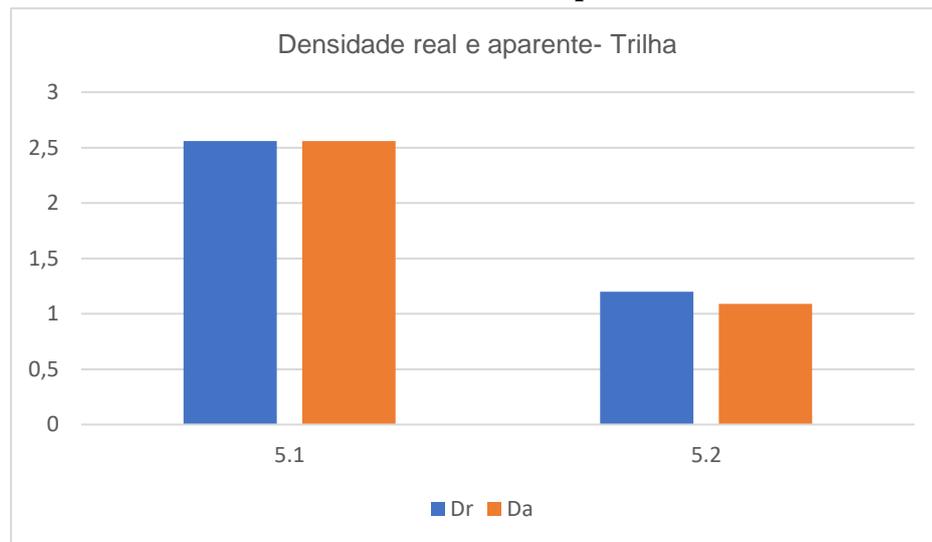
A D_p e a D_s para as amostras do ponto definido como T4, localizado em área pouco profunda, apenas 60cm até atingir a rocha, apresentaram valores para D_p na faixa entre 2,5 g/cm^3 a 2,66 g/cm^3 , (Gráfico 09), valores esses próximos aos que conforme Lepsch (2011) são frequentes em solos minerais e com baixos teores de óxidos de ferro, que giram em torno de 2,6 g/cm^3 , isto porque essa densidade é próxima da de muitos minerais comuns no solo, como a do quartzo (2,65 g/cm^3) e da caulinita (2,6 g/cm^3). A D_s das amostras para este perfil apresentou-se entre 1,35 g/cm^3 a 1,68 g/cm^3 , sendo esses considerados na faixa de valores intermediários, visto que a literatura geomorfológica aponta valores menores que 1,3 g/cm^3 como baixos e valores maiores que 1,6 g/cm^3 como alto, outros valores são intermediários (GUERRA e BOTELHO, 1996).

Gráfico 9: Densidade real e aparente 4



Fonte: Trabalho de Campo, 2018. Org.: Janara dos S. Tavares, 2018

A D_p e a D_s para as duas amostras coletadas na trilha em profundidade até 20 cm, apresentaram valores para D_p na faixa entre 1,2 g/cm^3 a 2,56 g/cm^3 , (Gráfico 10). A D_s dessas amostras apresentou-se entre 1,09 g/cm^3 a 2,56 g/cm^3 .

Gráfico 10: Densidade real e aparente trilha

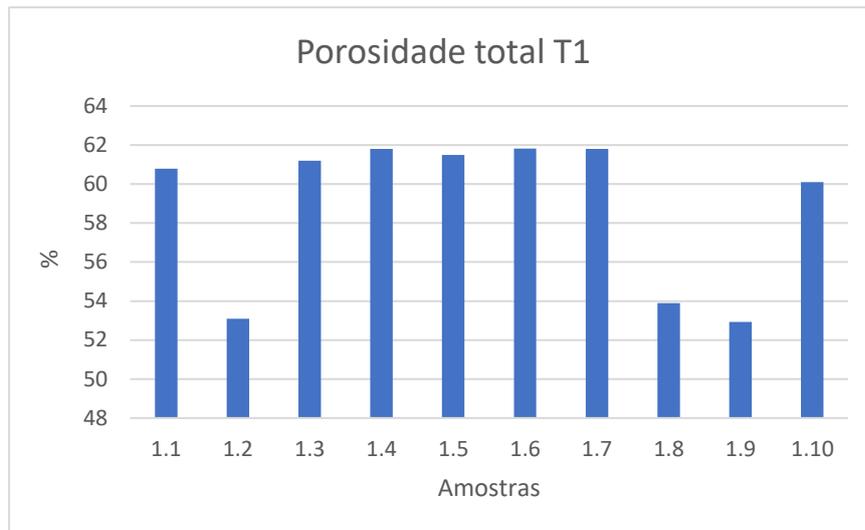
Fonte: Trabalho de Campo, 2018. Org.: Janara dos S. Tavares, 2018.

- Porosidade Total (Pt)

A porosidade total do solo é a fração do volume total em um determinado volume de solo passível de ser ocupada por água e/ou ar. O conhecimento da porosidade total é importante para se entender o movimento e a retenção de água, ar e solutos no solo, entre outros aspectos (EMBRAPA, 2017).

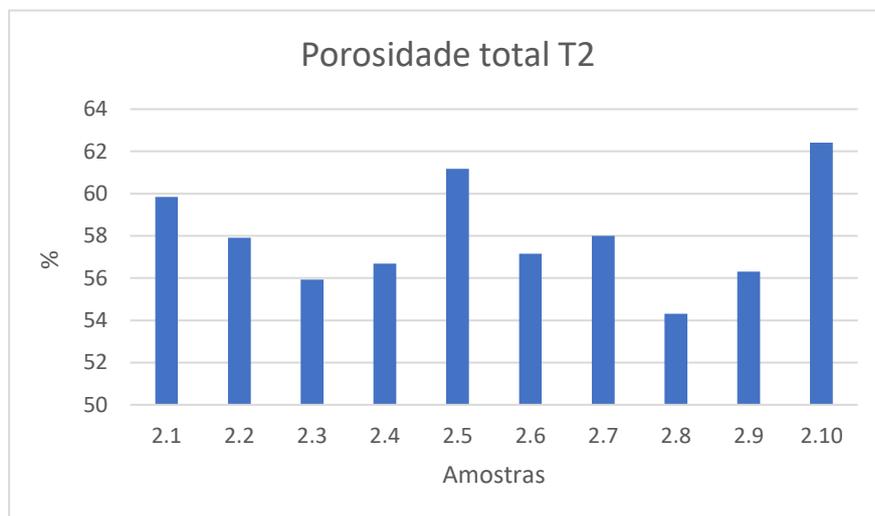
Esta propriedade se relaciona de maneira inversa a D_s , ou seja, à medida que aumenta a densidade do solo diminui a porosidade total e conseqüentemente diminui a infiltração das águas no solo, aumentando o escoamento superficial. O aumento na densidade do solo resulta na diminuição da porosidade total, do arejamento e da condutividade hidráulica.

No (Gráfico 11) se observa o valor total da porosidade das amostras do ponto definido como T1 em área de Latossolo, ou seja, a relação dos espaços ocupados por ar ou água entre os agregados. Os resultados obtidos mostram que a variação entre os percentuais de porosidade entre as amostras, ficam entre 52,93% na amostra 1,9 que indicou a menor porosidade, e 61,82% na amostra 1,6 que apresentou a maior porosidade.

Gráfico 11: Porosidade total t1

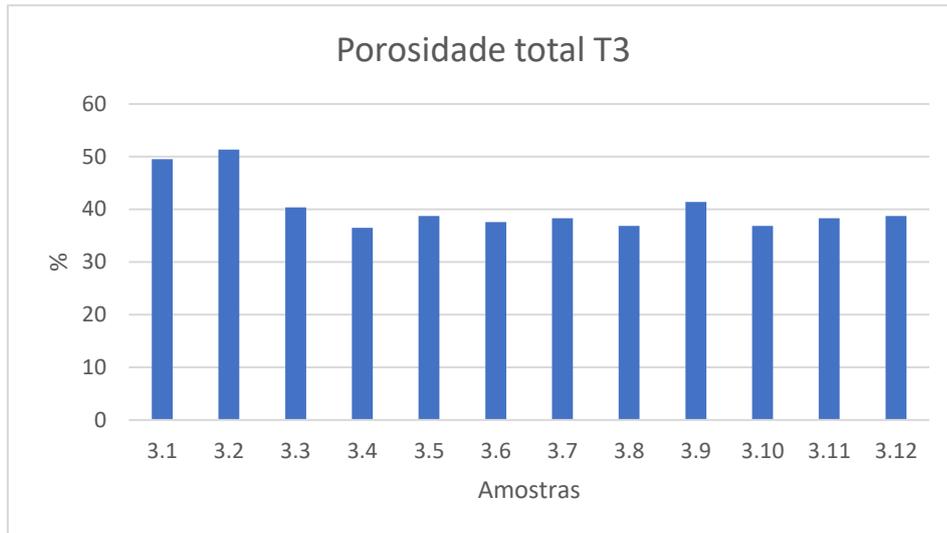
Fonte: Trabalho de Campo, 2019. Org.: Janara dos S. Tavares, 2019.

Conforme indicado no (Gráfico 12), as amostras de solo do perfil T2, descrito como Solo de transição apresentaram porosidade total entre 54,31% para a menor, na amostra 2.8 e 62,42% para a maior identificada na última amostra 2.10.

Gráfico 12: Porosidade Total das amostras em T2

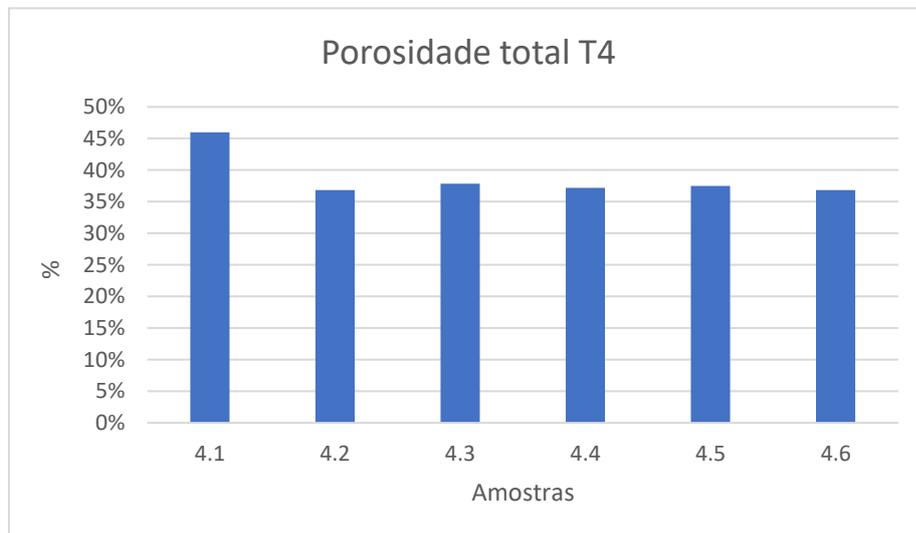
Fonte: Trabalho de Campo, 2019. Org.: Janara dos S. Tavares, 2019

No (Gráfico 13), que traz os valores de porosidade total indicado entre as amostras do perfil identificado como T3, esses valores ficaram entre 36,50% na amostra 2.4, considerada a mais baixa e 51,35% na amostra 2.2, a com maior porosidade nesse perfil.

Gráfico 13: Porosidade Total das amostras em T3

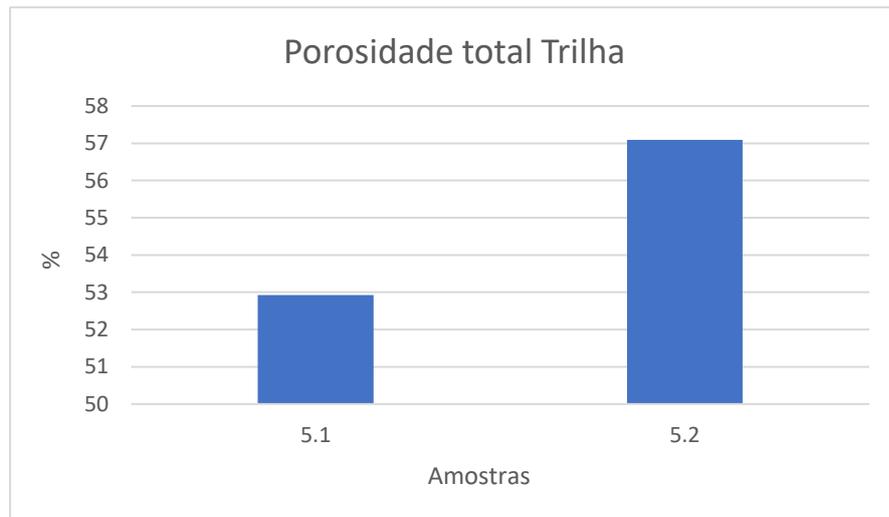
Fonte: Trabalho de Campo, 2019. Org.: Janara dos S. Tavares, 2019.

O perfil T4, traz valores de porosidade total entre 36,84% nas amostras 1.2 e 1.6 a 46% na primeira amostra (Gráfico 14). Segundo Lepsch (2011), solos com textura arenosa, como o Neossolo quartzarênico, apresentam predominância de poros grandes (porosidade total próxima de 40 a 50%).

Gráfico 14: Porosidade total t4

Fonte: Trabalho de Campo, 2019. Org.: Janara dos S. Tavares, 2019.

Os dados de porosidade total das duas amostras coletadas na trilha de acesso a C.O, expostos no (Gráfico 15), apresentam respectivamente 52,93% e 57,09%.

Gráfico 15: Porosidade total trilha

Fonte: Trabalho de Campo, 2019. Org.: Janara dos S. Tavares, 2019.

5.1.2. Análise química

- pH do solo

O pH do solo é uma determinação da concentração de íons H^+ na solução do solo, que tem influência na disponibilidade de nutrientes (EMBRAPA, 2017).

Foram analisadas amostras de solo dos perfis denominados T2 E T4, o primeiro com textura arenosa e o segundo variando entre franco argilo-arenosa, argilosa a muito argilosa. O pH é uma das características químicas do solo, responsável pela determinação da acidez dos solos.

Com base nos resultados da verificação de pH dos perfis analisados, os solos da área de estudo apresentam acidez elevada, considerando tanto a análise do pH em KCl e H_2O , com valores de 3,4 a 5,5 e de 4,04 a 5,25 (Tabela 01) respectivamente (solos com pH abaixo de 6,0, são interpretados com acidez elevada (KIEHL,1979).

Kiehl (1979), ressalta ainda que solos minerais com pH abaixo de 5,5 contém alumínio trocável (Al^{3+}), pois a correlação entre o H^+ + Al^{3+} trocáveis é negativa, e o Al^{3+} dissolvido na solução do solo reage com moléculas de H_2O . Em tais condições, os íons de alumínio se hidrolisam facilmente, liberando H^+ para a solução, os quais são responsáveis, mesmo que indiretamente, pela acidez do solo (KIEHL, 1979; LEPSCH,2011).

Uma outra relação referente ao Ph enfatizada po Kiehl (1979), é que ΔpH (pH KCl – pH H_2O) apresenta valores negativos, que evidenciam a existência e predominância de argilas silicatadas que de forma geral, são resistentes ao processo de destacamento, no entanto, em

ambiente degradado, tornam-se enrijecidas, e facilitam o processo de escoamento superficial, e conseqüentemente desencadeando o surgimento de feições erosivas.

Sobre a relação de valores de ΔpH baixos, Frota Filho (2016) aponta para o fato de isso representar baixa quantidade de Al^{3+} e pouca mobilidade desse íon, que permanecendo no solo, gera toxicidade às plantas. Dessa maneira, havendo um processo de desmatamento, a vegetação tem poucas chances de se revitalizar, pois a presença do íon Al^{3+} dificulta e muitas vezes até mesmo impede o desenvolvimento de espécies vegetais.

Tabela 1: Análise do Ph dos perfis de solo T2 e T4 da Topossequência da área de acesso ao Parque Cachoeira da Orquídeas

	Profund. (cm)	Ph		
		H ₂ O	KCl	ΔpH
T2	0 – 10	2,35	3,6	- 1,25
	10 – 20	3,80	3,8	0
	20 – 30	3,68	3,8	- 0,12
	30 – 40	3,62	3,9	- 0,28
	40 – 50	4,40	5,3	- 0,9
	50 – 60	4,08	5,1	- 1,02
	60 – 70	4,20	5,5	- 1,3
	70 – 80	4,25	5,3	- 1,05
	80 – 90	4,00	5,1	- 1,1
	90 – 100	4,62	5,0	- 0,38
T4	0 – 10	2,39	3,8	- 1,41
	10 – 20	2,91	3,4	- 0,49
	20 – 30	2,53	3,4	- 0,87
	30 – 40	2,90	4,4	- 1,5
	40 – 50	4,34	4,7	- 0,36
	50 – 60	4,40	5,6	- 1,2

Org: Janara dos Santos Tavares, 2019.

5.2. Mensurar os processos relacionados aos aspectos geodinâmicos superficiais na trilha do Parque

5.2.1. Resistência do solo à Penetração (RP)

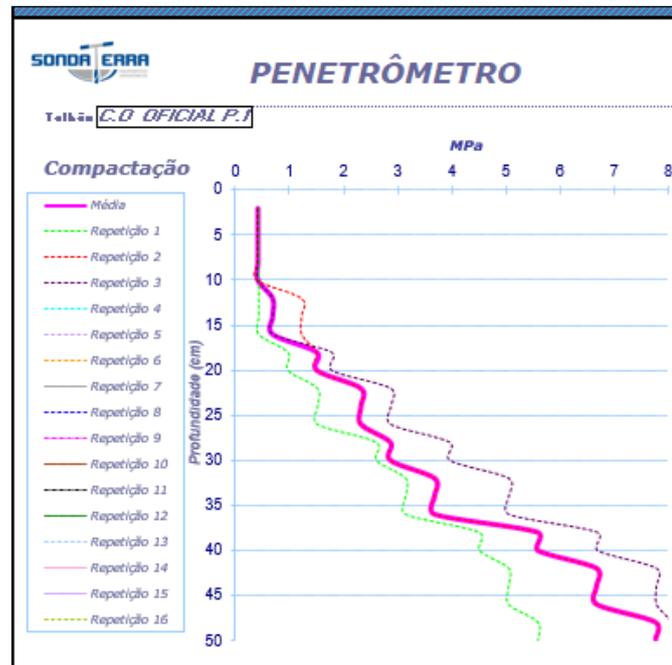
Para analisar a RP nos pontos do solo escolhidos para a realização dos testes, tanto no Latossolo amarelo quanto no Neossolo quartzarênico foi necessário considerar a reação com a pressão do penetrômetro em suas camadas. Ao que se refere a qualidade física, a resistência do solo à penetração (RP) é considerada a propriedade mais adequada para expressar o grau de compactação do solo e, conseqüentemente, a facilidade de penetração das raízes.

Foram realizados no total 7 testes de (RP), ao longo do percurso até chegar à cachoeira, em diferentes ambientes, na própria trilha e no seu entorno.

De acordo com os resultados de RP obtidos nos três primeiros pontos, localizados na área correspondente a ocorrência de Latossolo amarelo sendo – Ponto P1(Floresta) representado no (Gráfico 16), Ponto P2 (Trilha) representado no (Gráfico 17) e Ponto P3 (Meio da encosta) representado no (Gráfico 18). Em ambos, verificou-se um solo com alta resistência a penetração, em algumas profundidades oscilando para menos, porém retomando a resistência conforme a profundidade vai aumentando.

No ambiente P1 verificou-se nos primeiros 15 centímetros o valor médio de (0,42 MPa), a partir dessa profundidade o solo começa a aumentar gradualmente a resistência, sendo os maiores valores médios registrados nas profundidades de 40 cm a 45 cm (6,69 MPa), e 50 cm (7,78 MPa). Em termos de média geral esse ponto apresentou o seguinte resultado: (3,11 MPa).

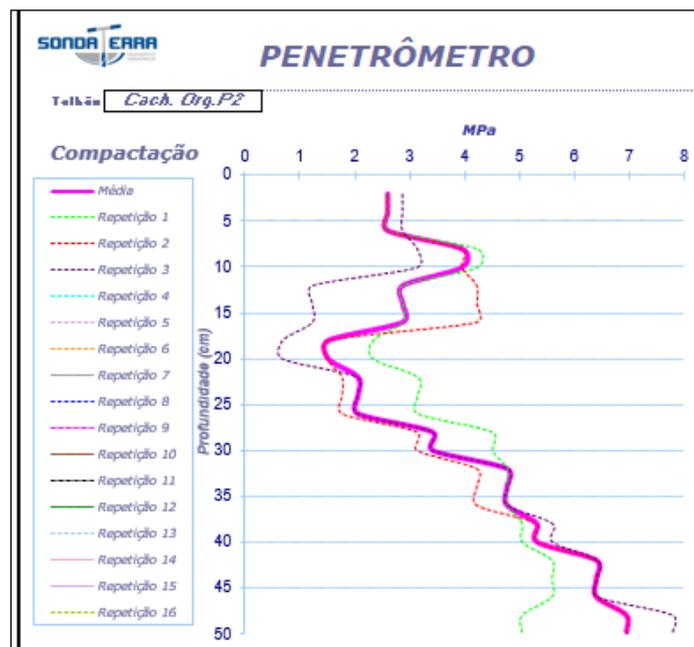
Gráfico 16: P1- Teste de penetração em Latossolo- Área de floresta



Fonte: Trabalho de Campo, 2019. Org.: Janara dos S. Tavares, 2019.

No ponto P2, o valor inicial médio apresentado foi de (2,60 MPa) e valor médio final de (6,96 MPa), sendo que os maiores valores médios de resistência foram identificados nas profundidades finais, de 40 a 45 cm, com (6,42 MPa) e de 45 a 50 cm com valor médio de (3,94 MPa). A média geral nesse ponto foi de (3,94 MPa) (Gráfico 17).

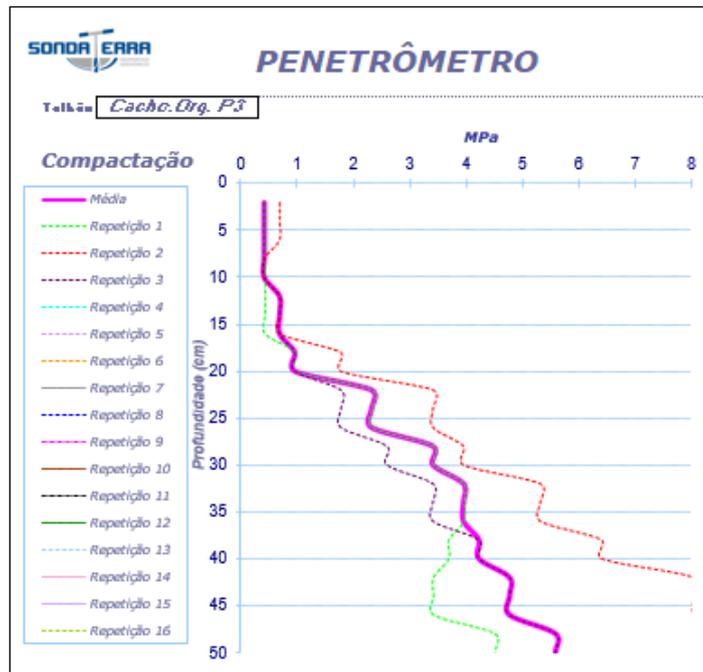
Gráfico 17: P2- Teste de penetração em Latossolo- Trilha



Fonte: Trabalho de Campo, 2019. Org.: Janara dos S. Tavares, 2019.

O P3 localizado na parte média da encosta apresentou, o valor médio inicial de (0,42 MPa) e o valor médio final de (5,60 MPa), respectivamente. Nesse ponto, o maior nível de resistência se deu entre os 40 a 45 cm com valor médio de (4,78 MPa) e de 45 a 50 cm de profundidade, registrando o valor médio de (5,78 MPa). A média geral nesse ponto foi de (2,63 MPa) (Gráfico 18).

Gráfico 18: P3- Teste de penetração em Latossolo- Parte média da encosta.



Fonte: Trabalho de Campo, 2019. Org.: Janara dos S. Tavares, 2019.

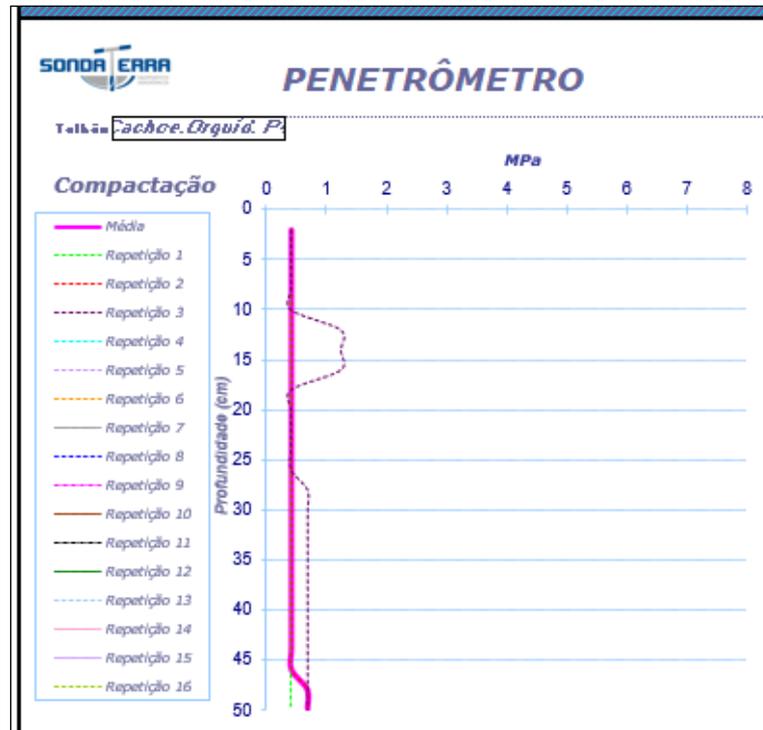
Fatores como a compactação e elevados teores de silte e argila, influenciam o nível de resistência apresentado por um solo, pois este último possibilita uma coesão do solo. Ao que se refere a este último dado, foram avaliadas a granulometria nas amostras da área denominada T1, onde foi identificado o Latossolo amarelo, com elevados percentuais de argila e silte, na qual foram realizados os testes de penetração denominados P1, P2 e P3, porém em ambientes diferentes (floresta, trilha e meio da encosta).

Segundo a classificação da Soil Survey Staff (1993) apud Assis et al (2014), os valores de Mpa identificados em P1, P2 e P3 atingiram a faixa de valores considerada alta de 2,0 a 4,0 MPa, a muito alta de 4,0 a 8,0 MPa, em relação a resistência mecânica do solo a penetração.

Os próximos textos identificados com P4 e P5, foram realizados na área identificada anteriormente na topossequência como T2, um ambiente com características granulométricas, que fazem que esse local seja considerado como um solo de transição.

O P4, local do quarto teste de resistência a penetração (Gráfico 19), apresentou as seguintes características: valor médio inicial entre as três repetições de 0,42 MPa e valor médio final de 0,69 MPa, esses considerados compatíveis com a classe baixa de valores em MPa, de 0,1 a 1,0 MPa.

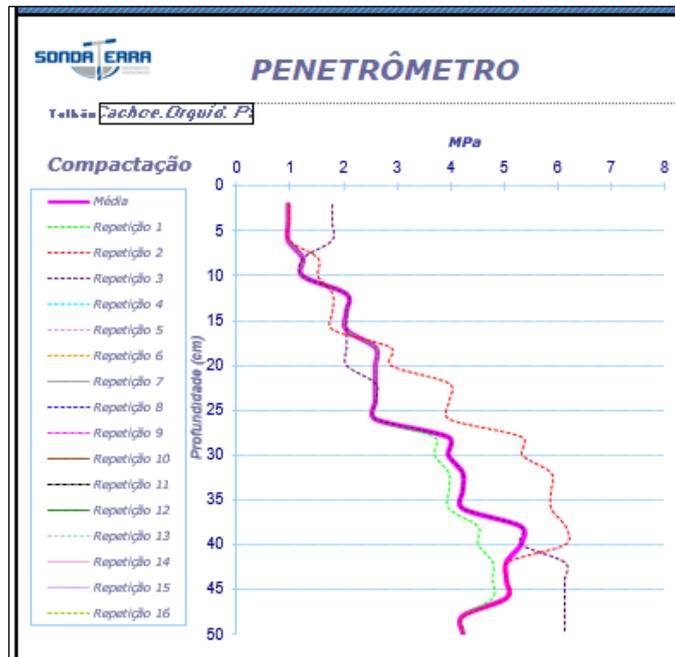
Gráfico 19: P4- Teste de penetração em Solo de transição



Fonte: Trabalho de Campo, 2019. Org.: Janara dos S. Tavares, 2019.

O teste P5 foi realizado na área da trilha e apresentou valor médio inicial de (0,97 Mpa), e valor médio final de (4,24 Mpa), (Gráfico 20). Sendo que a maior resistência fora identificada na profundidade entre 38 a 40 cm com valor médio de (5,33 Mpa), portanto chegando a atingir a faixa de valores de MPa considerada muito alta, entre 4,0 a 8,0 MPa. A média geral nesse ponto foi de (3,07 MPa). Essa diferença de valores entre os dois testes, P4 realizado em área de floresta no entorno da trilha, e P5 realizado na trilha, chama a atenção em relação a compactação, que pode ser a causa da elevação da resistência a penetração no solo da trilha.

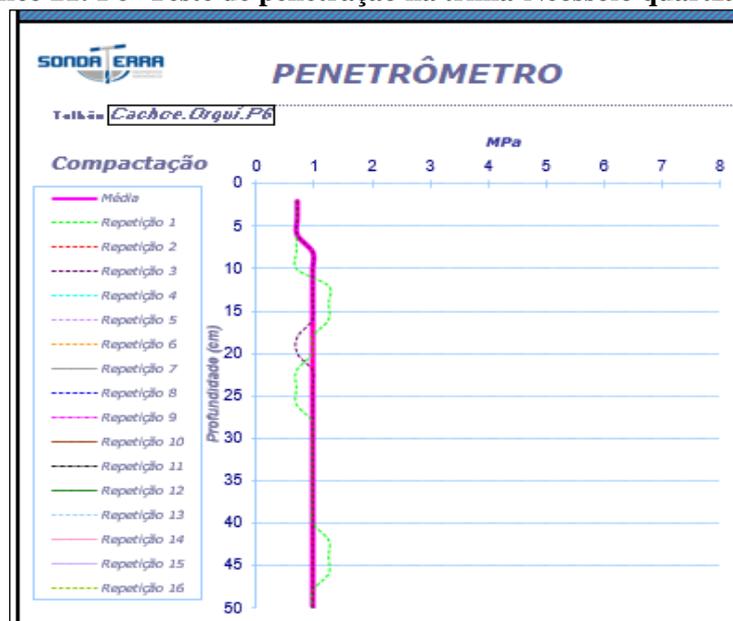
Gráfico 20: P5- Teste de penetração na trilha



Fonte: Trabalho de Campo, 2019. Org.: Janara dos S. Tavares, 2019.

Os gráficos P6 e P7, foram gerados a partir dos testes de RP, realizados na área da trilha, na abrangência do Neossolo quartzarênico. O P6, representado no (Gráfico 21) apresentou valor médio inicial de (0,69 MPa) e valor médio final de (0,97 MPa), caracterizando baixa resistência a penetração, considerando que os valores para essa faixa vão de 0,1 a 1,0 MPa. A média geral entre os três ensaios realizados nesse ponto foi de (0,93 MPa), também caracterizando baixa resistência a penetração.

Gráfico 21: P6- Teste de penetração na trilha-Neossolo quartzarênico

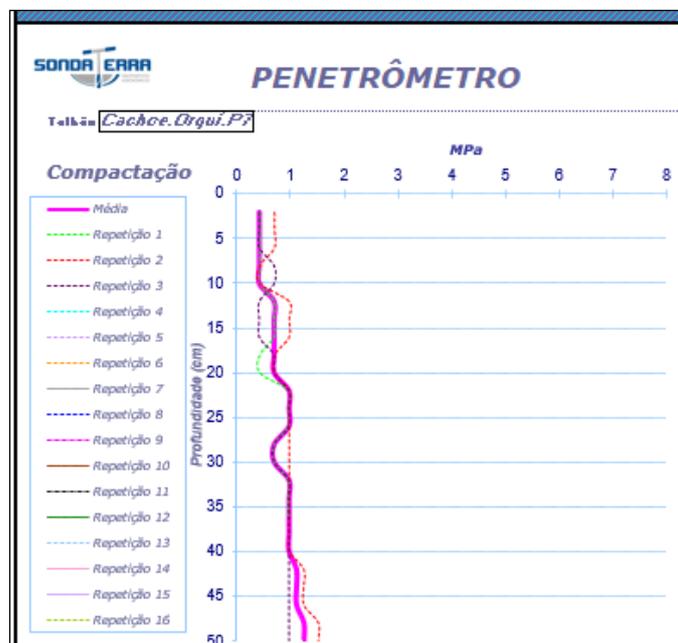


Fonte: Trabalho de Campo, 2019. Org.: Janara dos S. Tavares, 2019.

Para P7 (Gráfico 22), também realizado na trilha na área de ocorrência do Neossolo quartzarênico foram obtidos os valores médios, inicial (0,42 Mpa) e valor médio final (1,24 MPa). Entre a profundidade 40 e 50 foi quando o solo apresentou uma resistência considerada moderada, ficando em (1,10 Mpa) até a profundidade 45 e a partir desta aumentando para (1,24 MPa), até chegar na profundidade 50 cm. A média geral entre os três ensaios realizados nesse ponto foi de (0,86 MPa), também caracterizando baixa resistência a penetração.

É importante frisar que durante a realização deste teste, já no final da trilha, somente a segunda e a terceira repetição chegaram até os 50 cm, pois a primeira ao chegar aos 35cm de profundidade, tocou a rocha.

Gráfico 22: P7- Teste de penetração na trilha-Neossolo quartzarênico



Fonte: Trabalho de Campo, 2019. Org.: Janara dos S. Tavares, 2019.

5.2.2. Atributos hidráulicos do solo

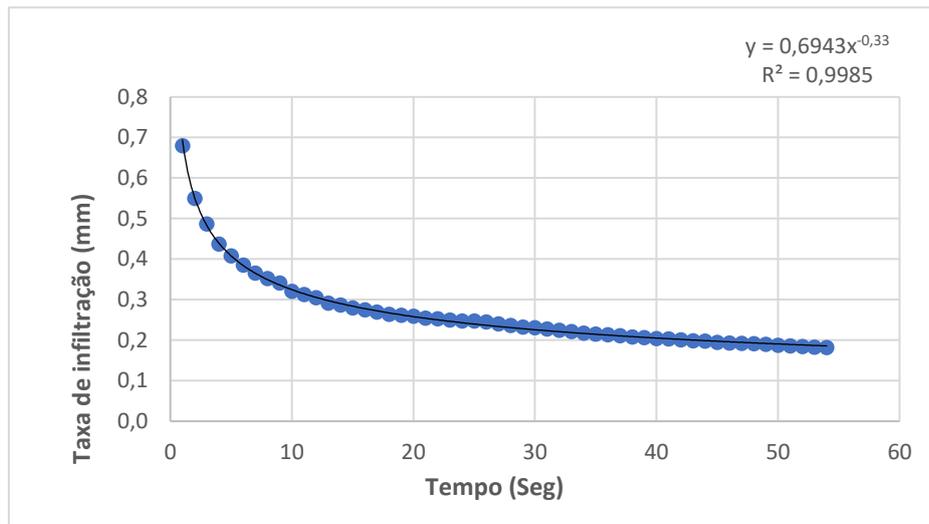
- Infiltração da água no solo

A dinâmica hidrológica também foi analisada através dos valores da velocidade de infiltração obtidos nos testes realizados durante os trabalhos de campo, que foram feitos nos anos de 2018 e 2019, na área da trilha de acesso a C.O e no seu entorno. No primeiro teste realizado no Ponto 1(Gráfico 23), em área fora da trilha, onde foi identificado o Latossolo amarelo a infiltração se deu de forma rápida, sendo a leitura realizada a cada dez segundos, o teste durou 9 minutos, totalizando 540 segundos de teste em intervalos de leitura de 10 em 10 segundos. Nos primeiros dez segundos houve um pico na taxa de infiltração 0,7mm/10seg. A

partir dos 11 segundos de teste, verificou-se uma redução da taxa, com sua consequente estabilização nos 30 segundos finais do teste, que durou 9 minutos, finalizando com a taxa de 0,2 mm/10seg, ou seja, 1,2mm/min.

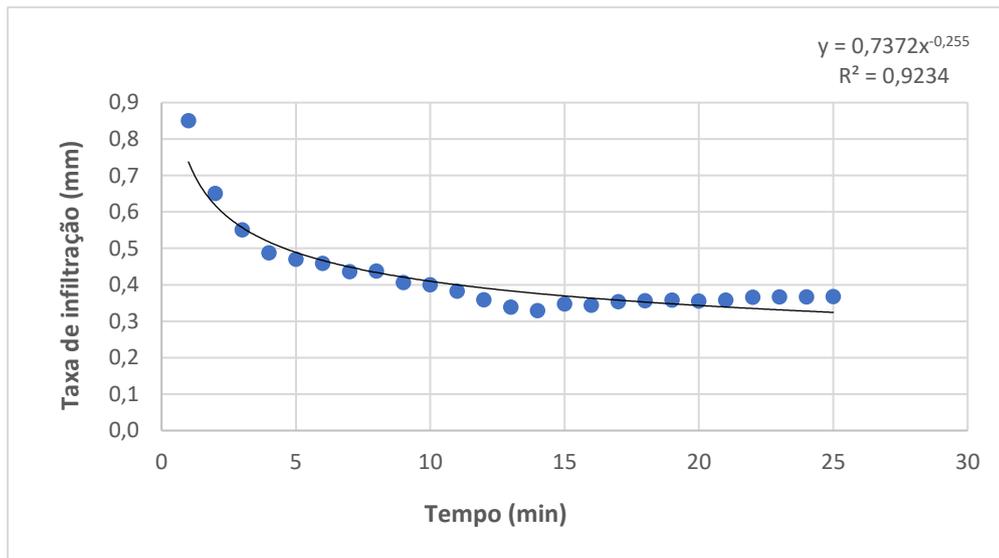
O valor de r^2 foi de 0,9985, o que significa que o resultado teve significância estatística, uma vez que o valor de referência foi superior a 0,514 (valor mínimo para considerar um resultado de significância estatística).

Gráfico 23: P1- Teste de Infiltração em área de Latossolo amarelo- Floresta



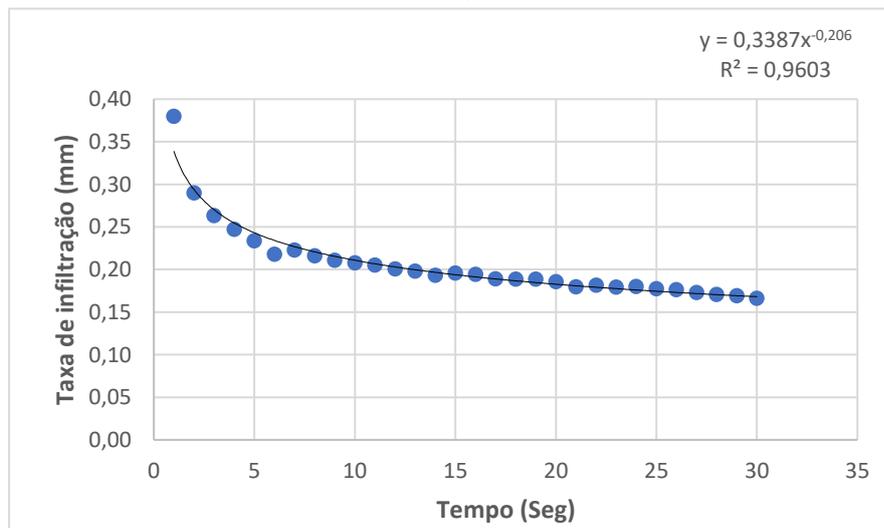
Fonte: Trabalho de Campo, 2018. Org.: Janara dos S. Tavares, 2018.

O segundo teste de infiltração Ponto 2 (Gráfico 24), foi realizado em área próxima ao primeiro, porém no solo da trilha, nesse ponto a infiltração se deu de forma lenta, sendo a leitura realizada a cada 2 minutos, o teste durou 46 minutos, iniciando com a taxa de infiltração de 0,9mm/2min, chegando a estabilização da taxa aos 44 minutos de teste, finalizando com a taxa de 0,4mm/2min, o que corresponde a 0,2mm/min. Neste ponto, o valor r^2 registrou 0,9234, indicando também uma boa significância estatística.

Gráfico 24: P2- Teste de Infiltração em área de Latossolo amarelo- Trilha

Fonte: Trabalho de Campo, 2018. Org.: Janara dos S. Tavares, 2018.

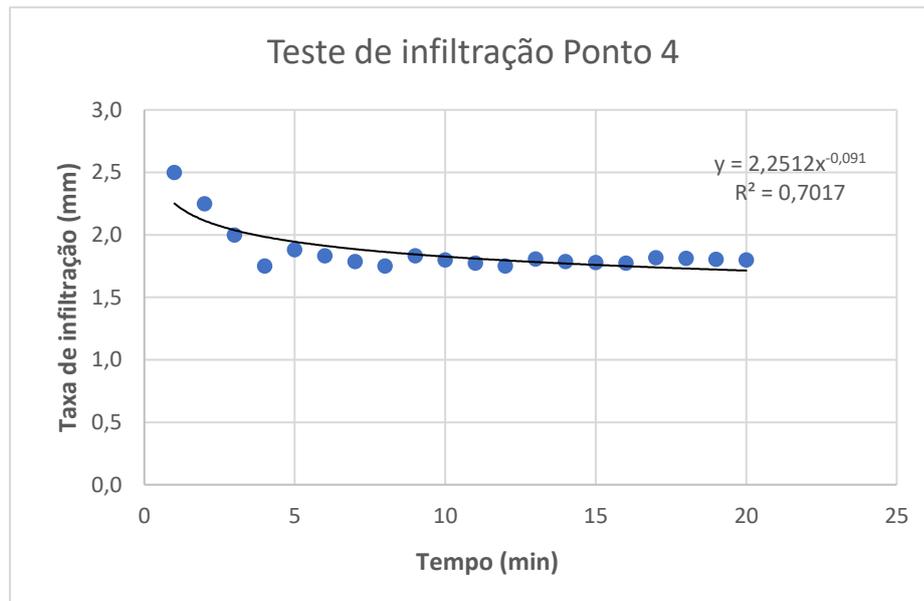
No terceiro teste realizado no Ponto 3 (Gráfico 25), na parte média da encosta em área fora da trilha, a infiltração se deu de forma rápida, sendo a leitura realizada a cada dez segundos, bem semelhante ao primeiro teste, porém alcançando estabilidade em período de tempo inferior, menos de 5 minutos. O teste totalizou 300 segundos, em intervalos de 10 em 10, com taxa inicial de 0,38mm/10seg, decrescendo com o passar do tempo, alcançando estabilidade antes dos 5 minutos de teste, finalizando a leitura com taxa de 0,17mm/10seg, portanto, 1,02mm/min. Neste ponto, o valor r^2 registrou 0,9603, indicando boa significância estatística.

Gráfico 25: P3- Teste de Infiltração em parte média da encosta

Fonte: Trabalho de Campo, 2019. Org.: Janara dos S. Tavares, 2019.

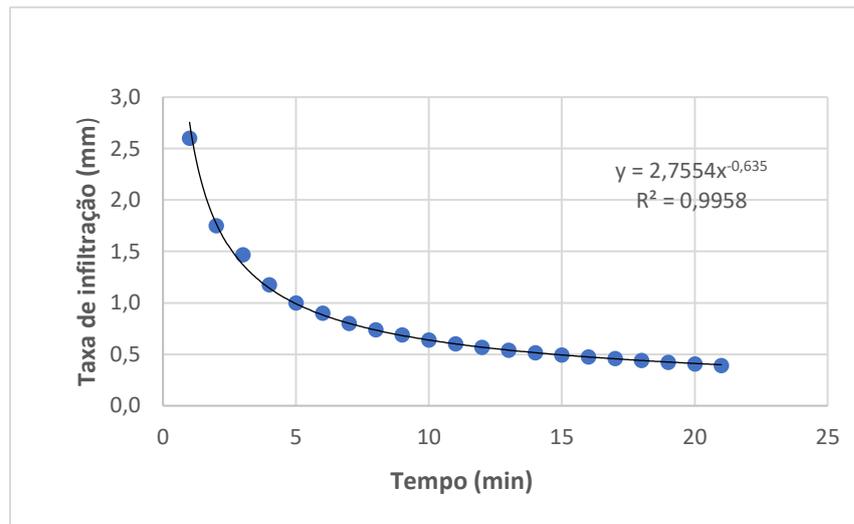
O quarto teste foi realizado no Ponto 4 (Gráfico 26), a infiltração durante esse teste foi medida com leitura realizada a cada 1 minuto, sendo a taxa inicial de 2,5mm/min, decrescendo nos minutos seguintes, com uma queda mais brusca aos 4 minutos de teste com taxa de 1,8 mm/min, voltando a subir no minuto seguinte. O teste totalizou 20 minutos, alcançando estabilidade aos 18 minutos, com taxa final de 1,8mm/min. O valor de r^2 nesse ponto registrou 0,7017, indicando também boa significância estatística.

Gráfico 26: P4- Teste de Infiltração fora da trilha



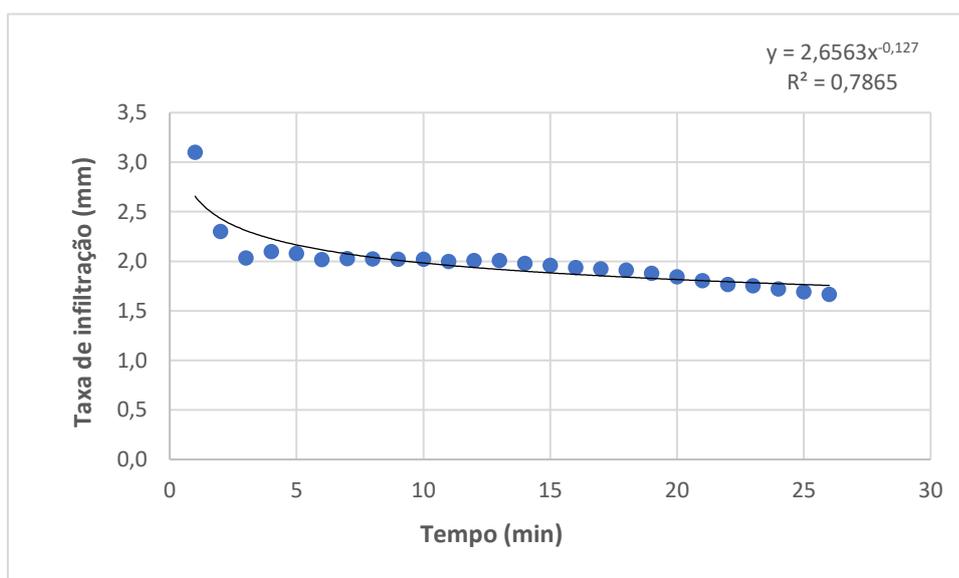
Fonte: Trabalho de Campo, 2019. Org.: Janara dos S. Tavares, 2019.

No quinto teste (Gráfico 27), realizado na trilha a leitura da taxa de infiltração foi realizada a cada 1 minuto. A taxa inicial foi de 2,6mm/min, reduzindo bruscamente no segundo minuto para 1,8mm/min, continuando em decréscimo, alcançando estabilidade aos 18 minutos de teste, concluindo com taxa final de 0,4mm/min, totalizando 21 minutos de teste. O valor de r^2 para este ponto foi de 0,9958 que representa boa significância estatística.

Gráfico 27: P5- Teste de Infiltração na trilha

Fonte: Trabalho de Campo, 2019. Org.: Janara dos S. Tavares, 2019.

O sexto teste (Gráfico 28), foi executado na área da trilha, onde foi verificada a ocorrência do tipo de solo Neossolo quartzarênico. A leitura da taxa de infiltração neste teste foi feita a cada 1 minuto, com taxa inicial de 3,1mm/min, apresentando decréscimo nos minutos posteriores, alcançando a estabilidade de taxa aos 24 minutos de teste, finalizando o mesmo aos 26 minutos, com taxa de 1,7mm/min. O valor de r^2 apresentado nesse ponto foi de 0,7865, que constitui boa significância estatística.

Gráfico 28: P6- Teste de Infiltração na trilha- Neossolo quartzarênico

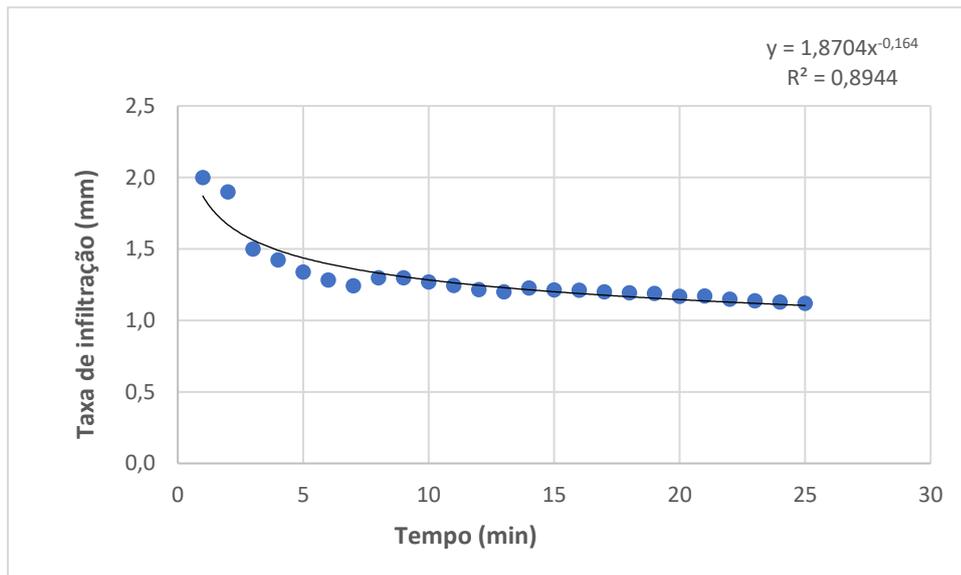
Fonte: Trabalho de Campo, 2019. Org.: Janara dos S. Tavares, 2019

O último teste de infiltração realizado no Ponto 7(Gráfico 29), também na área que contempla a ocorrência do Neossolo quartzarênico, porém fora da área de pisoteio, ou seja, no

entorno da trilha e teve duração total de 25 minutos, com leituras realizadas a cada 1 minuto. A taxa inicial foi de 2,0 mm/min, decrescendo gradualmente, até consequentemente encontrar estabilidade a partir dos 23 minutos, finalizando o teste com taxa de 1,1mm/min.

O valor de r^2 foi de 0,8944mm/1 min, o que significa que o resultado teve significância estatística, uma vez que o valor de referência foi superior a 0,514 (valor mínimo para considerar um resultado de significância estatística). Portanto, todos os testes de infiltração realizados, apresentaram boa significância estatística.

Gráfico 29: P7- Teste de Infiltração fora da trilha- Neossolo quartzarênico



Fonte: Trabalho de Campo, 2019. Org.: Janara dos S. Tavares, 2019.

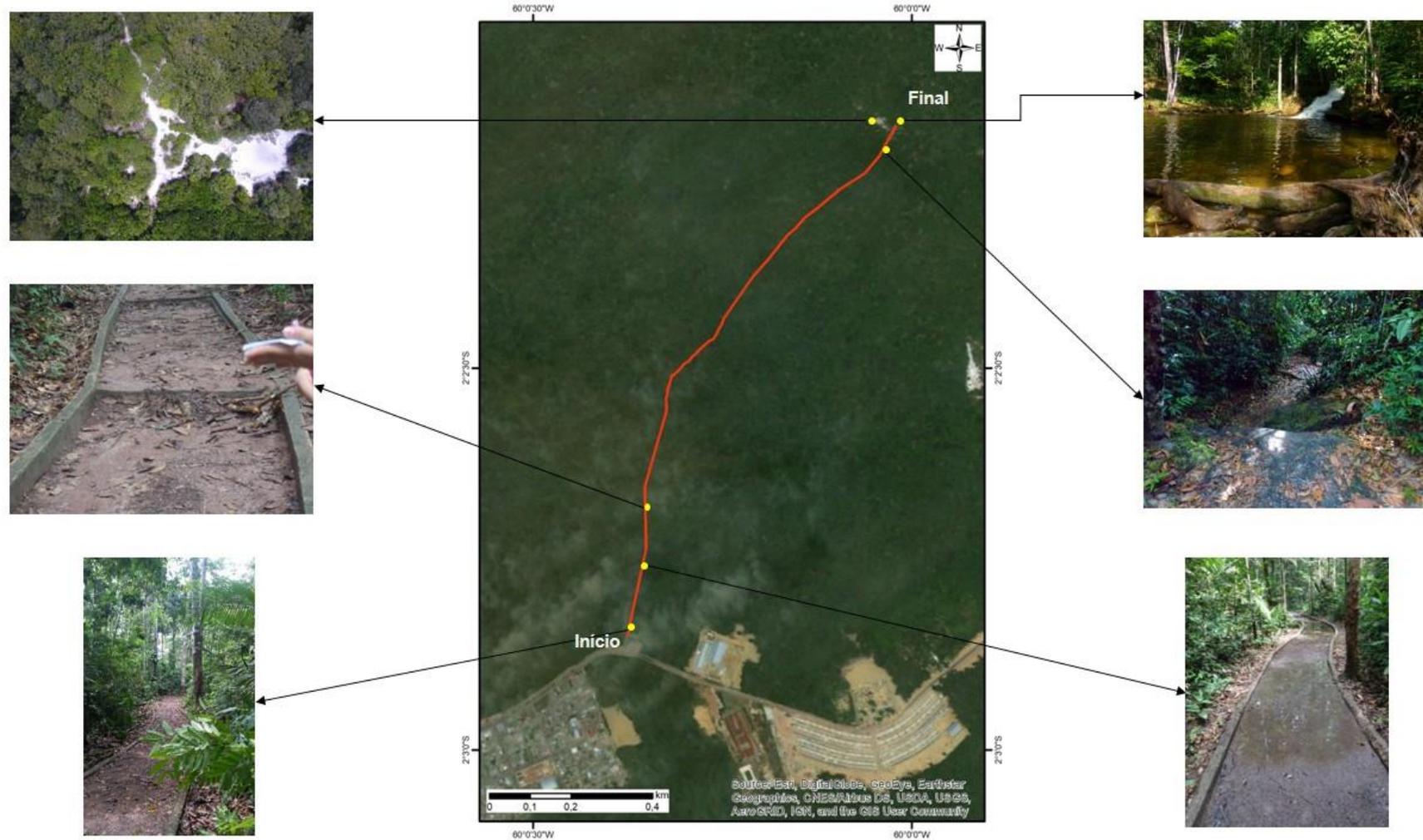
Os testes de Resistência a penetração, nas áreas de ocorrência de Latossolo Amarelo, apresentaram resistência maior que aqueles realizados na área de Neossolo quartzarênico, o que pode indicar maior compactação dos solos nessas áreas, mas também pode ocorrer devido a maior coesão entre os agregados do solo.

Quanto aos testes de infiltração, naqueles realizados na trilha, a infiltração ocorreu de maneira mais lenta, do que nos realizados fora dela, sendo inclusive a taxa mais lenta registrada na trilha, com infiltração a cada 2 minutos,

A compactação e a infiltração são fatores que podem indicar a maior ou menor propensão ao surgimento de processos e feições erosivas. Um solo bastante compactado pode resultar na intensificação dos resultados dos processos geodinâmicos superficiais sobre o solo da trilha, como exemplo dificultando a infiltração das águas pluviais, potencializando o escoamento superficial e aumentando a ocorrência de feições erosivas decorrentes dos

processos de concentração das águas pluviais sobre o solo: sulcos, filetes, marmitas, assoreamento, etc. A presença desses processos no solo da trilha, degrada a área de acesso, prejudica a passagem de visitantes, bem como o ambiente em questão, o que torna o local apesar da beleza natural presente, menos atrativo, conforme o acesso torna-se difícil, à medida que os processos de degradação vão se intensificando e prejudicando um ambiente que poderia ser utilizado de maneira integral, para a contemplação das belezas naturais, lazer, bem como para a compreensão dos processos abióticos e bióticos que se desenvolvem na área do parque (Figura 38).

Figura 38: Mosaico da trilha do Parque Cachoeira das Orquídeas, destaque para a ocorrência de processos geodinâmicos e atrativos geoturísticos



Fonte: Trabalho de Campo, 2019. Des: Gabriela Mendonça. Org: Janara Tavares, 2019.

5.3. Descrever a morfometria da trilha

5.3.1. Perfil topográfico

O perfil topográfico (Figura 39) foi uma produção importante para o estudo da trilha e seus aspectos nesse trabalho, pois serviu de base para a produção de vários outros materiais utilizados nas análises realizadas sobre a área de estudo, como a topossequência, a planta da trilha, mosaico dos processos atuantes na trilha, estimativa da extensão da trilha de acesso, amplitude altimétrica, tipo de encosta, entre outros aspectos identificados a partir da construção do perfil topográfico.

As elevações mínima, média e máxima identificadas na encosta foram respectivamente 97, 131 e 152 metros, amplitude altimétrica de 56 metros. A distância percorrida ao longo da trilha de acesso é de aproximadamente 1,48 quilômetros.

O tipo de encosta característico na trilha é do tipo côncava-planar, com base na literatura descrita em Valeriano (2008), com características visíveis de topo, parte média e vale.

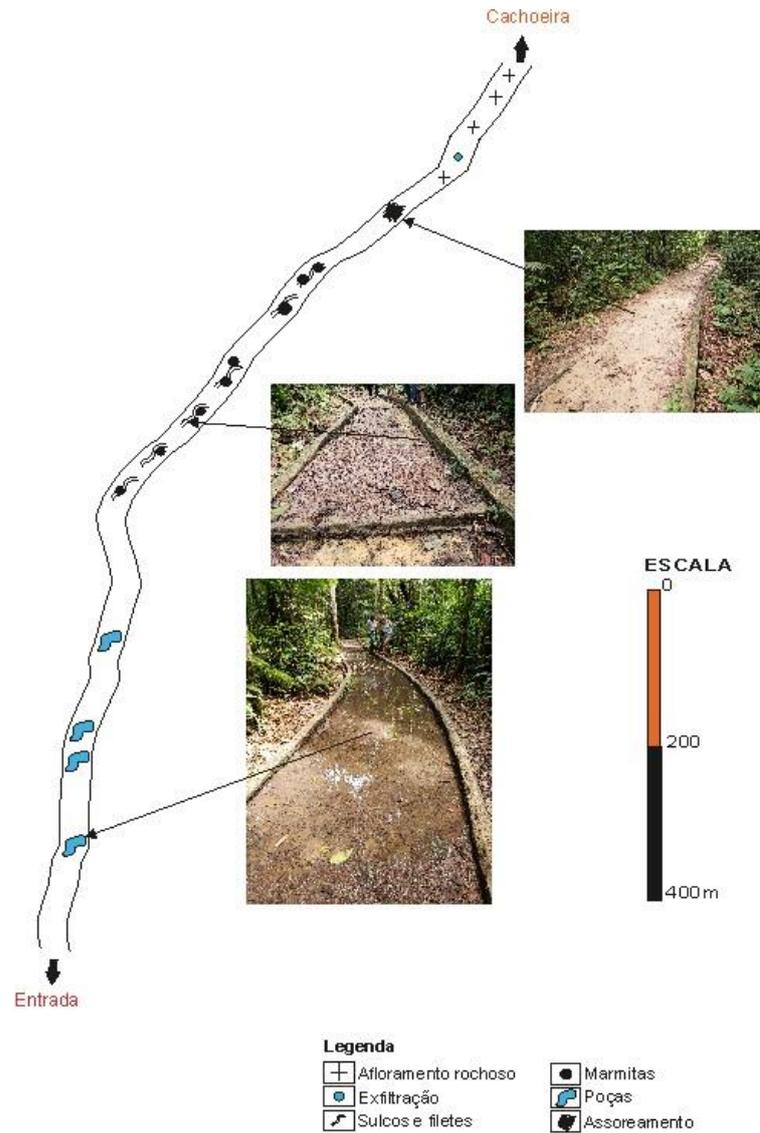
Figura 39: Perfil topográfico



Fonte: Trabalho de Campo, 2019. Org: Janara Tavares, 2019.

A partir do perfil topográfico foi gerada a planta da trilha, que expõe fatores como a saturação do solo, decorrente da infiltração lenta, o que pode ser fator desencadeador da formação de feições erosivas e arraste de partículas, causando o assoreamento, já presente em alguns pontos da trilha (Figura 40).

Figura 40: Planta da trilha com exposição de processos e feições



Fonte: Trabalho de Campo, 2019. Des: A. Fabio Sabbá G. Vieira, 2020. Org: Janara Tavares, 2019.

5.3.2. Produção cartográfica

- Mapa de vegetação

A partir das informações de localização, dos dados de geoprocessamento coletados nos trabalhos de campo, foi possível gerar mapas temáticos como o de vegetação por exemplo (Figura 41), entre outros já demonstrados anteriormente na caracterização da área de estudo. Os mapas produzidos a partir de trabalhos e dados gerados a partir de trabalhos de campo constituem ferramentas confiáveis sobre a área de estudo, e são importantes para os estudos

posteriores sobre a área, assim como para o conhecimento geoturístico da caracterização física (abiótica) do Parque.

O mapa de vegetação para a área de estudo, demonstra que esta, localiza-se em um ambiente antropizado. A trilha por si, já indica uma intervenção antrópica, pois foi construída. A vegetação presente na área do Parque constitui-se pela presença da Floresta Ombrófila e também do ambiente de Campinarana, o que pode ser comprovado através das análises e registros fotográficos, durante os trabalhos de campo.

Sabe-se que o horizonte orgânico nos solos da Amazônia, é bem superficial e autossustenta-se pela presença da vegetação, no entanto a retirada dela constitui-se em uma ameaça, a conservação do solo e a recuperação de áreas de vegetação que foram degradadas. Não somente a Floresta Ombrófila sofre com esse tipo de ameaça, a Campinarana também, principalmente por estar ainda mais exposta, pois na área do Parque, esta se localiza na área de abrangência do Neossolo Quartzarênico, um solo de formação recente e onde praticamente o horizonte orgânico inexistente.

- Mapa hidrográfico

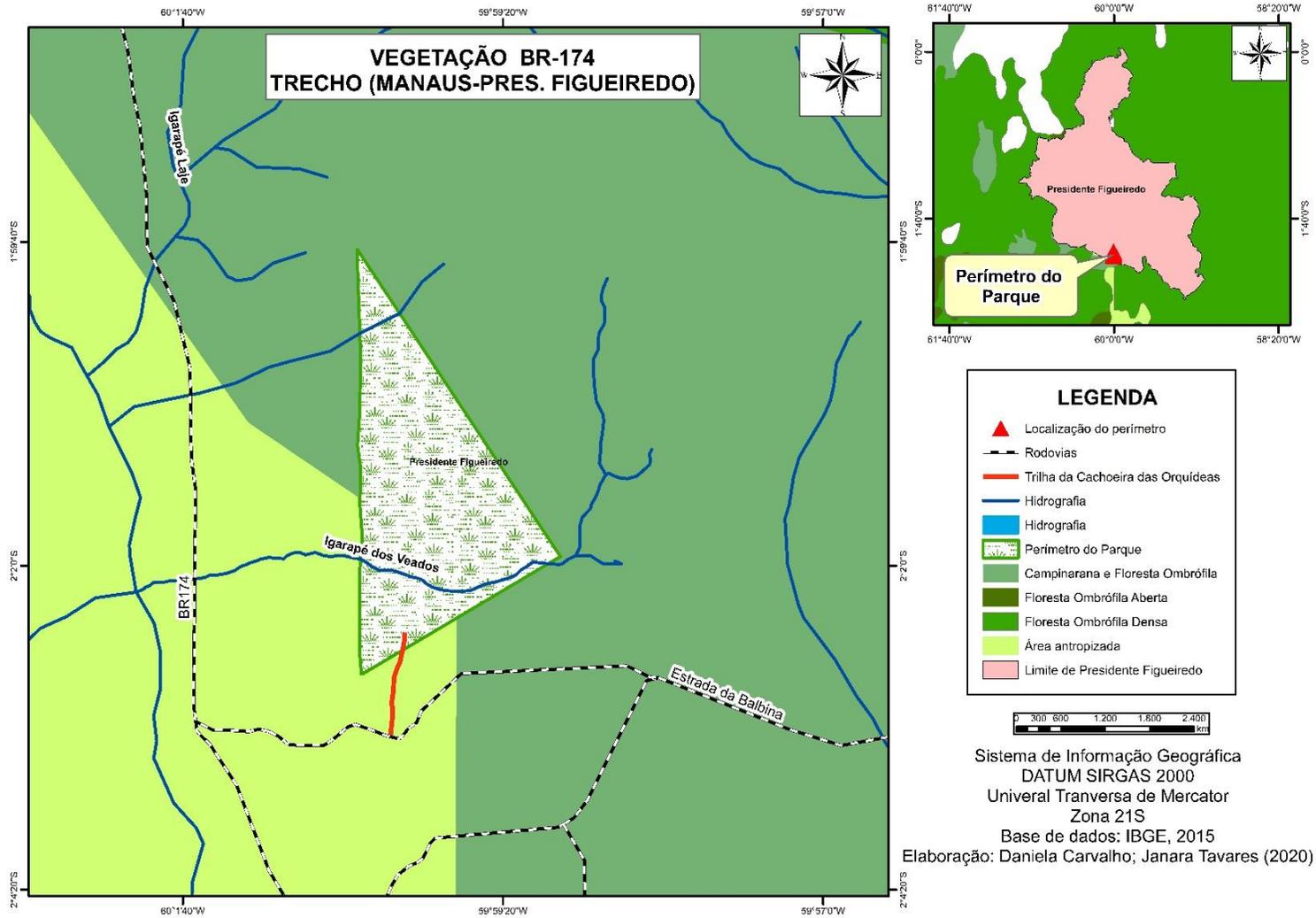
O município de Presidente Figueiredo é recortado por diversos cursos d'água, uma riqueza hidrográfica eminente. Pelo interior do Parque Cachoeira das Orquídeas, perpassa um desses importantes cursos, que pelo fato de estar localizado em maior parte em área urbana, encontra-se potencialmente mais vulnerável aos impactos sobre ele. O curso do Igarapé dos Veados foi sinalizado neste mapa hidrográfico da área, por sua importância para o parque como atrativo geoturístico e também como recurso natural para o município (Figura 42).

A indicação no mapa, demonstra que o igarapé atravessa parte da BR-174, principal via de acesso ao Município de Presidente Figueiredo, recortando de Leste a Sudeste o Parque Cachoeira das Orquídeas, o que torna esse extenso e importante recurso natural, uma área de acentuada vulnerabilidade aos impactos ambientais. Citando somente a área do parque, esse já se encontra exposto no decorrer de seu curso, ao assoreamento e a poluição de suas águas.

- Mapa hipsométrico

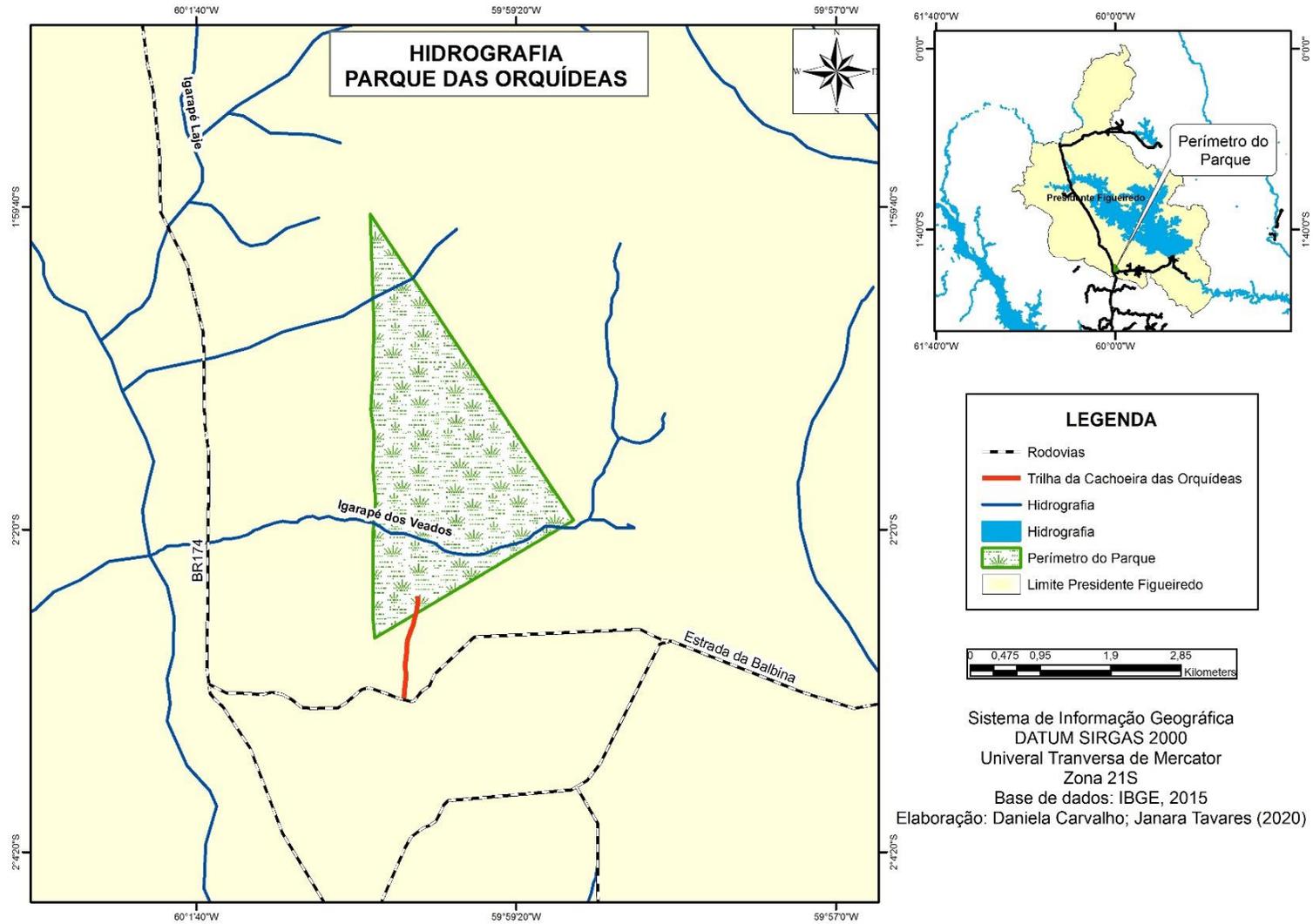
A hipsometria (Figura 43) da área de estudo varia de 105 a 150 metros, sendo as maiores altitudes encontradas na área de ocorrência do Latossolo amarelo (topo e meio) e as menores até 105, localizadas na ocorrência do Neossolo quartzarênico (meio a vale).

Figura 41: Mapa de vegetação da área de estudo



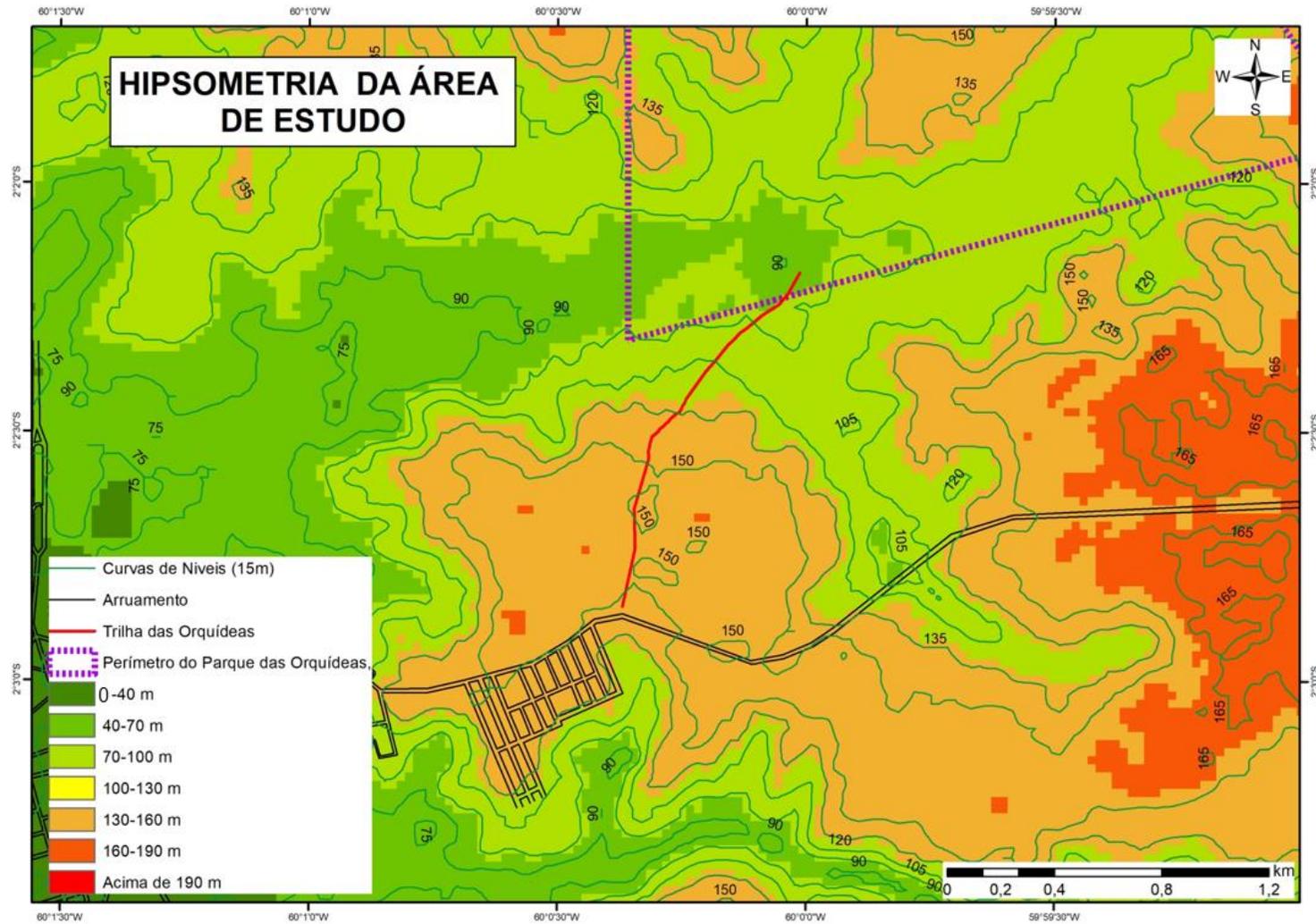
Fonte: Trabalho de Campo. Elab: Daniela Carvalho, 2020. Org: Janara Tavares, 2020.

Figura 42: Mapa hidrográfico Parque Cachoeira das Orquídeas



Fonte: Trabalho de campo. Elab: Daniela Carvalho, 2020. Org: Janara Tavares, 2020.

Figura 43: Mapa hipsométrico da área



Fonte: Trabalho de campo. Elab: Daniela Carvalho, 2020. Org: Janara Tavares, 2020.

5.4. Avaliar a influência antrópica no uso da trilha e parque

5.4.1. Intervenção antrópica

O Parque Natural Municipal Cachoeira das Orquídeas, é uma área de proteção natural integral, sob a administração do Poder Público Municipal, que possui diversos planos documentados responsáveis por embasar a sua criação e funcionamento, como por exemplo o Plano de Implementação de Infraestrutura Ecoturística e Plano de Uso Público.

Esses planos embasam teoricamente a criação e manutenção do parque, através da exposição das legislações específicas relacionadas a questão ambiental e também questões relativas a estruturação necessária para mantê-lo como local de atração turística, bem como de incentivo a educação ambiental e interesse científico, de modo que nesses planos está prevista a estruturação adequada do parque para a prática do turismo, como por exemplo a implementação de equipe responsável pela fiscalização da área, manutenção dos serviços e ambientes construídos para contemplação das área de interesse ecoturístico/geoturístico, fornecimento de material necessário para o funcionamento do Parque.

Estão previstas entre outras intervenções na área de construção do Parque Natural intervenções coordenadas através da implementação de subprogramas de monitoramento e controle e facilitadores do uso público da área: subprograma de fiscalização, de proteção, subprograma de controle ambiental, subprograma de combate a incêndios e queimadas, subprograma de educação e interpretação ambiental, subprogramas de trilhas interpretativas, subprograma de trilha aérea, subprograma de trilha de trekking, subprograma de trilha de sobrevivência na selva (PMPF/AM,2009).

Entre os objetivos esperados com a implementação dos planos supracitados estão: instalação de infraestrutura ecoturística, fazer o cercamento de 3.800m de extensão com telas galvanizadas com murões de alvenaria, assegurar a integridade das espécies existentes na área, prevenir a entrada de pessoas por diversos pontos da unidade, garantir a conservação da unidade de conservação, evitar invasões, coordenar o acesso à unidade, dotar a unidade de infraestrutura necessária para trabalhar a educação ambiental (PMPF/AM,2009).

- Plano de manejo

O plano de manejo como terminologia, foi inicialmente utilizado no Brasil, com vista ao atendimento dos Parques Nacionais, sob a ótica do Decreto Federal Nº 84.017, de 21 de setembro de 1979, que aprovou o regulamento dos Parques Nacionais (SNUC, 2000).

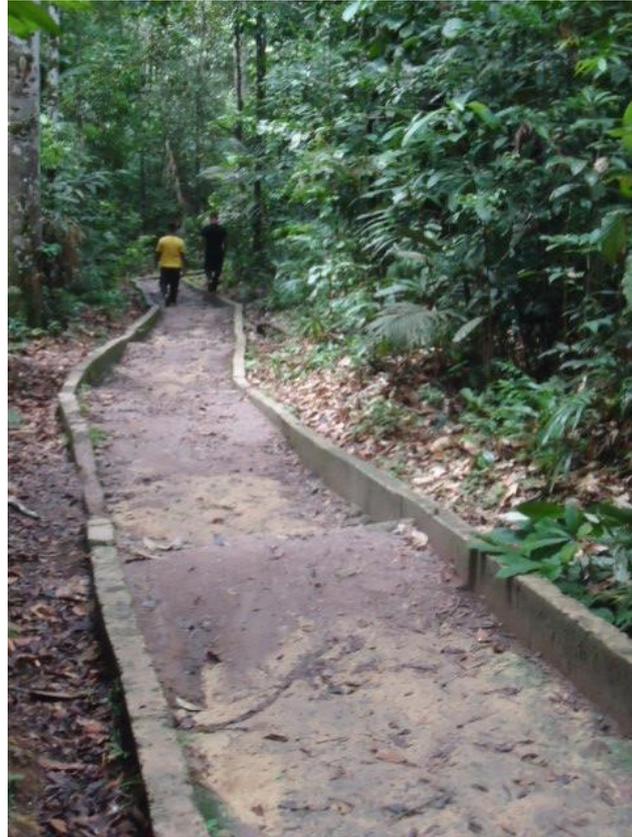
A elaboração do Plano de Manejo para consolidar o Parque Natural Municipal Cachoeira das Orquídeas constitui objeto de resguardo de uma área de relevante valor ambiental, compatibilizando o desenvolvimento com a conservação ambiental desse espaço territorial, visando a melhoria da qualidade de vida das populações do entorno e promovendo a proteção adequada dos seus ecossistemas para uso sustentável das gerações presentes e futuras (PMPF/AM,2009).

- Infraestrutura: instalações e equipamentos

Em lugares direcionados a proteção integral, como é o caso do Parque Cachoeira das Orquídeas, deve-se ter muita cautela na ocasião de propor quaisquer tipos de intervenções, construções, com o tipo de material, a proporção dessas intervenções, dentre outros aspectos, para que isso não vá de encontro ou se oponha as previsões propostas pelas legislações pertinentes a criação e manutenção dessa modalidade de área de proteção.

Todas as construções e reformas deverão estar harmonicamente integradas com o meio ambiente. Os materiais para a construção ou reforma de quaisquer infraestruturas não poderão ser retirados dos recursos naturais da unidade. Os esgotos deverão receber tratamento suficiente para não contaminarem igarapés, riachos e nascentes. Atualmente o parque não é servido por rede elétrica, mas está prevista a eletrificação do ramal que se estenderá até a Unidade de Conservação. A circulação interna será realizada por meio de trilhas (Figura 44), que são as vias de circulação (PMPF/AM,2009). Atualmente o parque já conta com rede elétrica, atendendo a área onde fica a recepção/guarita.

Figura 44: Trilha de acesso ao Parque e Cachoeira das Orquídeas



Fonte: Trabalho de campo, 2018. Org. Janara Tavares, 2018.

- Instalações

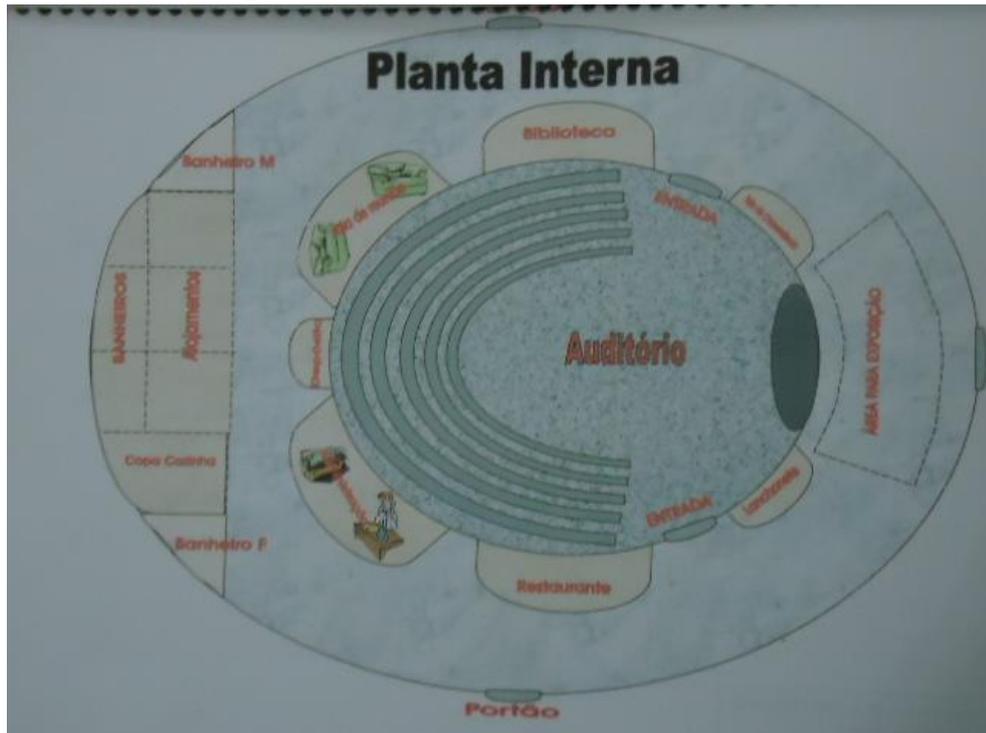
As instalações devem ser igualmente pensadas com base na sustentabilidade dos recursos naturais da área em questão, e atendendo às necessidades de gestão e trabalho dentro desta unidade, como também serem pensadas de forma a atender as necessidades daqueles que irão frequentar o local, seja como seu ambiente de trabalho, prática turística ou científica.

Segundo o Plano de Manejo PNM/CO (2006), a infraestrutura que seria construída, para o bom o funcionamento do Parque incluiria: um complexo em alvenaria, em formato circular, para abrigar as salas e demais estruturas físicas (Figura 45), ficando assim distribuídas:

- Escritórios com janelas teladas, equipados com rádio de comunicação, ventiladores, arquivos metálicos, computador, impressora, internet e telefone, duas escrivaninhas com 6 cadeiras, bebedouros.
- Alojamentos com 3 banheiros internos cada, beliches para pernoite de funcionários da segurança e pesquisadores.
- Uma copa e cozinha com um fogão de 4 bocas e botija de gás, um freezer horizontal, louças, panelas, mesas, cadeiras e armários.

- Auditório com capacidade para 60 pessoas, com televisão a cores de 29 polegadas e antena parabólica.
- Espaço para exposições; biblioteca; sala de reuniões.
- Lanchonete, depósito de material.
- Loja de conveniência, restaurante, banheiros masculino e feminino para visitantes.

Figura 45: Planta interna do Parque C.O.



Fonte: Trabalho de campo, 2019. Org. Janara Tavares.

Trilhas e infraestrutura: haverá trilhas interpretativas com as principais espécies botânicas, identificadas ao longo das vias de acesso internas, pontes nas passagens sobre igarapés e passarelas suspensas sobre as áreas alagáveis (Figura 46).

Figura 46: Ponte sobre o igarapé



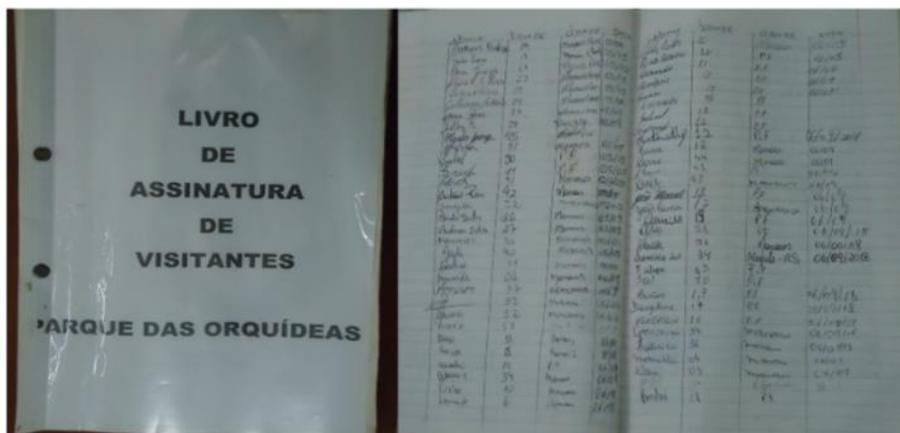
Fonte: Trabalho de campo, 2019.Org: Janara Tavares.

-Visitação

O controle efetivo da visitação em espaços de acesso público, é deveras importante para o bom funcionamento, estimativa de instalações, equipamentos, estudos sobre os principais usos da área, entre outros. No caso de uma reserva de proteção integral do patrimônio natural, esse controle torna-se ainda mais importante, devido às restrições e controle maiores necessários em áreas desse nível de proteção, para que seja possível garantir ao máximo, o cumprimento das previsões sinalizadas nos planos de uso.

O controle de visitação no Parque Municipal Cachoeira das Orquídeas é feito por meio de registro no livro de visitantes, existente na portaria (recepção) do Parque, (Figura 47).

Figura 47: Livro controle de visitantes do Parque Cachoeira das Orquídeas



Fonte: Trabalho de campo. Org: Janara Tavares

Esse livro registrava como dados de visitantes apenas nome, idade, origem e data da visita, registro esse que não pareceu confiável, pois nem mesmo era exigido documento de identificação para conferência dos dados, o turista mesmo preenchia, sem a conferência do funcionário responsável.

No ano de 2018, quando esta pesquisa foi iniciada, o Parque passou por alguns períodos de fechamento, que segundo relatos dos funcionários da Secretaria Municipal de Meio Ambiente, o fechamento deu-se em decorrência da reprodução de uma onça pintada, nas proximidades da trilha de acesso. Portanto, nos meses de maio e junho de 2018, não houve acesso oficial à visitação no Parque, não havendo registro. No entanto, verifica-se nos dados fornecidos pela Secretaria, que nos meses janeiro e dezembro também não aconteceu o registro, fato que foi justificado pela falta de livro controle para o registro de visitantes (Tabela 02).

Tabela 2: Estimativa de visitantes no ano de 2018

Visitantes 2018/ Parque Cachoeira das Orquídeas	
Janeiro	0
Fevereiro	1674
Março	951
Abril	1289
Maiο	0
Junho	0
Julho	633
Agosto	1738
Setembro	3328
Outubro	2240
Novembro	352
Dezembro	0

Fonte: Semmas/PF,2018. Org: Janara Tavares.

Contabilizando os dados de visitação do ano em questão temos, um total de visitantes oficiais de 12.205 pessoas, com média mensal de 1.525 visitas, não considerando obviamente os meses em que não houve registro de visitação.

- Degradação da trilha

Algumas trilhas de acesso a áreas de preservação ambiental, tentam ao máximo não introduzir elementos que sejam externos, e que possam causar algum tipo de impacto nessas áreas, cujo objetivo é manter sem alterações significativas o meio natural. Estranhamente, apesar de o Parque Natural Municipal Cachoeira das Orquídeas ser uma Unidade de Proteção Integral, criada com base nas orientações do SNUC, a primeira grande intervenção antrópica importante dá-se pela construção da trilha de acesso. A construção dessa trilha trouxe material externo para a área: concreto, brita, etc (Figura 48).

Figura 48: Área da trilha onde é possível visualizar a deposição de material



Fonte: Trabalho de campo. Org. Janara Tavares, 2019.

Com o decorrer do tempo, esse material está se deteriorando e se misturando ao material natural, incorrendo na compactação do solo, dificultando a infiltração das águas pluviais, assoreando, formando feições erosivas e acelerando os processos naturais (Figura 49).

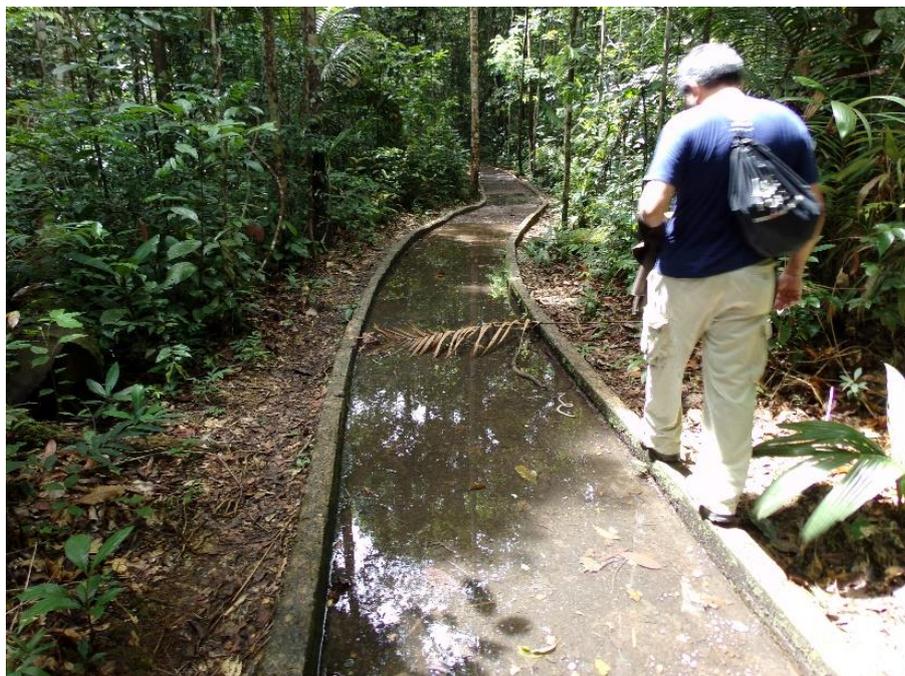
A exfiltração das águas, o empoçamento após um episódio chuvoso são fatores que dificultam o acesso através da trilha, tornando a atividade turística que deveria ser agradável em um exercício excecível (Figura 50).

Figura 49: Degradação da trilha e formação de feição erosiva



Fonte: Trabalho de campo, 2018. Org: Janara Tavares, 2018.

Figura 50: Empoçamento na área da trilha



Fonte: Trabalho de campo, 2019. Org. Janara Tavares, 2019.

- Descarte do lixo

Outro problema a que se deve atentar, principalmente em um ambiente cujo objetivo é a proteção integral dos recursos naturais, seria o descarte adequado do lixo, produzido pelos visitantes. Porém, durante a realização dos trabalhos de campo, observamos a existência de apenas três lixeiras distribuídas nas laterais da trilha (Figura 51), ao longo de mais de 1,5km de extensão desta. Essa falta de material abundante para o descarte dos resíduos, pode resultar que estes sejam distribuídos em locais inadequados, contribuindo ainda mais para a degradação dos ambientes, através da poluição do solo e dos cursos d'água presentes no Parque.

Figura 51: Lixeira no entorno da trilha



Fonte: Trabalho de campo, 2019. Org: Janara Tavares, 2019.

Foram realizadas entrevistas com os frequentadores do Parque Cachoeira das Orquídeas, com aplicação de questionários, através das quais foi possível saber a opinião de alguns visitantes em relação aos principais atrativos e potenciais do Parque, e sobre os principais problemas deste, na visão dos turistas e frequentadores locais. A (Tabela 3) demonstra a opinião pessoal dos frequentadores, em relação a quais os principais motivos para frequentarem o parque, sendo que a maioria aponta como atrativo principal a Cachoeira, a entrada gratuita e a facilidade de acesso, porém ainda assim, foi relatado por alguns que visualizam grande potencial no parque em áreas como a educação ambiental e o turismo de aventura, sendo estes potenciais ainda subutilizados devido à falta de infraestrutura no parque.

Tabela 3: Principais atrativos apontados pelos frequentadores do Parque

Nº	Atrativos apontados	Nº de respostas	%
1	Cachoeira	10	100
2	Igarapé	4	40
3	Floresta	4	40
4	Trilha	3	30
5	Educação Ambiental	2	20
6	Turismo de Aventura	6	60
7	Acampamento	4	40
8	Entrada gratuita	8	80
9	Segurança	2	20
10	Facilidade de acesso	8	80

Fonte: Trabalho de campo. Org: Janara dos Santos Tavares, 2020.

Entre os principais problemas apontados pelos frequentadores do Parque, e que puderam muitos deles serem comprovados durante a realização dos trabalhos de campo, estão: a falta de infraestrutura, segurança e a facilidade de acesso, (Tabela 04) que acaba fazendo com que o parque receba todo tipo de visitante, inclusive alguns mal intencionados, que adentram com o intuito de praticar roubos, utilizar entorpecentes.

Tabela 4: Principais problemas apontados pelos frequentadores do Parque

Nº	Problemas apontados	Nº de respostas	%
1	Dificuldade de acesso	2	100
2	Trilha	6	60
3	Animais	6	60
4	Segurança	8	80
5	Infraestrutura	8	80
6	Manutenção	8	80
7	Visita guiada	4	40
8	Entrada gratuita	6	60
9	Fiscalização	7	70
10	Facilidade de acesso	8	80

Fonte: Trabalho de campo. Org: Janara dos Santos Tavares, 2020.

Certamente muito do que foi previsto no plano de manejo e demais planos que regem, ou deveriam reger a criação e bom funcionamento do parque, apenas foram previstos e permaneceram no papel (Tabela 05), o Parque Cachoeira das Orquídeas, que é uma Unidade de Proteção Integral, criada sob as bases legislativas do Sistema Nacional de Unidades de

Conservação (SNUC), hoje encontra-se em estado de degradação, tanto de seu ambiente natural, pois nem mesmo as Orquídeas que dão nome a Cachoeira, maior símbolo do parque, podem ser encontradas com facilidade, pois segundo relatos de frequentadores, são alvo da retirada ilegal.

Além das ameaças aos ecossistemas presentes na área, o parque tornou-se um local potencialmente perigoso, devido a presença de delinquentes que aproveitam a falta de fiscalização para a prática de assaltos, sendo impossível um passeio familiar tranquilo pelo local.

As atividades de pesquisa, são dificultadas, também em decorrência da presença desses indivíduos, pois muitos equipamentos caros são transportados e sem segurança, sem guia, acabam ficando somente na responsabilidade dos pesquisadores, que se arriscam para poder realizar seu trabalho.

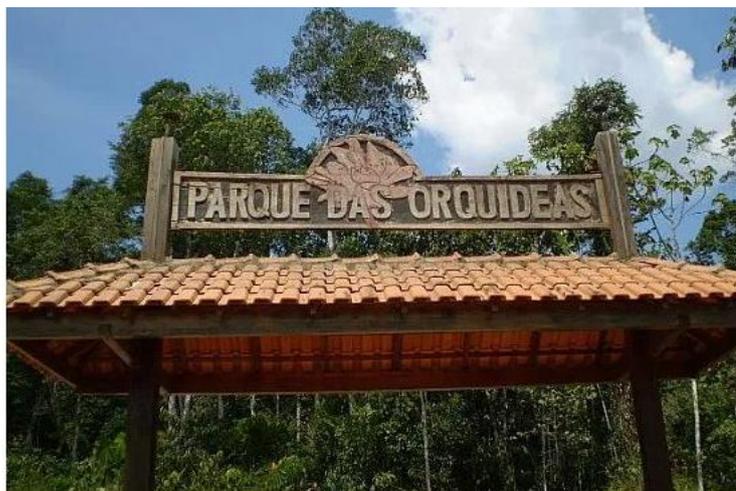
Tabela 5: Previsão de Infraestrutura e realidade observada

Previsto	Real
Banheiros	Somente um
Auditório	Não há
Biblioteca	Não há
Restaurante	Não há
Lanchonete	Não há
Administração	Não há
Sala de reunião	Não há
Alojamento	Não há
Área de exposição	Não há
Loja de conveniência	Não há
Trilhas interpretativas com espécies vegetais	Não há
Copa e cozinha	Não há
Equipamentos de informática e comunicação	Não há
Bebedouros	Somente um na guarita/recepção
Entrada	Guarita/recepção/registro de entrada
Trilhas	Somente a principal

Fonte: A autora (2019).

A veiculação de notícias sobre a prática de assaltos no Parque (Figura 52), acaba por afastar muitos frequentadores, que preferem não se arriscar na área, temendo pela própria segurança.

Figura 52: Notícia sobre assalto no Parque Cachoeira das Orquídeas



Policial

Casal de turistas sofrem assalto na Cachoeira das Orquídeas

Fonte: Portal Urubuí. Acesso em: 25/07/2020

6. CONCLUSÕES

O presente estudo buscou trazer de forma integrada os principais aspectos geodinâmicos superficiais atuantes na trilha de acesso ao Parque Natural Municipal Cachoeira das Orquídeas, envolvidos na aceleração de processos e surgimento de feições nessa área, buscando explicar previamente as características físicas do solo e como podem influenciar na maior ou menor propensão a esses processos. Também foram descritas ao longo desse estudo, características morfométricas da encosta onde está localizada a trilha, bem como outros aspectos naturais. Buscou-se também entender, a influência antrópica como fator desencadeador ou acelerador dos processos atuantes na trilha e parque, e destacar o potencial geoturístico desse parque.

As análises físicas demonstram que o solo sofre processo de compactação, em algumas áreas da trilha, sendo que foram identificados dois tipos de solo dominantes na área, o Latossolo amarelo e o Neossolo quartzarênico, com uma faixa de transição entre os dois, onde o solo apresenta características inerentes aos dois solos principais, sendo identificadas nas profundidades iniciais a textura franco argilo-arenosa e nas demais profundidades a textura arenosa, resultados esses obtidos através das análises granulométricas, realizadas em laboratório.

Sob a ótica da presença do fator antrópico no Parque, foram analisados os documentos que embasaram a sua criação, desde as legislações federais às municipais, como planos de infraestrutura e uso público e o plano de manejo, e verificou-se que há uma disparidade muito grande em relação ao que se prevê nos documentos norteadores da criação, funcionamento e manutenção do parque e o que efetivamente se verifica na prática de funcionamento deste.

Infelizmente o funcionamento adequado ainda está distante das previsões documentadas para esse parque, os subprogramas citados nos resultados da pesquisa, praticamente são inexistentes na prática, as instalações previstas também.

As fiscalizações dentro da área do parque se existem são mínimas, pois na maioria das vezes que estivemos presentes no local para a realização de trabalhos de campo, havia apenas um funcionário na guarita do local, sendo este responsável pela coleta de assinaturas dos visitantes. No entanto, o mesmo se ausenta por um período de no mínimo uma hora, pelo direito do horário de almoço, ficando nesse espaço de tempo sem nenhuma fiscalização na área do parque, pois mesmo que o portão da guarita seja fechado, há várias partes da cerca de

madeira em volta da reserva rompidas, por onde entram pessoas nesse intervalo, ou mesmo aqueles que desejam entrar sem serem vistos e identificados no livro de registro da visitação.

Segundo relatos de visitantes, moradores do entorno e até mesmo de funcionários da Secretaria de Meio Ambiente, a área do parque, acabou tornando-se um local perigoso, frequentado muitas vezes por marginais, que utilizam a área para o uso de entorpecentes e prática criminosa de assaltos, aos turistas.

Nossa equipe inclusive, no último trabalho de campo, passamos por uma situação tensa, onde dois homens cercaram a saída da área onde estávamos realizando os testes de penetração e infiltração, em atitude considerada por nós ameaçadora. Felizmente desistiram e se retiraram, provavelmente por nós estarmos em maior número de pessoas.

O fator antrópico mostra-se o maior responsável pelos fenômenos atuantes na área de estudo, uma trilha construída com material externo, totalmente inadequada para a proposta de proteção integral do ambiente, desencadeando aceleração de processos naturais, surgimento de diversos impactos na área. Um planejamento teórico que na prática não funciona, responsável pela transformação de uma área com potencial ecoturístico/geoturístico grandioso, em cenário de degradação ambiental e ocorrência de crimes, comprovados e divulgados pelos meios jornalísticos.

É necessário que o Poder Público municipal atue, de forma efetiva na melhoria do uso que se tem feito nesse parque, pois praticamente nada do que se propõe nos documentos da prefeitura e SEMMAS, se verifica na prática. É possível reverter essa situação preocupante e degradante, buscando parcerias, com intuições de ensino e científicas como as Universidades, Ongs voltadas a questão ambiental, a própria comunidade local, e dessa maneira realmente fazer acontecer na prática o objetivo principal previsto no Plano de Manejo para esta área de Proteção Integral, que seria resguardar a área de Proteção Ambiental, através da prática turística sustentável, visando também a melhoria da qualidade de vida das populações do entorno.

Por fim, espera-se que este estudo possa colaborar com planejamentos vindouros das entidades e governos no sentido de auxiliar as políticas públicas voltadas para a área de proteção integral abordada nesse estudo, incluindo o conhecimento científico na elaboração do manejo adequado para os ambientes em questão e trabalhando políticas educacionais ambientais para as populações locais, bem como desenvolvendo o potencial geoturístico da

área, visto que a atividade geoturística vem crescendo no mundo, beneficiando as áreas a serem preservadas e gerando renda para as populações nativas dessas áreas.

REFERÊNCIAS

- ARCAYA, S.G.CH. **Avaliação dos fatores condicionantes dos processos erosivos no Distrito Federal**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental), Universidade de Brasília, Brasília, 2007.
- ARAÚJO, E.L.S. **Geoturismo: conceitualização, implementação e exemplo de aplicação no Vale do Rio Dourado no Setor Porto Pinhão**. Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente). Escola de Ciências, Universidade do Minho, Minho, 2005.
- BACCARO, C. A. D. Processos Erosivos no Domínio do Cerrado. In: GUERRA, A. J. T; BOTELHO, R. G. M. (Orgs.). **Erosão e Conservação dos Solos – Conceitos, Temas e Aplicações**. 9ª edição. Rio de Janeiro: Ed. Bertrand Brasil, 2014. p. 195-227.
- BENTO, L. C. M.; RODRIGUES, S. C. O geoturismo como instrumento em prol da divulgação, valorização e conservação do patrimônio natural abiótico – uma reflexão teórica. **Pesquisas em turismo e paisagens cársticas**, v. 3, n. 2, p. 55–65, 2010.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 6.ed. São Paulo: Ícone, 2008. 355p.
- BESEN, Gina Rizpah. Lixo. In: RICARDO, Beto; CAMPANILI, Maura (Orgs.). **Almanaque Brasil Socioambiental**. São Paulo: Socioambiental, 2007.
- BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil. **Art.225**. Brasília, DF: Centro Gráfico, 1988.
- _____. **Lei nº 9.985**, de 18 de julho de 2000.
- _____. **Lei Federal Nº 9.985, de 18 de julho de 2000**. Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Disponível em: Acesso em: outubro 2019.
- _____. **Lei municipal nº 562** de 9 de outubro de 2006.
- BEZERRA, Sandro Augusto; CANTALICE, José Ramon Barros; CUNHA FILHO, Moacyr and. SOUZA, Wagner Luis da Silva. Características hidráulicas da erosão em sulcos em um cambissolo do semiárido do Brasil. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**. 2010, vol.34, n.4, p.1325-1332.
- BRILHA, J.B.R. **Patrimônio Geológico e Geoconservação: a Conservação da Natureza na sua Vertente Geológica**. São Paulo: Palimage, 2005.

CAMPOS, Camila Jorge Moretti. **Avaliação da erodibilidade pelo método Inderbitzen em solo não saturado de Baurú- SP**. Dissertação (Mestrado em Engenharia) Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia, Baurú- SP, 2014.

CARCAVILLA, L.; DURAN, J. J.; LOPEZ-MARTINEZ, J. Geodiversidad: concepto y relación con el patrimonio geológico. **Geo-Temas**. n. 10, p. 1299- 1303, 2008. Disponível em: http://www.igme.es/internet/patrimônio/descargas/concepto_Geodiversidad.pdf. Acesso em: 30 de julho de 2019.

CARVALHO, Daniela Paiva. **Ocorrência de voçorocas (Gullies) na BR-174, trecho Manaus -Presidente Figueiredo- AM: gênese, morfologia e previsão de riscos**. Dissertação (Mestrado em Geografia). Manaus: Universidade Federal do Amazonas, 2017.

CARVALHO, D.P e MOLINARI, D.C. Caracterização das voçorocas na BR-174: Trecho Manaus Presidente Figueiredo (Amazonas). **Rev. Geogr. Acadêmica**, v8, n 2. **MEPA, Roraima**, n 2, p. 5-19, 2014.

CARVALHO, N.O.; FILIZOLA JÚNIOR, N.P.; SANTOS, P.M.C.; LIMA, J.E.F.W. **Guia de práticas sedimentométricas**. Brasília: ANEEL. 2000. 154p.

COELHO NETTO, A.L.; ALMEIDA, J.C.; AVELAR, A.S., e EIRADO SILVA, L.G. Structurally controlled landscape evolutions in and basin capture. In: VII International Conference on Geomorphology. **Anais...** [...]. Bologne – Italy, 1997.

COELHO NETTO, A. L. Hidrologia de encosta na interface com a geomorfologia. In: GUERRA, A. J. T. e CUNHA, S.B. (Orgs.). **Geomorfologia – uma atualização de bases e conceitos**. 11ª edição. Rio de Janeiro: Ed. Bertrand Brasil, 2012. p. 93-148.

COSTA, V. C. **Propostas de manejo e planejamento ambiental de trilhas ecoturísticas: um estudo no Maciço da Pedra Branca – município do Rio de Janeiro (RJ)**. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2006.

CPRM- Serviço Geológico do Brasil. **Mapa Geodiversidade do Estado do Amazonas**. Manaus: CPRM, 2010.

DIEGUES, A. C. S. **O mito moderno da natureza intocada**. São Paulo: Hucitec: Nupaub-USP/CEC,2008.

DIKAU, R. Geomorphic landform modeling based on hierarchy theory. In: BRASSEL, K.; KISHIMOTO, H. (Org.). **Proceedings of the 4th International Symposium on Spatial**

Data Handling. Department of Geography, University of Zürich, Zürich, Switzerland, 1990. p. 230–239.

DOWLING, R. K. Geotourism's contribution to local and regional development. In: CARVALHO, C. RODRIGUES, J. (Org.). **Geotourism and local development.** Camar municipal de Idanha-a-Nova, Portugal, 2009. p 15–37.

_____. Geotourism's global growth. **Geoheritage**, v. 3, n.1, p.1-13, 2010.

_____. Global geotourism – an emerging form of sustainable tourism. **Czech Journal of Tourism**, v. 2, n. 2, p. 59-79, 2013.

DOTTO, C. B. S. **Acumulação e balanço de sedimentos em superfícies asfálticas em área urbana de Santa Maria – RS.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Programa de Pós- Graduação em engenharia civil. Santa Maria: UFSM/CT, 2006.

DUNNE, T. Formation and control of channel networks. **Progress in Physical Geography**, vol. 4, p. 211-239, 1980.

EISENLOHR, P. V. et al. Floristic variations in a woody plant community along a trail in a Semideciduous Seasonal Forest, Viçosa, Minas Gerais State, Brazil. **Hoehnea**, v. 38, n. 1, p. 61-71, 2011.

EMBRATUR. **Manual de Ecoturismo.** Brasília, 2004.

EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisas de solos. **Manual de métodos de análise de solo.** 3. ed. rev. e ampl. Brasília: Embrapa, 2017. 574 p.

EMBRAPA, Centro de Pesquisa de solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**, 5º ed., Distrito Federal: EMBRAPA, 2018. 356p.

FAMBRINI, G.L. et al. Roteiro geológico pelos monumentos e edifícios históricos da cidade de São Paulo. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 43, Aracaju, **Anais...** [...]. 2006. p. 321.

EVANS, R. Water erosion In British farmer's lields-some causes, Impacts, predictlons. **Progress In Physcal Geography**, 14, 2, p. 199-219, 1990.

FAGUNDES, E.A.A.; KOETZ, M.; RUDEL, M.; SANTOS, T.S.; PORTO, R. Determinação da infiltração e velocidade de infiltração de água pelo método de infiltrômetro de anel em solo de Cerrado no município de Rondonópolis-MT. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer (GO), vol. 8, n. 14, 2012.

FAIRCHILD, T.R.; SALLUN, F. W.; CAMPOS NETO, M.C. Estromatólitos em pisos de shopping centers da cidade de São Paulo (SP): divulgação e utilização para fins didáticos. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 43, Aracaju, **Anais...** [...]. 2006. p. 325.

FOLMANN, A. C. A importância das trilhas interpretativas para a Educação Ambiental, Geoturismo e Geoconservação – estudo de algumas trilhas do Parque Nacional dos Campos Gerais. In: 2º Congresso Nacional de Planejamento e Manejo de Trilhas, **Anais...** [...]. v. 2, p. 1087-1145, 2013.

FUSHIML, M.; NUNES, J.O.R. Vulnerabilidade Ambiental Aos Processos Erosivos Lineares das Paisagens de Parte dos Municípios de Marabá Paulista (SP) e Presidente Epitácio (SP), Brasil. **Revista da Associação Nacional de Pós- Graduação e Pesquisa em Geografia- ANPEGE**, v, 14, n. 23, p. 5-27, jan/abr. 2018. ISSN 1679 – 768X. Disponível em: <<http://ojs.ufgd.edu.br/index.php/anpege/index>>. Acesso em 16 set. 2018.

FROTA FILHO, A. B. **Análise da vulnerabilidade erosiva da Bacia Hidrográfica Colônia Antônio Aleixo, Manaus-AM**. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2016.

GUERRA, A. J. T.; BOTELHO, R. G. M. Características das propriedades dos solos relevantes para os estudos pedológicos e análise dos processos erosivos. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 19, [s. l], p. 93-114, 1996.

GUERRA, A.J.T. GUERRA, A.T. **Novo Dicionário Geológico-Geomorfológico**. 8ºEd- Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010. 652p.

_____. Processos Erosivos nas Encostas. In: CUNHA, S.B.da GUERRA, A.J.T. (Orgs.). **Geomorfologia: Exercícios, Técnicas e Aplicações**. 5ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. p.139-155.

_____. **Geomorfologia urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

_____. Processos erosivos nas encostas. In: GUERRA, A. J. T. e CUNHA, S. B. (orgs.). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos** (org.). 11ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012. p. 149-208.

_____. O Início do Processo Erosivo. In: GUERRA, A. J. T; SILVA, A. S; MACHADO, R. G. **Erosão e Conservação dos Solos: Conceitos, Temas e Aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2014. p. 17-55.

_____. JORGE, M. do C. O. J. Geomorfologia aplicada ao Turismo. In: ARANHA, R. De C; GUERRA, A. J. T. **Geografia aplicada ao turismo**. São Paulo: Oficina de Textos, 2014. p. 56-80.

HESSELBART, W; VACHOWSKI, B; DAVIES, M, A. **Trail Construction and maintenance notebook**. Missoula, MT: USDA Forest Service Technology and Development Program, 2007.

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

HOSE, T. A. Selling the Story of Britain's Stone. **Environmental Interpretation**, v. 2, n. 10, p. 16-17, 1995.

_____. Geoturismo europeo. Interpretación geológica y promoción de la conservación geológica para turistas. In: BARRETINO, D.; WINBLEDON, W. P.; GALLEGRO, E. **Patrimonio geológico: conservacion y gestion**. Madrid: ITGE, 2000. p. 137-160.

_____. Geotourism and interpretation. In: NEWSOME, D; DOWLING, R. **Geotourism: sustainability, impacts and management**. Elsevier. 2008. p. 221-241.

_____. 3G's for modern geotourism. **Geoheritage**, v. 4, n.1-2, p. 7–24, 2012.

IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapa do Estado do Amazonas Geologia**. 1. ed. Rio de Janeiro: Diretoria de Geociências, 2010. Escala 1:1.800.000. Disponível em: <https://mapas.ibge.gov.br/tematicos/geologia.html>. Acesso em: 10 nov.2019.

_____. **Cidades**, 2019. Disponível em: Acesso em 22 de mai. de 2019.

INMET, Instituto Nacional de Meteorologia. **INMET 2019**. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/>.

JORGE, M. C. O.; GUERRA, A. J. T. Erosão dos solos e movimentos de massa- recuperação de áreas degradadas com técnicas de bioengenharia e prevenção de acidentes. In: GUERRA, A. JORGE, M. C. O. (Orgs.). **Processos erosivos e recuperação de áreas degradadas**. 1ª edição. São Paulo: Oficina de textos, 2013.

_____. GUERRA, A. J. T. Geodiversidade, Geoturismo e Geoconservação: Conceitos, Teorias e Métodos. **Espaço Aberto**, v. 6, n. 1, p. 151 – 174, 2016.

_____. **Potencial geoturístico e estratégias de geoconservação em trilhas situadas na região sul do município de Ubatuba-SP**. Tese (Doutorado em Geografia – Planejamento e Gestão Ambiental) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2017.

KIEHL, E.J. **Manual de Edafologia**: relações solo-planta. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 1979. 262p.

KOHLER, Heinz Charles; A escala da análise Geomorfológica. **Rev. Bras de Geomorfologia**, vol.2, n°1, p. 21-33, 2001.

KROEFF, L. L. **Contribuição metodológica ao planejamento de trilhas ecoturísticas no Parque Nacional da Serra dos Órgãos (PARNASO), RJ**. Dissertação (Mestrado em Geografia). Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2010.

LAPORTE, L. F. **Ambientes Antigos de Sedimentação**. Editora Edgard Blucher.3ª ed., 1982.

LESSA, Roberto Epifânio. **Análise antropogeomorfológica da bacia hidrográfica do Mauzinho (Manaus/AM)**. Dissertação (Mestrado em Geografia). Manaus: Universidade Federal do Amazonas, 2019.

LEPSCH, I. F. **19 Lições de Pedologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011. p. 341-364.

LICCARDO, A.; PIEKARZ, G.F.; SALAMUNI, E. **Geoturismo em Curitiba**. Curitiba: Mineropar, 2008.

LICCARDO, A. **La Pietra e L’Uomo**. Curitiba, Editora Beca, 2010.

MANGUEIRA, C. G. **Proposta de Classificação do nível de criticidade dos processos erosivos da região noroeste do Paraná**. Dissertação de mestrado-Universidade Federal do Paraná. Curitiba-PR, 2017.

MARQUES, J.S. Ciência Geomorfológica. In: GUERRA, A. J. T; CUNHA. S. B. Orgs. **Geomorfologia – Uma Atualização de Bases e Conceitos**. 11ª edição, Ed. Bertrand Brasil, 2014. p. 23-50.

MOREIRA, J.C.; BIGARELLA, J. J. Interpretação ambiental e Geoturismo em Fernando de Noronha. In: Castilho, C. J. M; Viegas, J. M. (orgs.). **Turismo e Práticas Socioespaciais: Múltiplas abordagens e Interdisciplinaridades**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, p.171-192, 2008.

_____. MELÉNDEZ-HEVIA, G. Usando o patrimônio geológico para atrair turistas: o geoturismo no Brasil (Paraná) e Espanha (Aragón). **GEOUSP: Espaço e Tempo** (Online), n. 32, p. 124-139, 2012.

MORTARI, D. **Caracterização geotécnica e análise do processo evolutivo das erosões no Distrito Federal**. Brasília, 1994.

MARQUES, J. R. **Meio ambiente urbano**. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2005.

MOURA-FÉ, M. M. Geoturismo: uma proposta de turismo sustentável e conservacionista para a Região Nordeste do Brasil. **Sociedade & Natureza**, v. 27, n. 1, p. 53-66, 2015.

MUNHOZ, A. N. R. **Ecoturismo, Políticas Públicas e Planejamento Participativo e Comunitário no Município de Presidente Figueiredo, no Estado do Amazonas**. Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente) - Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia- PPG-CASA, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2010.

NASCIMENTO, M. A. L; RUCHKYS. U. A; MANTESSO-NETO, V. **Geodiversidade, Geoconservação e Geoturismo: Trinômio importante para a proteção do patrimônio geológico**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, 2008.

NEWSOME D.; DOWLING R. **Geotourism**. Oxford: Elsevier Butterworth-Heinemann, 2006.

OLIVEIRA, F.L. **Diversidade geológica-geomorfológica do Parque Natural Municipal de Nova Iguaçu (Rio de Janeiro): bases para o planejamento ambiental no contexto da geoconservação**. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Estadual do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.

OLIVEIRA, F. F; SANTOS, R.E.S; ARAÚJO, R, C. Processos Erosivos: dinâmica, agentes causadores e fatores condicionantes. **Revista Brasileira de Iniciação Científica**, v.5, n.3, p. 60-83, abr/jun. 2018.

OLIVEIRA, M.A.T. Processos Erosivos e Preservação de Áreas de Risco de Erosão por Voçorocas. In: GUERRA, A. J. T; BOTELHO, R. G. M. (Orgs.). **Erosão e Conservação dos Solos – Conceitos, Temas e Aplicações**. 9ª edição. Rio de Janeiro: Ed. Bertrand Brasil, 2014. p. 57-99.

PRESIDENTE FIGUEIREDO (AMAZONAS). Secretaria de Meio Ambiente. **Plano de Manejo do Parque Cachoeira das Orquídeas**, de fevereiro de 2006.

_____. **Implementação de Infraestrutura Turística no Parque Natural Municipal Cachoeira das Orquídeas**, de setembro de 2009.

REICHARDT, K. **A água em sistemas agrícolas**. São Paulo: Manole, 1990. 188p.

RUSCHMANN, D. **Turismo e Planejamento Sustentável: a proteção do meio ambiente**. Campinas, SP: Papirus, 1997.

SÃO PAULO, Secretaria de Energia e Saneamento de. **Controle de Erosão: bases conceituais e técnicas; diretrizes para o planejamento urbano e regional, orientações para o controle de boçorocas urbanas**. São Paulo: DAEE / IPT, 2013. 92 p.

_____. **Orientações para o combate à erosão no estado de São Paulo. Bacia do Peixe Paranapanema**. São Paulo, 1986, 6 vols. (IPT, Relatório, 24.739).

SALOMÃO, F.X.T. Controle e Prevenção do Processos Erosivos. In: GUERRA, A. J. T; SILVA, A. S; MACHADO, R. G. (Orgs.). **Erosão e Conservação dos Solos: Conceitos, Temas e Aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2014. p. 229-267.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. - São Paulo: Oficina de textos, 2008.

SERRANO, E.; GONZÁLEZ-TRUEBA, J. J. Environmental education and landscape leisure. Geotourist map and geomorphosites in the Picos de Europa National Park. **Geo Journal of Tourism and Geosites**, v. 8, n. 2, p. 295-308, 2011.

SIEFERT, C. A. C. SANTOS, I. Mecanismos de Geração de escoamento e áreas hidrologicamente sensíveis: uma abordagem hidrogeomorfológica para delimitação de áreas de preservação permanente. **Raega - O Espaço Geográfico em Análise**, v. 24, mar. 2012. ISSN 2177-2738. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/raega/article/view/26216/17486> Acesso em: 29 mai. 2019.

SILVA, A. D. **Geotecnologias e a problemática dos resíduos sólidos urbanos em Tefé, AM**. Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia). Manaus. Universidade Federal do Amazonas, 2009.

SILVA, J. A. C. e SILVA, M. F. Estudos florísticos no município de Presidente Figueiredo, Amazonas, Brasil – II: famílias Myristicaceae, Siparunaceae e Monimiaceae. **Acta amazônica**, vol. 38, n. 2, p. 207 – 212, 2008.

SIRKS, Alfredo. Cidade. In: TRIGUEIRO, André (Coord.). **Meio ambiente no século 21**. São Paulo: Autores associados, 2005.

SOUZA, N. C. **Geotecnologias na análise de suscetibilidade e riscos de processos erosivos em áreas do entorno de linhas férreas estudo de caso: malha Paulista-SP (Bacia do Tietê)**. Dissertação de mestrado Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Transporte. São Paulo, 2015. 155p.

SHOBBENHAUS, C. SILVA, C. R. **Geoparques do Brasil: propostas**: CRPM, 2012. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/1209>.

SUERTEGARAY, D. M. A. (org.). **Terra: feições ilustradas**. 3a ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2008.

SUGUIO, K. **Geologia Sedimentar**. 1. ed. São Paulo: Editora da Blucher- 2003. 400p.

TUCCI, C. E. M; COLLISCHONN, W. Drenagem Urbana e controle de erosão. In: CARLOS E. M. TUCCI; DAVID DA MOTA MARQUES (Org.). **Avaliação e controle da drenagem urbana**. Porto Alegre: EDUFRGS, 2000.

UNESCO. **Convenção para a proteção do patrimônio mundial, cultura e natura**: UNESCO, 1972. Disponível em: <https://whc.unesco.org/archive/convention-pt.pdf>.

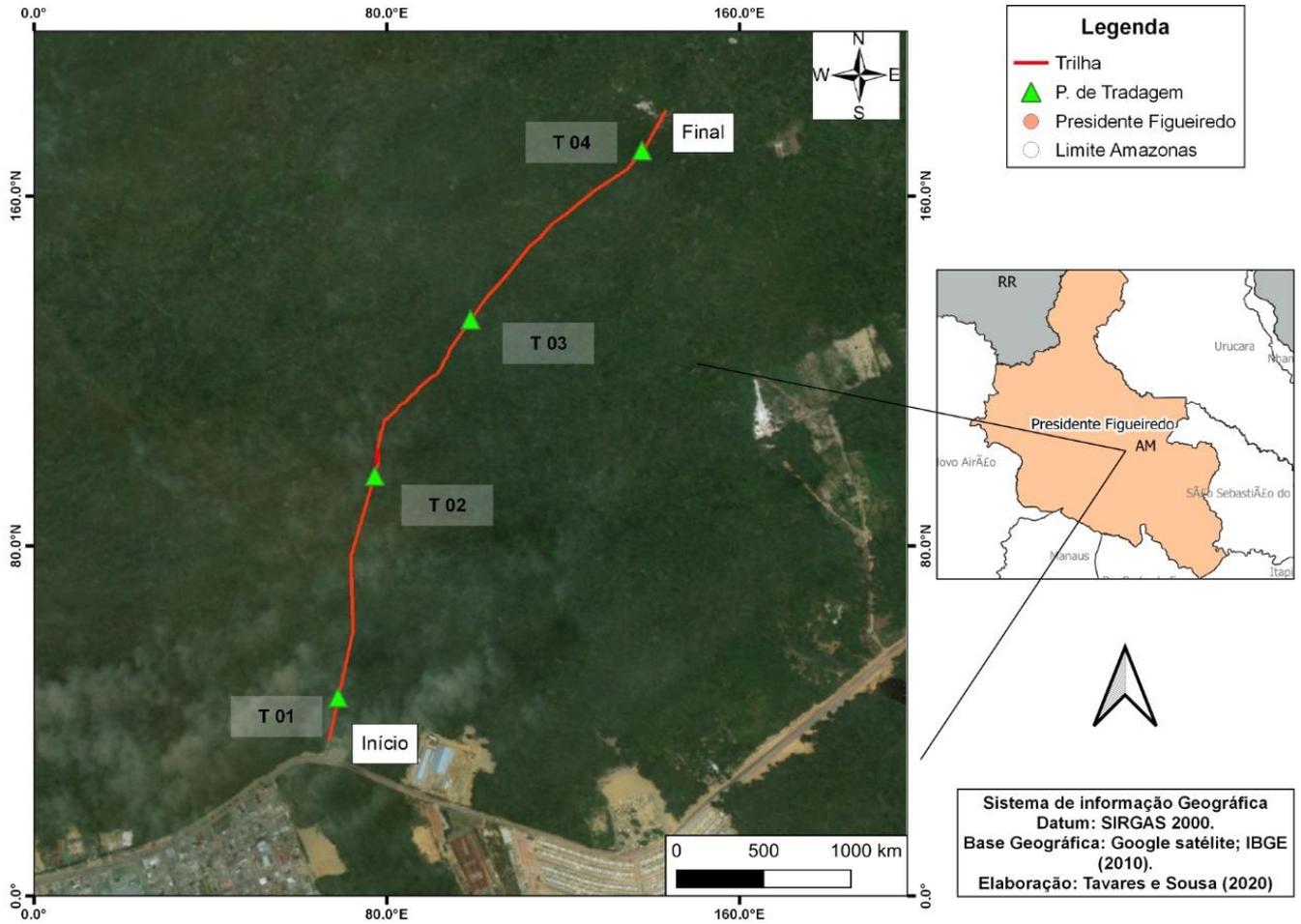
VALERIANO, M. M. **Topodata: guia para utilização de dados geomorfológicos locais**. São José dos Campos: INPE, 2008.

VIEIRA, A.F.G. **Desenvolvimento e distribuição de voçorocas em Manaus (AM): Principais fatores controladores de impactos urbano-ambientais**. Tese de doutorado. Florianópolis: UFSC, 2008.

SHI, Z. H.; FANG, N. F.; WU, F. Z.; WANG, L.; YUE, B. J.; WU, G. L. Soil erosion processes and sediment sorting associated with transport mechanisms on steep slopes. **Journal of Hydrology**, Volume 454, p. 123-130, 2012.

APÊNDICE

Figura 53: Pontos de tradagem



Fonte: a autora (2020).