



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS GEOGRÁFICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**

KEILA SUZANA GLICERIO DE ASSIS

**DEPÓSITOS COLUVIAIS COMO GEOCRONÔMETRO DAS MUDANÇAS
AMBIENTAIS NO MUNICÍPIO DE QUIPAPÁ-PE**

**Recife
2021**

KEILA SUZANA GLICERIO DE ASSIS

**DEPÓSITOS COLUVIAIS COMO GEOCRONÔMETRO DAS MUDANÇAS
AMBIENTAIS NO MUNICÍPIO DE QUIPAPÁ-PE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestra em Geografia. Área de concentração: Regionalização e Análise Regional.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Danielle Gomes da Silva Listo

Recife

2021

Catálogo na fonte
Bibliotecária Maria Janeide Pereira da Silva, CRB4-1262

- A848d Assis, Keila Suzana Glicerio de.
Depósitos coluviais como geoconômetro das mudanças ambientais no município de Quipapá-PE / Keila Suzana Glicerio de Assis. – 2021.
114 f. : il. ; 30 cm.
- Orientadora: Prof^a. Dr^a. Danielle Gomes da Silva Listo.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco, CFCH.
Programa de Pós-Graduação em Geografia, Recife, 2021.
Inclui referências.
1. Geografia. 2. Geologia estratigráfica – Quaternário. 3. Geocronologia.
4. Morfoestratigrafia. 5. Colúvio. I. Listo, Danielle Gomes da Silva (Orientadora). II. Título.

910 CDD (22. ed.)

UFPE (BCFCH2022-102)

KEILA SUZANA GLICERIO DE ASSIS

**DEPÓSITOS COLUVIAIS COMO GEOCRONÔMETRO DAS MUDANÇAS
AMBIENTAIS NO MUNICÍPIO DE QUIPAPÁ-PE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestra em Geografia. Área de concentração: Regionalização e Análise Regional.

Aprovada em: 26/02/2021.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Danielle Gomes da Silva Listo (Orientadora – Examinadora Interna)
Universidade Federal de Pernambuco

Profa. Dra. Rhaissa Francisca Tavares de Melo (Examinadora Externa)
Faculdade Luso-Brasileira

Profa. Dra. Thaís de Oliveira Guimarães (Examinadora Externa)
Universidade de Pernambuco

AGRADECIMENTOS

Àquele que tudo pode e tudo faz, o responsável pela vida e por minha existência: Deus, muito obrigada, por cada realização em minha vida e por sempre me acompanhar na minha caminhada; não tenho palavras suficientes para lhe dizer o quanto sou grata por sua presença em minha vida, obrigada, meu Deus!

À minha orientadora e amiga, Prof.^a Dr.^a Danielle Gomes da Silva Listo, por me orientar neste trabalho de conclusão de curso, por ter me aceitado, pelo seu voto de confiança em todos os meus passos, por todo o apoio, por seus compromissos comigo e meus trabalhos. Agradeço também por acreditar nos meus esforços. Meu muito obrigado!

Aos amigos do GEODEQC, em especial: Ítalo Tavares, Larissa Furtado e Viviane Gomes, por todo apoio nessa jornada, a eles dedico estas palavras de agradecimento; na verdade, não tenho palavras suficientes para descrever a gratidão por tê-los em minha jornada acadêmica.

Aos amigos da graduação Raiza Oliveira, Ítalo Tavares, Gerlando Rodrigues, Viviane Gomes, Larissa Furtado, Helton Vasconcelos, Diego Santos, Glauce Dias.

Agradeço também à CAPES, por conceder a bolsa de mestrado.

“Nada é Permanente, exceto a Mudança”.
(HERÁCLITO, 500 a.c.).

RESUMO

O estudo do relevo proporciona a identificação de evidências relacionadas ao desenvolvimento dos modelados, através da relação espaço-tempo, da estrutura e das taxas de operação dos processos superficiais (Pedogênese e Morfogênese), sendo estes fatores essenciais para estabelecer a evolução da paisagem e sua relação complexa que acontece na fonte dos sedimentos, na área de armazenamento e na área de transporte. A morfologia dos modelados presentes na paisagem são indícios de oscilações climáticas que ocorreram sobretudo durante o período do Quaternário. A geomorfologia dos ambientes atuais constitui a base para a assimilação da evolução da paisagem, no passado geológico. Diante disto, a associação do registro estratigráfico correlacionado à geomorfologia contribui para o entendimento do desenvolvimento da paisagem, pois as sequências deposicionais originam o único registro de sedimento conservado, o qual é capaz de elucidar a evolução da paisagem, assim, a junção de forma e depósito é crucial para compreender a dinâmica ambiental. O estudo realizado no município de Quipapá, teve como objetivo definir elementos, em bases empíricas, que possibilitaram a reconstrução da evolução geomorfológica da paisagem a partir dos depósitos de encosta. Foram utilizadas técnicas como datação por luminescência opticamente estimulada (LOE), análise morfoestratigráfica, análise sedimentológica, micromorfologia e identificação, *in loco*, dos depósitos. Os resultados demonstraram que na paisagem ocorreram períodos com remobilização dos mantos de intemperismo para as encostas, em que os depósitos apresentam a ocorrências de eventos distintos, um primeiro mediante a operação de eventos sazonais máximos pluviais, em um padrão climático semiárido designado de Heinrich. Um segundo episódio de alta magnitude durante uma fase do último máximo glacial. O terceiro, eventos pluviais máximos durante o penúltimo Estadal Pleistoceno Superior. Os resultados obtidos fizeram jus ao que a presente pesquisa se propôs a realizar.

Palavras-chave: quaternário tardio; geocronologia; morfoestratigrafia; colúvio; Quipapá-PE.

ABSTRACT

The study of the relief provides the identification of evidence related to the development of the modeled ones, through the space-time relationship, structure and operating rates of surface processes (Pedogenesis and Morphogenesis), these factors being essential to establish the evolution of the landscape and its complex relationship that takes place at the source of the sediments, in the storage area and in the transport area. The morphology of the models present in the landscape is an indication of climatic fluctuations that occurred mainly during the Quaternary period. The geomorphology of current environments is the basis for assimilating landscape evolution in the geological past. Given this, the association of the stratigraphic record correlated with geomorphology contributes to the understanding of landscape development, as the depositional sequences originate the only record of preserved sediment, which is able to elucidate the evolution of the landscape, thus the junction of shape and deposit is crucial to understanding environmental dynamics. The study carried out in the municipality of Quipapá, aimed to define elements, on empirical bases, which enabled the reconstruction of the geomorphological evolution of the landscape from the slope deposits. Techniques such as optically stimulated luminescence (LOE) dating, morphostratigraphic analysis, sedimentological analysis, and micromorphology and in loco identification of deposits were used. The results showed that in the landscape there were periods with remobilization of the weathering mantles to the slopes, in which the deposits present the occurrence of distinct events, the first one through the operation of maximum seasonal rainfall events, in a semiarid climate pattern called Heinrich. A second episode of high magnitude during a phase of the last glacial maximum. The third, maximum rainfall events during the penultimate Upper Pleistocene State. The results obtained did justice to what this research proposed to accomplish.

Keywords: late quaternary; geochronology; morphostratigraphy; colluviums; Quipapá-PE.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização da área de estudo.....	19
Figura 2 – Imagem 1 de satélite de Quipapá.....	20
Figura 3 – Imagem 2 de satélite de Quipapá.....	20
Figura 4 – Imagem 3 de satélite de Quipapá.....	21
Figura 5 – Mapa pedológico do município de Quipapá.....	22
Figura 6 – Mapa geológico do município de Quipapá.....	25
Figura 7 – Mapa geomorfológico do município de Quipapá.....	27
Figura 8 – Relevo Dissecado de Morros Altos de Quipapá.....	29
Figura 9 – Relevo Dissecado de Colinas de Quipapá.....	30
Figura 10 – Relevo Dissecado de Morros Baixos de Quipapá.....	30
Figura 11 – Planície fluvial afluyente Piranji de Quipapá.....	31
Figura 12 – Planície fluvial Rio Una Quipapá.....	32
Figura 13 – Climograma do Município de Quipapá.....	35
Figura 14 – Mapa hidrográfico do Município de Quipapá.....	37
Figura 15 – Quarteamento das amostras.....	60
Figura 16 – Agitação das amostras.....	60
Figura 17 – Peneiramento das amostras.....	61
Figura 18 – Separação dos grãos.....	61
Figura 19 – Grãos separados e pesados.....	62
Figura 20 – Etapa final amostras confeccionadas.....	62
Figura 21 – Mapa geomorfológico de localização dos pontos de coletas.....	67
Figura 22 – “A” Encosta à margem fluvial do Rio Una.....	69
Figura 23 – “B” Encosta à margem fluvial do Rio Una.....	69
Figura 24 – <i>Stone line</i>	70
Figura 25 – Rocha em alteração.....	70
Figura 26 – Perfil topográfico QDR1.....	71
Figura 27 – Depósito da área QDR1.....	72
Figura 28 – Rampa.....	74
Figura 29 – Cascalheira.....	74
Figura 30 – Clastos.....	75
Figura 31 – Perfil topográfico QDR2.....	75
Figura 32 – Depósito da área QDR2.....	77

Figura 33 – Depósito coluvial.....	78
Figura 34 – Rio Piranji.....	79
Figura 35 – Perfil topográfico QDR3.....	79
Figura 36 – Depósito da área QDR3.....	81
Figura 37 – Histograma das classes granulométricas para os sedimentos de Quipapá.....	82
Figura 38 – Área 1 - Curvas cumulativas das amostras QDR 40 e QDR 90.....	85
Figura 39 – Área 2 - Curvas cumulativas das amostras QDR 40 e QDR 80.....	85
Figura 40 – Área 3 - Curvas cumulativas das amostras QDR 30 e QDR 90.....	85
Figura 41 – Área 1 - Diagrama de Pejrurp QDR 40.....	86
Figura 42 – Área 1 - Diagrama de Pejrurp QDR 90.....	87
Figura 43 – Área 2 - Diagrama de Pejrurp QDR 40.....	87
Figura 44 – Área 2 - Diagrama de Pejrurp QDR 80.....	87
Figura 45 – Área 3 - Diagrama de Pejrurp QDR 30.....	88
Figura 46 – Área - 3 Diagrama de Pejrurp QDR 90.....	88
Figura 47 – Área 1 - Diagrama de Shepard QDR 40.....	89
Figura 48 – Área 1 - Diagrama de Shepard QDR 90.....	89
Figura 49 – Área 2 - Diagrama de Shepard QDR 40.....	90
Figura 50 – Área 2 - Diagrama de Shepard QDR 80.....	90
Figura 51 – Área 3 - Diagrama de Shepard QDR 30.....	90
Figura 52 – Área 3 - Diagrama de Shepard QDR 90.....	91
Figura 53 – Lâmina 1 QDR 40 luz branca.....	92
Figura 54 – Lâmina 1 QDR 40 luz polarizada.....	92
Figura 55 – Lâmina 2 QDR 40 luz branca.....	92
Figura 56 – Lâmina 2 QDR 40 luz polarizada.....	92
Figura 57 – Lâmina 3 QDR 40 luz branca.....	93
Figura 58 – Lâmina 3 QDR 40 luz polarizada.....	93
Figura 59 – Lâmina 1 QDR 90 luz branca.....	93
Figura 60 – Lâmina 1 QDR 90 luz polarizada.....	93
Figura 61 – Lâmina 2 QDR 90 luz branca.....	94
Figura 62 – Lâmina 2 QDR 90 luz polarizada.....	94
Figura 63 – Lâmina 3 QDR 90 luz branca.....	94
Figura 64 – Lâmina 3 QDR 90 luz polarizada.....	94
Figura 65 – Lâmina 4 QDR 90 luz branca.....	95

Figura 66 – Lâmina 4 QDR 90 luz polarizada.....	95
Figura 67 – Lâmina 1 QDR 40 luz branca.....	96
Figura 68 – Lâmina 1 QDR 40 luz polarizada.....	96
Figura 69 – Lâmina 2 QDR 40 luz branca.....	97
Figura 70 – Lâmina 2 QDR 40 luz polarizada.....	97
Figura 71 – Lâmina 3 QDR 40 luz branca.....	97
Figura 72 – Lâmina 3 QDR 40 luz polarizada.....	97
Figura 73 – Lâmina 4 QDR 40 luz branca.....	98
Figura 74 – Lâmina 4 QDR 40 luz polarizada.....	98
Figura 75 – Lâmina 1 QDR 80 luz branca.....	98
Figura 76 – Lâmina 1 QDR 80 luz polarizada.....	98
Figura 77 – Lâmina 2 QDR 80 luz branca.....	99
Figura 78 – Lâmina 2 QDR 80 luz polarizada.....	99
Figura 79 – Lâmina 3 QDR 80 luz branca.....	99
Figura 80 – Lâmina 3 QDR 80 luz polarizada.....	99
Figura 81 – Lâmina 1 QDR 30 luz branca.....	100
Figura 82 – Lâmina 1 QDR 30 luz polarizada.....	100
Figura 83 – Lâmina 2 QDR 30 luz branca.....	101
Figura 84 – Lâmina 2 QDR 30 luz polarizada.....	101
Figura 85 – Lâmina 3 QDR 30 luz branca.....	101
Figura 86 – Lâmina 3 QDR 30 luz polarizada.....	101
Figura 87 – Lâmina 4 QDR 30 luz branca.....	102
Figura 88 – Lâmina 4 QDR 30 luz polarizada.....	102
Figura 89 – Lâmina 1 QDR 90 luz branca.....	103
Figura 90 – Lâmina 1 QDR 90 luz polarizada.....	103
Figura 91 – Lâmina 2 QDR 90 luz branca.....	103
Figura 92 – Lâmina 2 QDR 90 luz polarizada.....	103
Figura 93 – Lâmina 3 QDR 90 luz branca.....	104
Figura 94 – Lâmina 3 QDR 90 luz polarizada.....	104

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Quantitativo do Grau de Seleção, Média e Valor segundo Folk e Ward (1957).....	83
Tabela 2 – Quantitativa da Assimetria segundo Folk e Ward (1957).....	83
Tabela 3 – Quantitativo dos valores de curtose segundo Folk e Ward (1957).....	84
Tabela 4 – Distribuição Anual de Th, U, K e Cálculo das Idades Finais das Amostras das Áreas 1, 2 e 3 nesta sequência.....	104

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	OBJETIVOS	17
1.1.1	Objetivo Geral	17
1.1.1.2	<i>Objetivos Específicos</i>	17
2	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	18
2.1	ASPECTOS GERAIS	18
2.2	ASPECTOS PEDOLÓGICOS	21
2.3	ASPECTO GEOLÓGICO	23
2.3.1	Unidade Paleoproterozóica	23
2.3.2	Unidade Mesoproterozóica	23
2.3.3	Unidade Neoproterozóica	24
2.4	GEOMORFOLOGIA	26
2.4.1	Unidade de Modelados de Dissecação	28
2.4.2	Unidade de Modelados de acumulação	31
2.5	O SISTEMA CLIMÁTICO	33
2.6	VEGETAÇÃO	35
2.7	REDE HIDROGRÁFICA	36
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	38
3.1	O QUATERNÁRIO	38
3.1.1	A Relevância do Estudo do Quaternário para a Geomorfologia	42
3.2	CONCEITOS DE COLÚVIO	45
3.2.1	O Colúvio como Geocronômetro de Processos Superficiais	47
3.3	A IMPORTÂNCIA DO ESTUDO MORFOESTRATIGRÁFICO PARA O ESTUDO DA GEOMORFOLOGIA DO QUATERNÁRIO	52
3.3.1	Morfoestratigrafia	53
3.3.2	Aloestratigrafia	54
4	METODOLOGIA	56
4.1	LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO	56
4.2	PRODUÇÃO CARTOGRÁFICA	56
4.2.1	Material de Suporte na Confecção dos Mapas	56
4.2.2	Mapa Geológico	56
4.2.3	Mapas Geomorfológicos	57

4.2.4	Mapa Pedológico	58
4.2.5	Mapa da Rede de Drenagem	58
4.2.6	Confecção do Climograma	58
4.2.7	Atividade de Campo	58
4.3	ATIVIDADES LABORATORIAIS	59
4.3.1	Análise Morfoestratigráfica	59
4.3.2	Análise Granulométrica	59
4.3.3	Pipetagem	63
4.3.4	Micromorfologia de Solos	63
4.3.5	Datação por LOE.....	64
5	RESULTADOS	66
5.1	ÁREA 1 – DEPÓSITO DE RAMPA COLUVIAL	68
5.1.1	Seção Vertical do QDR1.....	71
5.2	ÁREA 2 – DEPÓSITO DE RAMPA COLUVIAL	73
5.2.1	Seção Vertical do QDR2	76
5.3	ÁREA 3 – DEPÓSITO DE RAMPA COLUVIAL	78
5.3.1	Seção Vertical do QDR3.....	80
5.4	ANÁLISE SEDIMENTOLÓGICA DOS DEPÓSITOS DE QUIPAPÁ	82
5.4.1	Parâmetros Estatísticos Referentes à Seleção, Assimetria e Curtose.....	82
5.4.2	Parâmetros Estatísticos da Hidrodinâmica do Diagrama de Pejrup.....	86
5.4.3	Parâmetros Estatísticos do Diagrama de Shepard	88
5.5	ANÁLISE MICROMORFOLÓGICA DE SOLOS	91
5.5.1	Área 1 – QDR 40.....	91
5.5.2	Área 1 – QDR 90	93
5.5.3	Área 2 – QDR 40.....	95
5.5.4	Área 2 – QDR 80	98
5.5.5	Área 3 – QDR 30	100
5.5.6	Área 3 – QDR 90.....	102
5.6	DATAÇÃO DOS SEDIMENTOS POR LOE	104
5.6.1	Área 1 – QDR 40 e QDR 90	105
5.6.2	Área 2 – QDR 80.....	105
5.6.3	Área 3 – QDR 90.....	106
6	CONCLUSÃO	108

REFERÊNCIAS	109
--------------------------	------------

1 INTRODUÇÃO

O entendimento da evolução do relevo é essencial para compreender a sua relação com o tempo, pois a ciclicidade do tempo influencia diretamente nesses processos geomorfológicos, de modo que tais influências são evidenciadas na paisagem recente. Os eventos que ocorreram durante o quaternário também exercem influência na modelação do relevo, sendo assim, os sedimentos (coluviais/eluviais) são de suma importância para a obtenção das respostas necessárias para a interpretação dos depósitos sedimentares.

A análise do relevo, a partir dos ambientes deposicionais atuais, proporciona o alicerce para que se entenda como ocorreu a evolução da paisagem do passado. As sequências deposicionais constituem o único registro de material preservado capaz de elucidar a história da evolução dos modelados, de modo que, a junção entre forma e depósito, é imprescindível para a interpretação da dinâmica ambiental.

Nesse contexto, as mudanças ambientais durante o Quaternário produziram efeitos nas taxas de intemperismo, pedogênese e denudação, que resultaram nas transformações significativas da morfologia da paisagem.

Na conjuntura em que se estabelecem os modelados, a geomorfologia estabelece elementos variados, que proporcionam a reestruturação da dinâmica geomorfológica dos depósitos sedimentares, dentre os quais estão os setores fluviais e encostas.

Nesse sentido, a cronologia dos eventos denudacionais esculturadores da paisagem foi definida visando à compreensão de quais elementos pedomorfogenéticos atuaram diretamente na formação do relevo, que influenciou na taxa de formação do material, conforme cada unidade da paisagem.

Os depósitos estruturadores dos modelados de acumulação das encostas de revestimento coluvial e as planícies fluviais, são indícios geomorfológicos que estão relacionados às variações do clima durante o Quaternário, estas possuem energias que atingiram o Holoceno médio e superior, tendo reverberações consideráveis nos registros de materiais do município de Quipapá-PE.

Vale salientar que a maioria dos estudos em geomorfologia de ambiente subúmidos concentra-se no entendimento da formação e do deslocamento de materiais coluviais/aluviais, escala anual. Desta forma, verificou-se que os eventos

que são de ação rápida, devido às mudanças climáticas, acabam sendo suprimidos por serem processados em diferentes intervalos de tempo.

Sendo assim, a ausência do entendimento das modificações nos padrões de precipitações é capaz de conduzir a erros de significado quanto aos verdadeiros valores das taxas de formação dos sedimentos.

A discussão referente às mudanças climáticas envolve várias interpretações contraditórias, uma vez que, só podem ser compreendidas em cada área por meio dos modelos de ajustes da paisagem no Pleistoceno e Holoceno. Ou seja, só através da caracterização de cada área de estudo, é que será possível realizar uma interpretação mais fidedigna do ambiente desejado.

Diante disto, o trabalho lançou mão de métodos que possibilitassem as respostas mais precisas para a presente pesquisa, utilizando bases empíricas, técnicas como datação por luminescência opticamente estimulada (LOE), análise morfoestratigráfica, análise sedimentológica, micromorfologia, e recursos do Sysgran, Paint, Google Earth Pro, e identificação, *in loco*, dos depósitos sedimentares.

A pesquisa se baseou em responder as questões relacionadas com estudos paleoambientais, de caráter regional, para compreender as mudanças ocorridas ao longo do Pleistoceno Superior/Holoceno no relevo da Zona da Mata Meridional Pernambucana.

A geocronologia feita permitiu estabelecer os eventos esculturadores da paisagem, proporcionando o entendimento dos agentes modificadores do relevo, a partir da taxa de produção de sedimentos, de acordo com cada unidade de paisagem.

Sendo assim, as condições morfogenéticas contemporâneas e os ritmos climáticos, envolvidos no desencadear da morfogênese atual, corroboraram junto com as análises usadas no trabalho para reconstruir com veracidade a dinâmica dos sistemas, da superfície terrestre, assim como proporcionou a modelagem de taxas e o grau de intensidade e de operação dos processos morfogenéticos, viabilizando prognósticos precisos, e contribuindo com dados relevantes para futuros planejamento territoriais e ambientais do município de Quipapá-PE.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

- O objetivo desta pesquisa é identificar e analisar os depósitos coluviais na tentativa de se estabelecer uma cronologia ambiental na morfologia do relevo no município de Quipapá – PE.

1.1.1.2 *Objetivos Específicos*

- Realizar um mapeamento geomorfológico para a identificação das unidades de relevo e dos depósitos coluviais;
- Analisar a distribuição dos depósitos sedimentares no município e sua relação com os processos superficiais;
- Análise sedimentológica e pedológica para a compreensão dos arranjos morfoestratigráficos;
- Realizar datação absoluta dos sedimentos por meio da Luminescência Opticamente Estimada (LOE) para definição da temporalidade dos estoques sedimentares nas encostas;
- Avaliar qualitativamente as taxas de sedimentação a partir das áreas de estocagem de sedimentos na área associada à dinâmica geomorfológica.

2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Neste capítulo, faz-se uma abordagem sobre as características físicas da área de estudo.

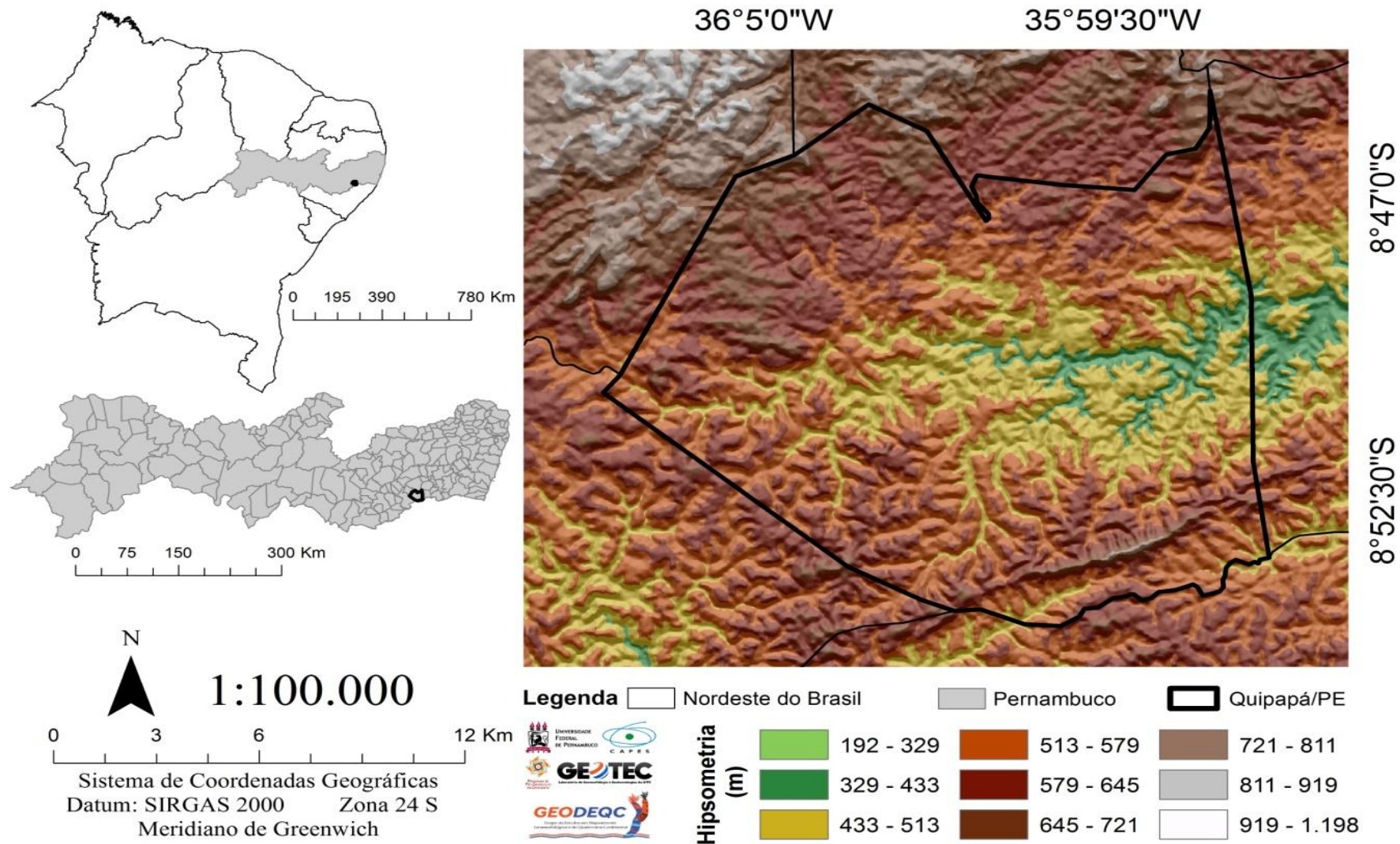
2.1 ASPECTOS GERAIS

O município de Quipapá está localizado na Zona da Mata Meridional do Estado de Pernambuco, o qual se limita ao norte com o município de Panelas, ao sul com Iateguara, estado de Alagoas, a leste com São Benedito do Sul, e a oeste com Canhotinho e Jurema.

A área municipal ocupa 224,70 km² (0,23% PE), inserida nas coordenadas geográficas de 8°49'40" de latitude sul e 36°00'42" de longitude oeste, integrando a mesorregião Agreste pernambucano e na microrregião de Garanhuns, e registrada predominantemente nas Folhas Garanhuns (SC.24-X-B-VI) e Palmares (SC.25-V-A-IV) na escala 1:100.000. A sede do município tem altitude aproximada de 370 m a 790 m.

O acesso à sede municipal dá-se a partir de Recife por meio das rodovias pavimentadas BR-101, PE-126 e PE-177, com percurso total em torno de 200,80 km. Na Figura 1, a seguir, demonstra-se o Mapa de localização do município de Quipapá.

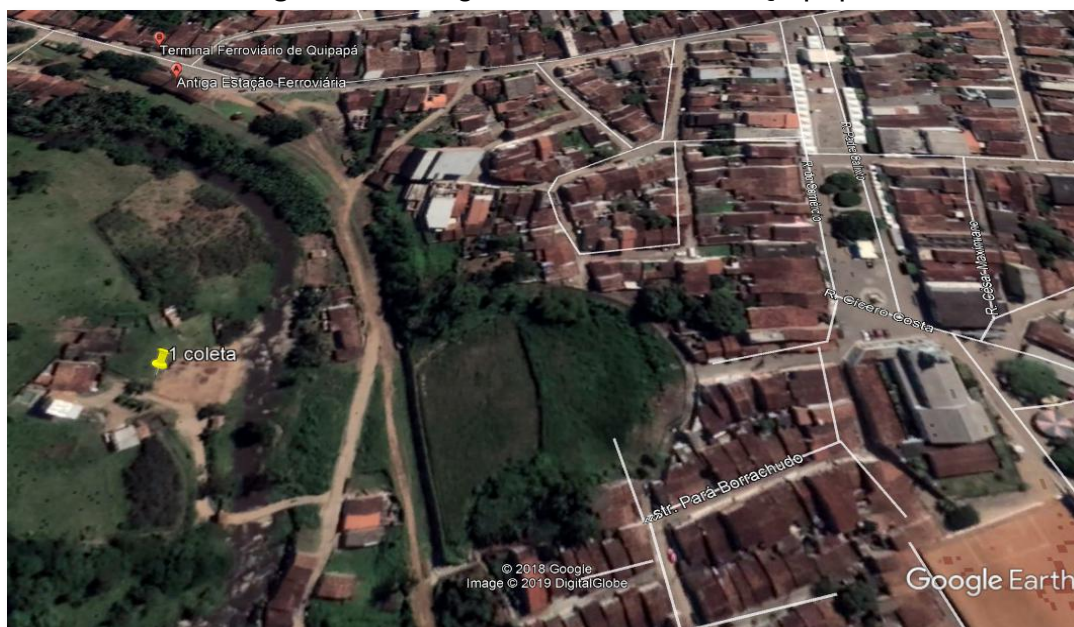
Figura 1 – Localização da área de estudo



Fonte: Adaptado do IBGE, 2019.

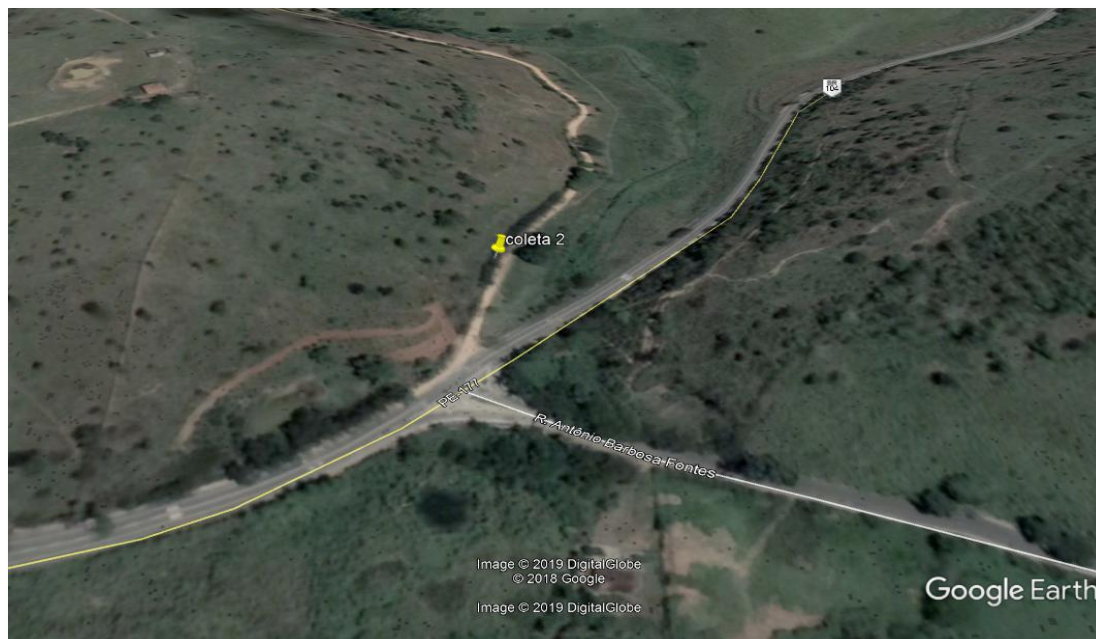
O município tem uma vegetação que contribui para a fixação do homem ao meio, o que influencia nas culturas agrícolas, a altitude varia entre 370 m e 790 m. Os pontos de coletas escolhidos em Quipapá estão representados nas figuras 2, 3, e 4, a seguir.

Figura 2 – Imagem 1 de satélite de Quipapá



Fonte: Google Earth Pro, 10/06/2019.

Figura 3 – Imagem 2 de satélite de Quipapá



Fonte: Google Earth Pro, 10/06/2019.

Figura 4 – Imagem 3 de satélite de Quipapá



Fonte: Google Earth Pro, 10/06/2019.

2.2 ASPECTOS PEDOLÓGICOS

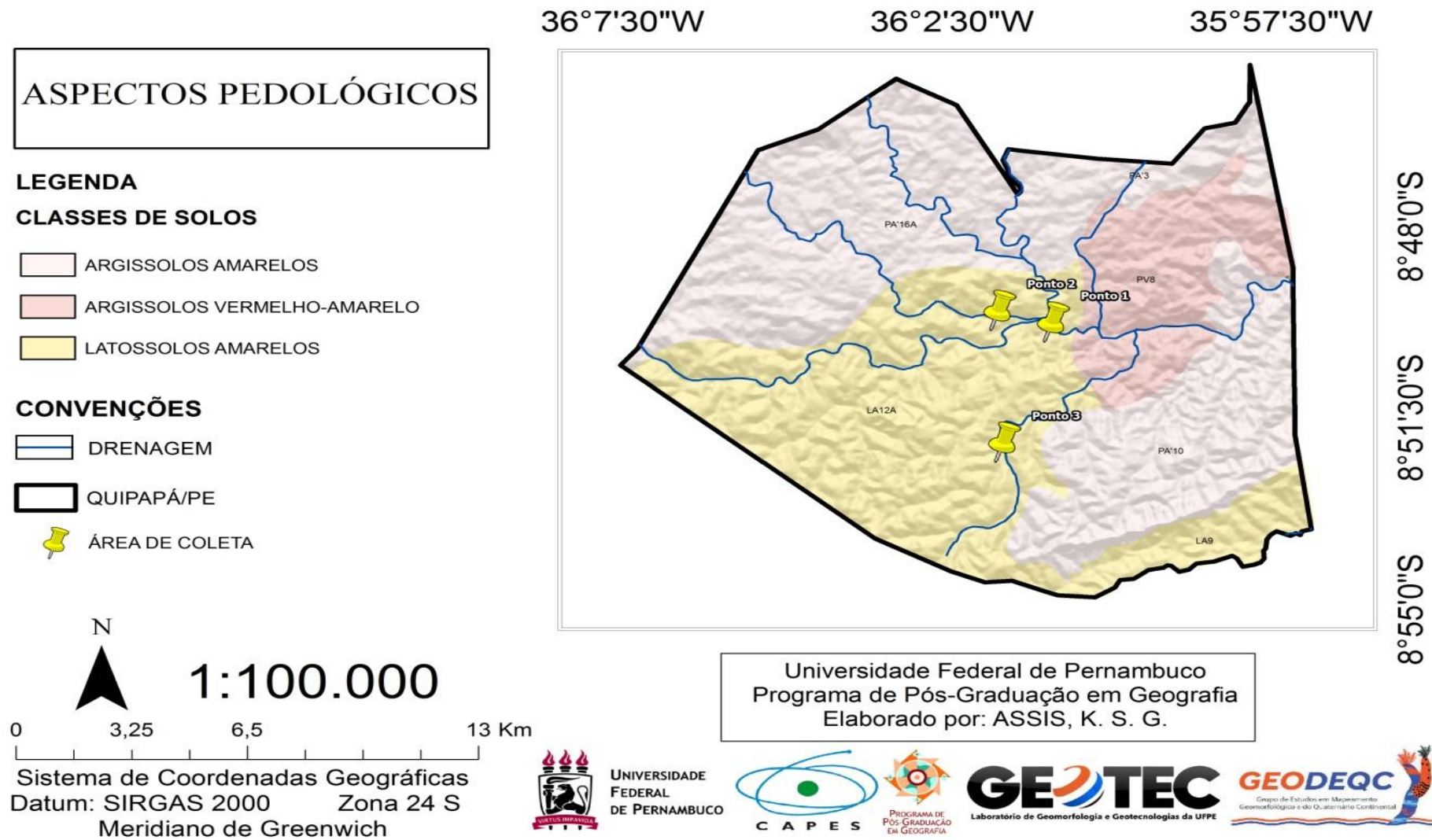
Este capítulo faz uma abordagem sobre o aspecto pedológico do município de Quipapá, este é um reflexo do volume de chuvas que se infiltrou, ou que excedeu na superfície terrestre. Assim, vale salientar que o município tem uma umidade elevada, por ter a sua posição topográfica mais elevada dentro da região, o que proporciona uma diferença nos padrões fisionômicos (clima e vegetação) e influencia na formação do solo da área.

O relevo é classificado como mares de morros, de acordo com a CPRM (2001) tem topos dissecados, vertentes íngremes e vales estreitos de fundos chatos, os solos são geralmente férteis nas encostas e pobres nos topos.

Desta forma, a área apresenta quatro tipos de solos: o Argissolo vermelho amarelado composto de sedimento arenoso e argiloso, o Latossolo amarelo com composição arenosa-argilosa, o Argissolo vermelho composto de sedimento argiloso e arenoso e o Gleissolo de várzea.

A seguir, tem-se o mapa pedológico do município de Quipapá representado na Figura 5. Salientando que o tipo de solo quatro não está exposto no mapa, só foram localizados os três primeiros tipos de solos, por conta da época do ano que foi elaborado o mapa com dados da área de estudo e análise em *in loco*.

Figura 5 – Mapa pedológico do município de Quipapá



Fonte: Adaptado da Embrapa, 2019.

2.3 ASPECTO GEOLÓGICO

Este capítulo faz uma abordagem sobre o aspecto geológico do município de Quipapá, apresentando a classificação geológica que foi baseada em dados da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM). A área de estudo está localizada na Província da Borborema, é constituída pelos litotipos dos complexos Cabrobó e Belém do São Francisco e das suítes Intrusivas Leucocrática Peraluminosa e Calcialcalina de Médio a Alto Potássio Itaporanga (CPRM, 2001).

2.3.1 Unidade Paleoproterozóica

Esta unidade é caracterizada por ser a unidade mais antiga encontrada em Quipapá, esta é constituída pelo complexo Belém do São Francisco, e estruturada com ortognaisses e migmatitos e remanescentes supracrustais. Tem predominância de metaleucogranitos róseos e migmatitos que englobam remanescentes de ortognaisses tonalítico-granodioríticos e supracrustais do Complexo Cabrobó. Vale destacar que, os migmatitos têm uma estrutura típica de schlieren, nebulítica e raft.

2.3.2 Unidade Mesoproterozóica

Esta unidade aflora ao longo de várias porções do Terreno Pernambuco-Alagoas, sendo estipulado em um fragmento oeste do terreno. Constitui-se em uma unidade supracrustal, em que se podem distinguir uma sequência metavulcano-sedimentar e uma sequência metassedimentar (SANTOS, 2000 apud CPRM, 2001).

A sequência metavulcano-sedimentar - Mcb3 é composta de (muscovita) - biotita xistos e biotita gnaisses, por vezes migmatizados. Muito frequentemente, notam-se bandas centimétricas a métricas intercaladas, englobando corpos lenticulares de metamáficas, calcários cristalinos, rochas calcissilicáticas e quartzitos. As metamórficas ocorrem em frequente associação com tremolitos, diopsiditos, hornblenditos, quartzitos calcissilicáticos e, por vezes, calcários brancos (SOARES et al., 1984 apud CPRM, 2001).

A sequência metassedimentar foi subdividida em dupla ligação litológica: uma é constituída de metarcósios com muscovita, incluindo níveis de muscovita quartzitos (qt) - Mcb2, ao passo que a outra possui metagrauvas turbidíticas, incluindo esporádicos porfiroblastos de feldspato, com granada e cianita, lentes de calcários cristalinos e rochas calcissilicáticas, assim como raras lentes de

metamáficas, exibindo-se em leitos psamíticos e pelíticos centi-decimétricos, alternados - Mcb1.

A Unidade Mesoproterozóica, está ao norte do município, a mesma é separada por falhas do complexo Belém do São Francisco. Sua composição é estruturada pela suíte intrusiva Chorrochó, caracterizada pela presença de Ortognaisse quartzo-monzodiorítico a granítico, porfiroclástico, e localmente milonítico.

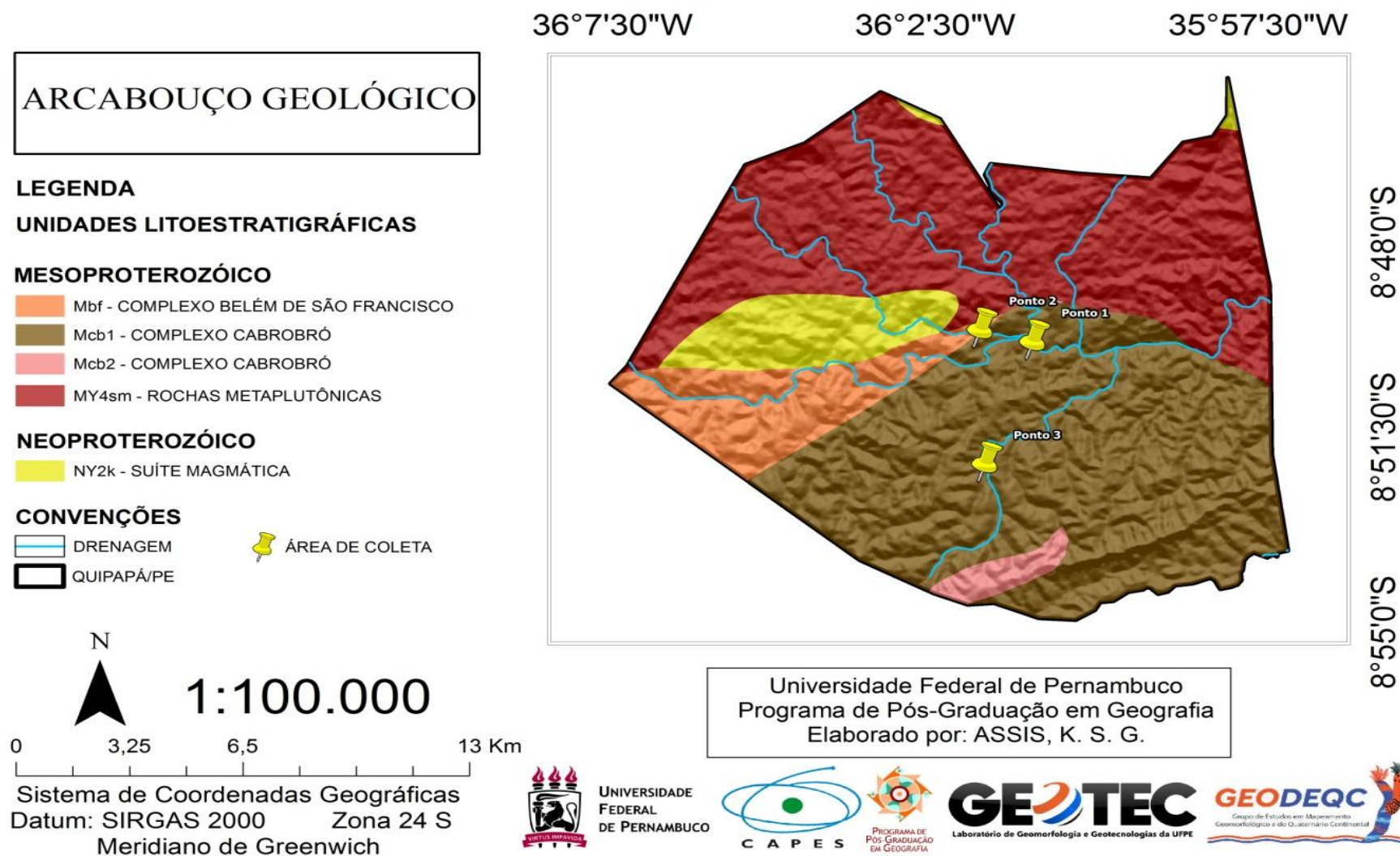
2.3.3 Unidade Neoproterozóica

Esta unidade é caracterizada por ser uma junção de paragnaisses e biotita xistos com intercalações de quartzitos, anfíbolitos e calcários cristalinos (COSTA et al., 2000; MELO, 2000; SIQUEIRA, 1971). É composta por eclosões plutônicas e estão relacionadas ao evento plutonismo que foi classificado, segundo o seu posicionamento tectônico em relação ao evento brasileiro (sin a tardi, tardi a pós e póstectônico), levando-se em conta as relações de campo, os dados geocronológicos disponíveis e as características petrológicas dos plútons (CPRM, 2001).

A eclosão plutônica ocorreu em muitos terrenos tectono-estratigráficos de Pernambuco, exibindo sem especificar caráter alcalino a calcialcalino, tal como o granitoide tipo “Rajada” (Ny1r), no extremo oeste do estado e os granitoides calcialcalinos normais (Ny1c) e de alto potássio (Ny1k), que são os representantes finais desse plutonismo, estando os calcialcalinos normais restritos ao Terreno Piancó - Alto Brígida e identificada do tipo “Conceição”, enquanto que os granitoides calcialcalinos de alto potássio acontecem em muitos terrenos, os quais são citados como sendo do tipo “Itaporanga” que ocorrem em Quipapá (CPRM, 2001).

Desta forma, com alicerce em estudo da CPRM (2001), foi elaborado o mapa geológico demonstrado na Figura 6, a seguir.

Figura 6 – Mapa geológico do município de Quipapá



Fonte: Adaptado da CPRM, 2019.

2.4 GEOMORFOLOGIA

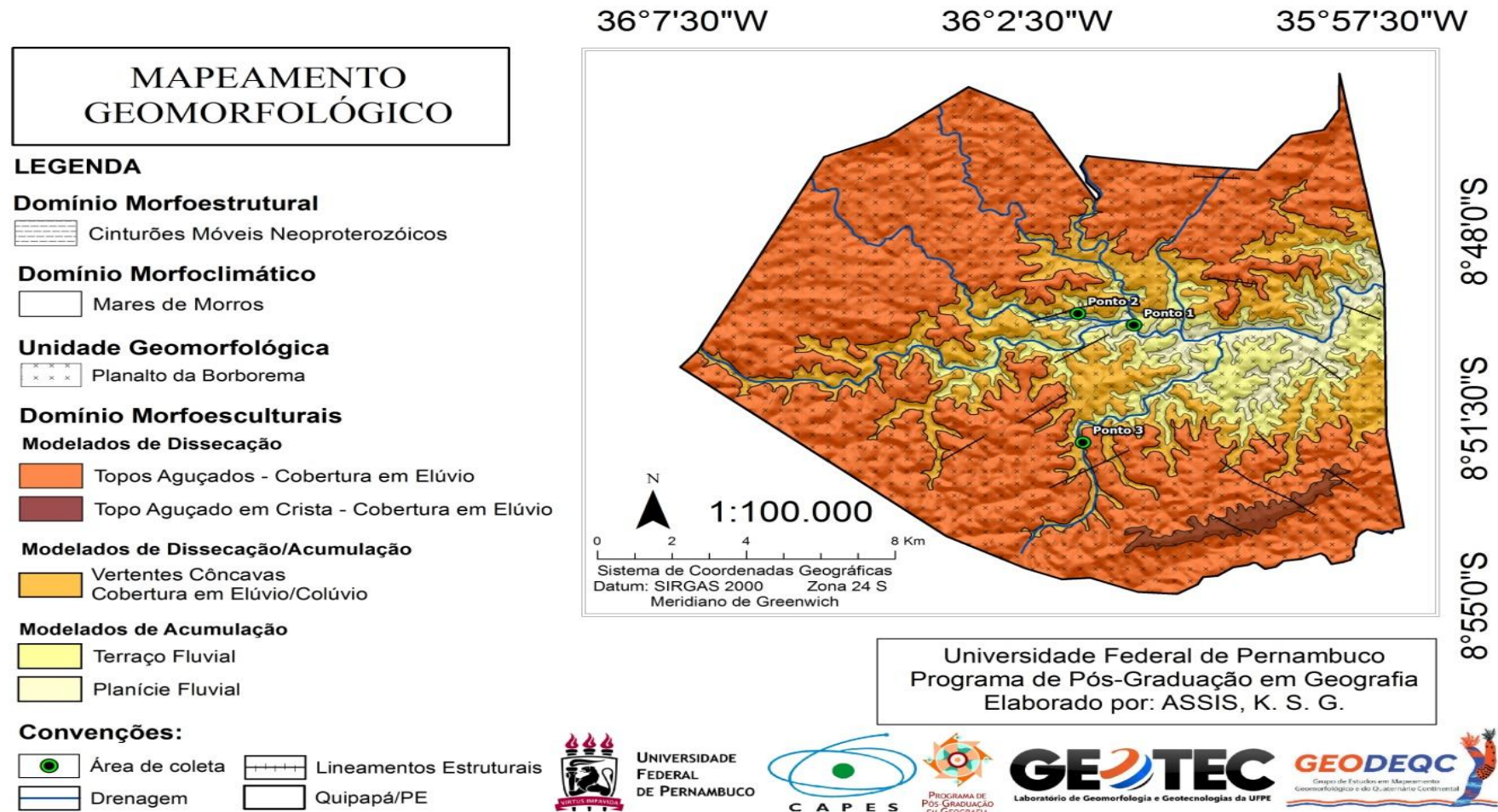
Este capítulo faz uma abordagem sobre a geomorfologia do município de Quipapá, a qual está inserida sob superfície retrabalhada, bastante dissecada e com vales profundos (CPRM, 2001). Os dados estão alicerçados no mapa elaborado da área estudada, identificou-se um domínio morfoescultural com predominância de duas unidades geomorfológicas, que são modelados de dissecção e modelados de acumulação. Sabe-se que eles estão englobados nos domínios morfoestruturais da região do Planalto da Borborema.

Com a premissa de compreender as feições geomorfológicas presentes especialmente nos domínios morfoestruturais do Planalto da Borborema da área de estudo, foi elaborado o mapa de unidades geomorfológica (Figura 7). Este, teve como intuito associar as informações de maneira concisa sobre o domínio morfoestrutural, domínio morfoclimático, unidade geomorfológica, domínio morfoesculturais, com a finalidade de estabelecer uma relação entre o domínio morfoestrutural por ter o caráter estruturador com as unidades geomorfológica.

Desta forma, o mapa a seguir apresenta resultados que compõe a dissertação, assim, ele será apresentado na área de caracterização da área, por ser uma peça chave para o entendimento da distribuição dos modelados, pois as áreas de coletas das amostras do interesse dessa pesquisa estão localizadas nos modelados de dissecção e acumulação que estão expostos no mapa geomorfológico da área.

Diante disto, o estudo do relevo é de suma importância, tendo em vista que, as características morfoestruturais, o mapeamento das feições geomorfológicas, contribuiu para a interpretação da dinâmica evolutiva da paisagem. Assim, os resultados obtidos foram o mais fidedigno possível, devido às técnicas que foram utilizadas durante este processo de interpretação da evolução da paisagem do município de Quipapá.

Figura 7 – Mapa geomorfológico do município de Quipapá



Fonte: Adaptado do IBGE, 2019.

Com base no mapa elaborado de unidades geomorfológicas, permitiu identificar as seguintes compartimentações;

2.4. 1 Unidade de Modelados de Dissecação

Com alicerce nas normas de classificação geomorfológica, os modelados de dissecação, ocorrem de forma mais generalizada na paisagem brasileira, os quais são caracterizados como: dissecados homogêneos, dissecados estruturais, e dissecados ravinhas. Ressaltar que, os dois primeiros tipos são definidos, pela forma dos topos e pelo aprofundamento e densidade da drenagem (IBGE, 2009).

As feições dos relevos de modelados de dissecações seguem classificações específicas, segundo o IBGE (op. cit.) são classificados em: feições convexas, tabulares e aguçadas. Diante disto, o relevo da área estudada, é do tipo dissecado homogêneo/ dissecado estruturais, com feições convexas, que são as formas mais dominante de Quipapá.

Nesse contexto, a área estudada é típica de dissecação fluvial, e que em litologias diversas, que não apresenta controle estrutural marcante, caracteriza-se predominantemente por colinas, morro e interflúvios tabulares. Os modelados de dissecação homogênea e estrutural são definidos pela forma dos topos e pela combinação das variáveis densidade e aprofundamento da drenagem (IBGE, 2009).

Frisar que, as formas de topos convexas são geralmente esculpidas em rochas ígneas e metamórficas e eventualmente em sedimentos, às vezes denotando controle estrutural IBGE (op. cit.). Essas formas convexas são caracterizadas por vales bem-definidos e vertentes de declividades variadas, entalhadas por sulcos e cabeceira de drenagem de primeira ordem.

A área estudada apresenta formas de topo tabulares que delineiam feições de rampas suavemente inclinadas, que, segundo a classificação descreve, geralmente são esculpidas em cobertura sedimentares inconsolidadas e rochas metamórficas, denotando eventual controle estrutural. São, em geral, definidas por rede de drenagem de baixa densidade, com vales rasos, apresentando vertente de pequena declividade. Resultam da instauração de processos de dissecação, atuando sobre superfície aplainada (IBGE, 2009).

Desta forma, no estudo do relevo dissecado, constata-se que sua identificação está alicerçada nas feições dos topos, em dados morfométricos de densidade e do aprofundamento da drenagem, com destaque para a declividade,

que se tornou elemento crucial usado para a caracterização das unidades geomorfológicas (op. cit.).

A feição a seguir, expressa uma forma convexa, com cobertura vegetal subperenifólia, na Figura 8, demonstram-se um relevo dissecado de morros altos da área de estudo.

Figura 8 – Relevo Dissecado de Morros Altos de Quipapá



Fonte: Arquivo da pesquisadora, 2020.

Na área de estudo em questão, os modelados abarcam padrões de feições de relevo que exprimem definições geométricas similares de acordo com a gênese comum e dos processos morfogenéticos atuantes, o que resulta na reincidência dos materiais correlativos superficiais (IBGE, 2009).

As colinas da área em estudo possuem uma declividade suave, expressa uma forma convexa, com uma vegetação subperenifólia, na Figura 9, demonstram-se um relevo dissecado de colinas.

Figura 9 – Relevo Dissecado de Colinas de Quipapá



Fonte: Arquivo da pesquisadora, 2020.

Os morros baixos têm suas próprias características e o seu gradiente é de suave a moderado. Esses morros podem ser caracterizados por colinas dissecadas, por possuírem uma geometria similar à de morros altos. Na figura 10, demonstra-se o relevo dissecado de morros baixos e forma convexa, vegetação típica da área, e encontra-se próximo ao afluente do rio Una (Afluente Piranji).

Figura 10 – Relevo Dissecado de Morros baixos de Quipapá



Fonte: Arquivo da pesquisadora, 2020.

2.4.2 Unidade de Modelados de acumulação

Com base nas normas de classificação geomorfológica, os modelados de acumulação são diferenciados, em função de sua gênese, em fluviais, lacustres, marinhos lagunares, eólicos e de gêneses mistas, resultantes da conjugação ou atuação simultânea de processos diversos (IBGE, 2009). Diante disto, verificou-se na área estudada dois tipos dessa da ordem planície fluvial e terraço fluvial.

Neste contexto, a Planície fluvial, é uma área plana resultante de acumulação fluvial sujeita a inundações periódicas, que corresponde às várzeas atuais. Destacar que, ocorre nos vales com preenchimento aluvial IBGE (op. cit.).

O Terraço fluvial, tem uma acumulação fluvial plana, levemente inclinada, e apresenta ruptura de declive em relação ao leito do rio e às várzeas recentes situadas em nível inferior, entalhada devido às mudanças de condições de escoamento e consequente retomada de erosão (IBGE, 2009). Salientar que, ocorre nos vales contendo aluviões finas a grosseira, pleistocênicas e holocênicas.

Desta forma, as planícies fluviais ocorrem nas regiões à montante do nível de base local. Uma vez que, os terraços fluviais são em certos pontos da área de estudo compostos por material aluvionar pretérito, por se encontrarem mais elevados que o nível das planícies atuais. Na Figura 11, a seguir, demonstra-se a planície fluvial do município de Quipapá.

Figura 11 – Planície fluvial afluyente Piranji de Quipapá



Fonte: Arquivo da pesquisadora, 2020.

A área expressa na figura 12 corresponde a uma planície fluvial do Rio Uma, com vegetações de porte variados e nativa da área de estudo.

Figura 12 – Planície fluvial Rio Una Quipapá



Fonte: Arquivo da pesquisadora, 2020.

As rampas de materiais alúvios-coluvionares, estas são áreas de deposições predispostas em encostas, que preenchem os fundos dos vales, constituídas por depósitos coluviais.

No tocante às vertentes, são revestidas por depósitos de colúvio e tálus correspondentes a uma área de acumulação que contém superfícies eluviais vigorosamente inclinadas.

Sendo assim, Quipapá situa-se em uma área de formas antigas, a qual foi muito desgastada por meio de processos denudacionais, em que se encontram encostas dissecadas e planícies diferenciadas por toda sua extensão.

2.5 O SISTEMA CLIMÁTICO

Este capítulo faz uma abordagem sobre o domínio morfoclimático, uma vez que, este é definido e delimitado, pela a interação das condições climáticas atuais e pretéritas, bem como os compartimentos e feições de relevo, as formas vegetais, as formações superficiais e os processos morfogenéticos operantes (JATOBÁ, 2014; SILVA, 2014). Destacar que, como se trata de uma área de domínio dos “Mares de Morros” (AB’ SÁBER, 1966), foi o pioneiro a estudar estas áreas no Brasil.

Vale ressaltar que Pernambuco é um dos vários estados que possui esse domínio morfoclimático, o qual configurou-se durante o Quaternário, na porção oriental do estado (JATOBÁ, 2014; GOMES, 2014). No decorrer desse período geológico, passou por expansão e contração, numa dialética que lhe foi imposta pelas oscilações e flutuações climáticas marcantes no Cenozóico (SILVA, 2014; GOMES, 2014).

Neste contexto, a partir do início do Holoceno, por ocasião da transgressão flandriana, as condições climáticas passaram a ser predominantemente quentes e úmidas (JATOBÁ, 2014; SILVA, 2014; GOMES, 2014).

O estudo de feições geomorfológicas, realizado no município de Quipapá, sugere que as suas formações superficiais, passou por três tipos de eventos com padrões climáticos variáveis, e que estes padrões ocorreram em episódios diferentes, um teria ocorrido numa fase de transição do Pleistoceno/Holoceno. Outro teria ocorrido em fases úmidas e secas, relacionado ao Último Máximo Glacial. E por fim, o terceiro se deu durante o Penúltimo Estadal do Pleistoceno superior.

Diante disto, após os estudos realizados na área de estudo, sugere-se que houve a ocorrência de fases com muita umidade e fases secas, o que corrobora com o estudo realizado sobre a evolução do relevo do município de Quipapá.

Neste contexto, faz-se uma apresentação dos principais sistemas que influenciam no clima dessas áreas de Mares Morro, precisamente no estado de Pernambuco, pois a área analisada encontra-se no mesmo.

As condições climáticas do estado de Pernambuco são caracterizadas pelo clima tropical, que tem influência direta de organizações de sistemas atmosféricos como: Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) atuante no Nordeste Brasileiro (NEB), Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN), Cavados e Inconstância de frentes frias (SOUZA et al., 2019).

A Zona de Convergência Intertropical é o agente que proporciona a maioria das precipitações na região Nordeste. Este sistema de escala planetária se origina nas áreas de baixas latitudes, por meio do encontro de ventos alísios do NE e SE (SOUZA et al., 2019).

No tocante ao VCAN, cabe frisar que ele interage diretamente com a ZCIT, interferindo na sua dinâmica. Desta forma, os sistemas que afetam o NEB são formados nos trópicos, podendo ser considerados sistemas estacionários, que se deslocam de leste para oeste, os quais estão vinculados aos sistemas de Alta da Bolívia (AB) e Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) (SOUZA et al., 2019).

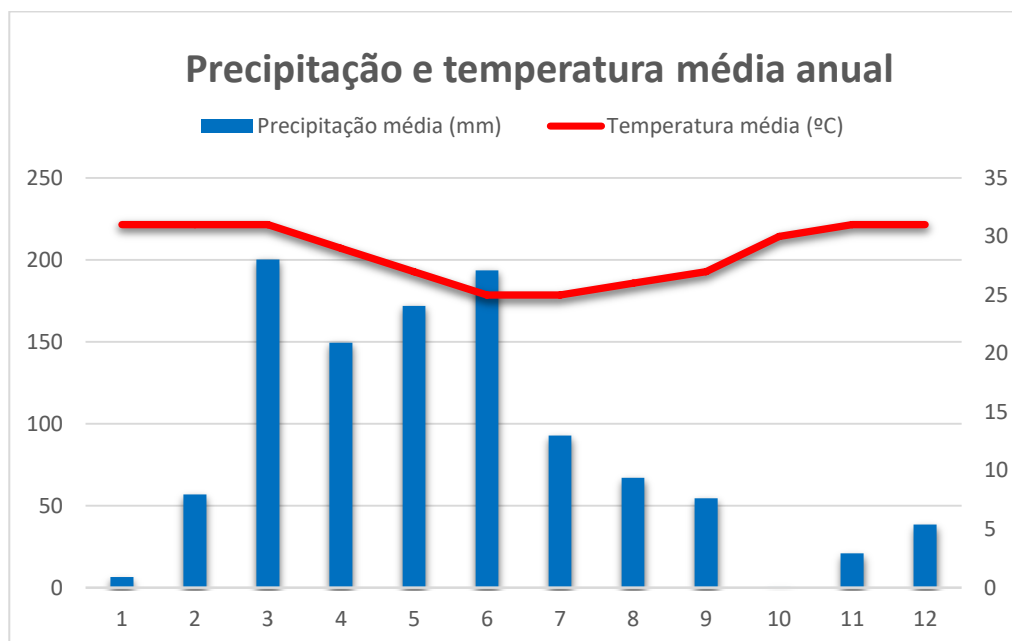
No que se refere ao distúrbio ondulatório de leste (DOL), este se origina no continente africano, ocasionando extensas chuvas durante o verão, de modo que este sistema atmosférico corresponde a duas massas de ar (fria e quente) originárias do atlântico e que chega até o litoral do Nordeste brasileiro (NEB).

A ZCIT proporciona o surgimento dos DOL devido à alta atividade convectiva em sua abrangência, que dura de 3 a 5 dias, podendo atuar simultaneamente junto aos Complexos Convectivos de Mesoescala (CCM) de outro modo, por brisas marinhas (SOUZA et al., 2019).

O município em estudo está inserido na Província da Borborema e tem um clima característico da Zona da Mata, e uma maior umidade devido à posição topográfica. O seu clima, segundo a classificação de Koppen, é As', sendo tropical chuvoso quente e úmido com precipitações no outono e inverno (CPRM, 2001).

As fases de precipitações iniciam entre dezembro e janeiro, podendo se estender até setembro. Dados históricos de precipitações indicam médias de 1.007,40mm anuais, tendo seu máximo em 1.532,60mm e seu mínimo de 666,70mm (SUDENE, 1962; 1985 apud CPRM, 2001).

Sendo assim, a temperatura altera-se conforme o período de precipitação pluviométricas. A média anual da temperatura fica em torno de 23,6 °C (CPRM, 2001). A seguir apresenta-se o climograma do município de Quipapá, que foi elaborado através de dados adaptados do Agritempo, da agência pernambucana de águas e clima e do instituto agrônômico de Pernambuco, todos os dados utilizados na elaboração deram o resultado que se observa na figura 13, o climograma, destacar que este climograma é referente ao ano 2021.

Figura 13 – Climograma do Município de Quipapá

Fonte: Dados adaptados do Agritempo e outros, 2021.

O climograma demonstra a variação da precipitação que acontece na área de estudo, apresentando os maiores e menores índices de chuvas que ocorrem, bem como a variação da temperatura média anual.

2.6 VEGETAÇÃO

Este capítulo faz uma abordagem sobre a vegetação, uma vez que esta é um fator relevante para os processos de natureza: física, química e biológica (intemperismo).

A vegetação permite que ocorra as transformações e o desenvolvimento da paisagem, pois, influencia diretamente para reduzir o volume de energia que atinge o solo quando ocorrer a precipitação, amenizando o impacto da chuva e a erosão do substrato terrestre (solo).

No que tange à perspectiva espaço-temporal, a vegetação incumbe-se de esclarecer as espécies de constituições vegetais que contribuíram para a dinâmica do relevo, por intermédio das alterações cíclicas do clima no Quaternário, que resultou em diferentes estratos vegetacionais, influenciando assim no processo de modelagem do relevo (morfogênese) e processo de formação do solo (pedogênese) (TRICART, 1977).

Com alicerce no zoneamento agroecológico de Pernambuco (ZAPE, 2001), a área de estudo é composta por uma vegetação de floresta subperenifólia, a qual é predominantemente nativa e compõe a mata atlântica que vem passando por alterações devido às ações antrópicas, uma vez que a monocultura da cana-de-açúcar é dominante na região, ocasionando um grande e desordenado desmatamento e enormes danos ambientais (EMBRAPA, 2000 apud CPRM 2005).

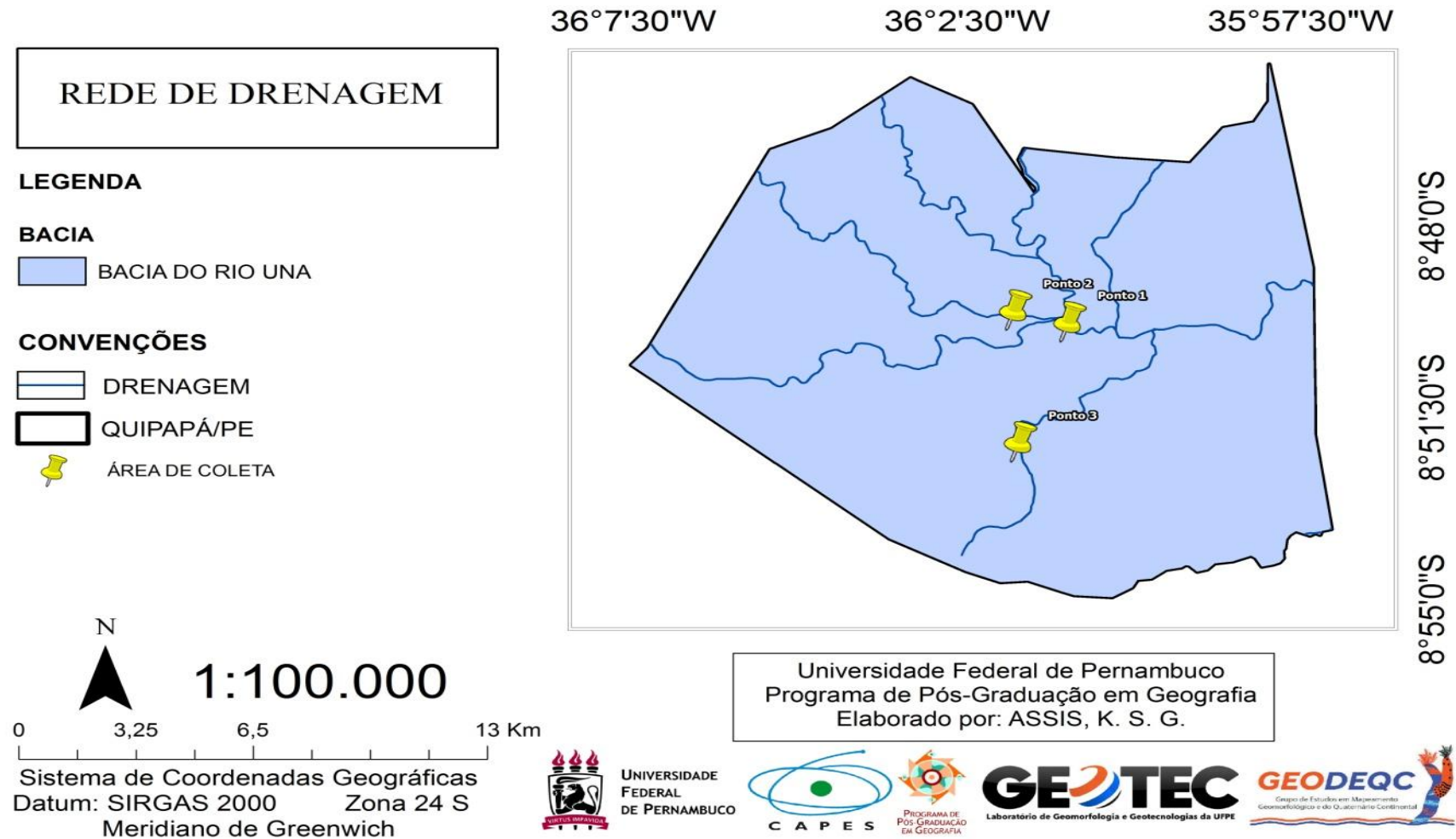
2.7 REDE HIDROGRÁFICA

A Rede Hidrográfica Superficial de Quipapá é composta por duas bacias hidrográficas, a do rio Una e Mundaú com predominância do rio Una. Assim, o rio Pirangi é o principal afluente do Rio Una na região, tendo como sub-afluentes: o Rio da Embiribeira e os Riachos Barra o Boi, da Areia, das Paixões e Duas Barras.

Vale salientar que, quase todos seus afluentes e sub-afluentes são contínuos (perenes) do rio Una, pois se beneficiam pelo clima e o relevo movimentado da área, na qual emergem várias nascentes, destacar que, estas fontes são essenciais para o abastecimento da população rural (CPRM, 2001).

O Município possui uma rede de hidrográfica estabelecida no domínio hidrológico fissural; este domínio é formado de rochas do embasamento cristalino que abarca o subdomínio de rochas metamórficas constituídas do Complexo Belém do São Francisco e do Complexo Cabrobó e o subdomínio de rochas ígneas da Suite calcialcalina Itaporanga e da Suite intrusiva Leucocrática Peraluminosa. Na Figura 14, a seguir, demonstra-se a rede de hidrográfica do Município de Quipapá.

Figura 14 – Mapa hidrográfico do Município de Quipapá



Fonte: Adaptado CPRM, 2019.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 O QUATERNÁRIO

Neste capítulo, faz-se uma breve abordagem sobre o período do Quaternário, e seus precursores que designaram este nome para este período dentre outros fatos que marcaram o mesmo. Com o intuito de propiciar uma compreensão sobre o Quaternário, buscou-se alicerce na obra de autores como Suguio (2003, 2010), Van Couvering (1997), entre outros, que descrevem sobre o Quaternário.

O termo Quaternário remonta o ano de 1669, quando ocorreu a revolução da ciência, quando N. Steno estabelece a lei de superposição de camadas (1638-1687).

O período do Quaternário tem seu início há cerca de dois milhões de anos, sendo a última divisão do tempo geológico, chegando até os dias atuais. O termo é inserido em 1829 por Jules Desnoyers – um geólogo e arqueólogo. Conforme a definição de Jules, esta palavra Quaternário se refere a depósitos marinhos que estão superpostos aos sedimentos da Bacia de Paris (SUGUIO, 2010). É importante destacar que esta designação se oficializou em 1833 por meio de um geólogo Henri Paul Irenée Reboul, referindo-se a depósitos sedimentares que estejam ligados a restos animais e vegetais vivos ainda vistos nos dias atuais.

O Quaternário pode ser classificado como uma diferenciação que ocorre na paisagem que está baseada na mudança do clima, envolvendo o desenvolvimento de novas formas através dos seus processos na paisagem.

O Período Quaternário é definido bioestratigraficamente por seus conteúdos faunísticos e florísticos de formas predominantemente vivos, sendo também caracterizado como a idade do homem (SUGUIO; NOGUEIRA, 1999).

Desta forma, surgem mudanças em diferentes escalas e magnitudes, devido às evidências de ações antrópicas no quaternário, o qual é marcado por episódios glaciais e interglaciais, que são alicerçados nos estudos de sedimentologia, dentre outros. Assim, estabelece-se a relação entre o passado e presente, que contribui para projeções de fases posteriores.

O Quaternário é um período que tem suas próprias características, de modo que, ao relatar sobre tal período, deve-se frisar a importância do “tempo”, visto que o tempo em questão é o “Tempo geológico” que é usado para relatar a temperatura, a

precipitação, dentre outros eventos que ocorrem em determinado ponto da superfície terrestre. Deste modo, o tempo é variável e pode mudar em uma escala de longo ou curto prazo, ocasionando mudanças no ambiente junto a outros fatores e processos.

O Quaternário foi subdividido por Suguio (2010) em períodos, de modo que o Pleistoceno teve uma duração de 11,5 mil anos, tendo como aspecto mais relatado o seu limite inferior, ou seja, sua transição plioceno-pleistoceno (AGER; WHITE; MATTHEWS JR., 1994). Segundo o que Van Couvering (1997) apresenta, após longos estudos para obter a definição desse limite do tempo geológico essencial, por representar o início dos paleoclimas glaciais que deram forma à fisiografia terrestre e moldaram o ambiente biológico no geral, a espécie humana fica datada de 1,81 Ma e coincidindo com a fase glacial mais importante do Quaternário, correlacionado ao aparecimento do *Homo erectus* na África.

Nesse contexto, encontrou-se um estratótipo-limite, composto por camadas marinhas de águas profundas, situada em Vrica, na Calábria (Itália). Esta seção estratigráfica foi caracterizada em detalhes por Pasini e Colalongo (1997), a qual envolve diferentes métodos, a saber: sedimentológico, paleoecológicos, bioestratigráficos, biocronológicos e magnetoestratigráficos, realizados em inúmeros países (SUGUIO, 2010). Após inúmeros estudos, concluiu-se que o elemento estudado era correspondente ao limiar do paleoclima mais frio do quaternário, característico de uma dispersão de molusco *Artica* islândica restrito aos estádios interglaciais.

Desta forma, por meio de variados estudos, são obtidas evidências das mudanças ocorridas no período do Quaternário, revelando as inúmeras transformações do ambiente terrestre, no âmbito biológico e físico, em variadas escalas e magnitudes.

No enfoque sobre a divisão do Quaternário, para Suguio e Nogueira (1999), o Holoceno tem uma duração de 10.000 anos. Esta fase coincide com o final da última grande glaciação ocorrida na Terra. Sendo assim, ressalta-se que esse contexto da divisão e sua duração não foram facilmente aceitos devido à negação que se tinha sobre ambos, em âmbito cultural e nas ciências naturais, de modo que, no norte da Europa, estabelecem-se várias fases de paleoclimas alicerçadas em zonações palinológicas, que tinham sua duração de centenas de milhares de anos.

Apesar das divergências, ainda assim, estabelece-se uma divisão para o período do quaternário que é aceita por inúmeros autores da área de estudo.

Desta forma, surgem teorias, tais como a teoria do catastrofismo de Cuvier (1812), em que o dilúvio está ligado à arca de Noé e corresponde à última catástrofe ocorrida na Terra, através dos tempos; a teoria do uniformitarismo ou uniformismo, apresentada por Hutton (1795), na qual relata que o passado é a chave do presente. Na Europa ocidental, a teoria do dilúvio prevaleceu durante muito tempo. Por meio dela, Mantell (1822) explicava as areias e cascalhos localizados acima do nível topográfico ao alcance dos rios atuais e chamava-os de diluvião, os sedimentos relacionados às drenagens modernas de aluvião; esta proposta foi aceita por W. Buckland (1823), que simpatizava com a versão bíblica.

Sendo assim, variadas são as teorias e suas hipóteses, pois, cada uma relata um modo de expor as mudanças ocorridas no período Quaternário, tendo como foco as inúmeras transformações ocorridas nesse período. Assim, possíveis teorias tentam desvendar e descrever de maneira aproximada o que ocorreu nas fases passadas, buscando assim alicerces para as diversas mudanças que ocorreram na paisagem, em épocas passadas e presentes.

No entanto, essas teorias não permaneceram por muito tempo, visto que surgiu o conceito da idade do gelo, e as denominações de diluvião e aluvião ficaram em desuso na Inglaterra, entretanto, os termos ficaram em uso na Alemanha até o século XIX com sentido cronoestratigráfico (SUGUIO, 2010). Desta forma, nos dias atuais, esses termos ficaram em desuso, e termos como aluvião e depósito aluvial, passaram a ser sinônimos de sedimentos fluviais, e não têm nenhuma conotação cronoestratigráfica.

Quanto à interpretação do Quaternário, observa-se que há autores que não compartilharam das mesmas teorias e propuseram as suas, e os que defenderam as que acreditavam, a exemplo de Lyell (1833), que refutou em seu livro teorias como a do dilúvio e a do catastrofismo, em favor do uniformitarismo alicerçado na representatividade percentual relacionada às espécies viventes de moluscos fósseis e depósitos marinhos.

As mudanças observadas na paisagem remontam desde o surgimento do homem, há épocas atrás, sendo assim, pode-se dizer que o Homem quando busca seu desenvolvimento, conseqüentemente interfere na superfície terrestre e ocasiona diversas alterações no ambiente, por utilizar algumas técnicas para se desenvolver.

Diante disto, a ação antrópica torna-se uma das principais contribuintes na mudança da superfície terrestre e do clima.

O Quaternário no Brasil deu-se em três fases: com relação à primeira, desde a sua descoberta até o século XX, têm poucas contribuições científicas e praticamente a maior parte são de autores de outros países, pois não havia curso superior relacionado à geociência e nenhum vínculo de estudo do Quaternário no país. Nesta época, teve contribuição de Darwin (1841), que cita em seu estudo a ocorrência de rochas praias no Recife (PE), onde considerou as evidências de variações do nível do mar na região, fato este que foi comprovado por Branner (1904) décadas depois. Nessa época, começa-se a despontar estudiosos brasileiros ao lado de estrangeiros, que viam importância na era cenozoica, porém o termo quaternário ainda não era considerado.

No tocante à segunda fase, esta é marcada pela a implantação dos cursos de História Natural e Geografia. Após esse ocorrido, vem o surgimento de estudos relacionados ao Quaternário. Vale salientar que os cursos foram desmembrados no fim da década de 1960 em cursos de biologia e geologia, de modo que, esses estudos passam a se tornar comuns, sendo estes relacionados à geomorfologia, à paleontologia e à arqueologia. Foi por meio de estudos geomorfológicos, do ponto de vista do Quaternário, que Tricart (1968) influenciou pesquisadores como Aziz N. Ab'Saber e João J. Bigarella, sendo eles, os que mais se destacaram nas pesquisas brasileiras.

Nesse contexto, a terceira fase se inicia em 1971 até os dias atuais, quando ocorre o I Simpósio do Quaternário no Brasil, durante o XXV Congresso Brasileiro de Geologia, que foi um marco importante.

Após o primeiro simpósio do Quaternário, frisar que, em seguida, acontece a Criação da Comissão Técnico-Científica do quaternário da Sociedade Brasileira de Geologia (SBG), porém, é extinta e, em seguida, surge a Associação Brasileira de Estudos do Quaternário (ABEQUA) (SUGUIO, 2010).

Ressalta-se que, nesse contexto da terceira fase na década de 1970, a Petrobras firma convênios de estudos integrados para que sejam executados por meio do Centro de Pesquisa (CENPES). O Brasil filia-se ao Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), a qual permanece até os dias recentes.

Na terceira fase, o Brasil teve participações em vários projetos internacionais de forma ativa, e muitos desses contaram com a participação de grandes

pesquisadores estrangeiros. Em suma, os estudos do Quaternário têm seu aumento significativo nos últimos trinta anos, tendo sua qualidade melhorada.

Com relação às fases descritas anteriormente, salienta-se que cada uma contribuiu a seu modo para que o estudo do quaternário progredisse ao nível que está atualmente, assim como a variação de autores de âmbito nacional e internacional, propiciando uma visão ampla do estudo em suas variadas fases, o que proporciona uma maior compreensão sobre o período Quaternário.

3.1.1 A Relevância do Estudo do Quaternário para a Geomorfologia

Neste capítulo, faz-se uma breve abordagem sobre a relevância que o estudo do Quaternário tem para a Geomorfologia, nesse intuito são abordados autores de renomes como CHRISTOFOLLETTI (1974,1980), SUGUIO (2010). Entre outros que já realizaram estudos nesse contexto.

A geomorfologia é a ciência que estuda as formas do relevo (CHRISTOFOLLETTI, 1974, 1980). Conforme é definido pelo autor, a forma é a expressão espacial de uma superfície, pois, compõe as diferentes configurações morfológicas, uma vez que a junção do aspecto visual e a sua configuração é o que caracterizará o modelado topográfico da paisagem de uma área.

O período do quaternário é marcado por eventos de várias magnitudes, os quais influenciaram na mudança do relevo, e que estão relacionados às várias mudanças climáticas do passado.

Assim, no estudo do quaternário, é possível obter evidências sob a evolução do relevo e os demais processos ocorridos na sua morfologia.

Nesse enfoque, a ciência precisará de dados globais, regionais e locais confiáveis que permitam realizar um modelo preciso, que vise diagnosticar futuras mudanças do clima. Segundo o que Suguio (2010) apresenta, a correlação com os dados climáticos atuais também será imprescindível para a reconstituição da história climática, isto é, as mudanças paleoclimáticas, representantes das variações no conjunto de parâmetros meteorológicos pretéritos característicos, do estado médio típico da superfície terrestre, assim como estes parâmetros contribuirão para a obtenção do diagnóstico necessário.

Diante do exposto, salienta-se que as medidas empregadas devem ter o máximo de precisão, de modo que se oriente da melhor forma a compreensão de determinados eventos e processos ocorridos, em ambos os momentos – do passado remoto ou presente – para uma obtenção fidedigna dos processos ocorridos anteriormente.

No que se refere às medidas empregadas para a obtenção de evidências paleoambientais, geralmente se usam aquelas relacionadas aos fenômenos naturais, pois estas preservam o registro das condições pretéritas. Segundo o que Bradley e Eddy (1989) esclarecem, os arquivos naturais [*natural archives*] ou registros representativos [*proxy records*] fornecem: temperatura; umidade ou precipitação; composições químicas do ar, da água ou do solo; biomassa e padrões de vegetação; erupções vulcânicas, variações do campo geomagnético, níveis marinhos e atividades solares.

Desta forma, salienta-se ainda que o método empregado para a obtenção desses dados é a datação, a qual revelará idades dos eventos, colaborando para o entendimento da sua natureza, e por meio da qual se obterá informação do sincronismo ou diacronismo deles para se saber as taxas de ocorrência e de transformações associadas.

Nesse enfoque, só por meio do conhecimento da estrutura anatômica e fisiologia ou funcionamento é que se pode ter uma ampla compreensão dos eventos, por envolverem fenômenos diversificados que constituem a natureza e o sistema dinâmico por ela constituído, visto que, ao ocorrer a mínima mudança, esta já afetará todo um conjunto (SUGUIO, 2010). Desta forma, o estudo do Quaternário possui uma diversificação de escalas espaciais e temporais, essenciais para se obter as informações que contribuirão para os estudos geomorfológicos.

O estudo do Quaternário contribuirá para que se estabeleça a relação entre o passado geológico e o presente, para assim, obterem-se prognósticos futuros, pois, ainda nos dias atuais, pode-se dizer que esta é uma tarefa complexa.

Salienta-se que o estudo do Quaternário é um alicerce, por ter um caráter de múltiplos aspectos, quando posto em comparação com a natureza atual, uma vez que a natureza já passou por várias modificações devido à presença antrópica (SUGUIO; NOGUEIRA, 1999). Desta forma, a eficácia do estudo está diretamente relacionada ao caráter multidisciplinar da análise, respaldando assim a sua eficiência sobre possíveis informações obtidas através do estudo do Quaternário.

Em conformidade com autores, a exemplo de Suguio e Sallun (2004), salienta-se que os estudos da geologia do Quaternário residem na sua aplicação da geologia ambiental. Sendo assim, visa-se compreender as dinâmicas ocorridas em ambos os tempos pretérito geológico e presente, relacionados à natureza e, assim, determinar meios e formas de lidar com tais momentos, para que não passem por alterações irreversíveis em ambos os tempos, chegando-se, assim, a soluções viáveis em ambos os casos.

O estudo do Quaternário surge como uma técnica de punho global no intuito de entender as dinâmicas naturais do passado e do presente, pois esta compreensão fornecerá elementos essenciais para um desenvolvimento, com menores problemas ambientais futuros (SUGUIO; MARTIN; FLEXOR; TURCQ, 1997).

Ressalta-se que o estudo do Quaternário agrega um leque de possibilidades que contribuem para a identificação dos fenômenos, sejam eles de cunho natural ou antrópico. Conforme Suguio (2003) a reconstituição de eventos pretéritos geológicos, e o caráter cíclico dos fenômenos, irão proporcionar elementos viáveis, para que sejam diagnosticadas as ocorrências futuras dos eventos de cunho local, regional ou global, os quais poderão trazer consequências catastróficas para o meio ambiente e para o homem.

O relacionamento entre formas e processos é considerado o objeto central da geomorfologia, segundo o que Christofolletti (1974) esclarece, pois, as formas, os processos e as suas relações constituem o sistema geomorfológico e os demais sistemas que compõem o ambiente, sendo assim, um modelo de processo-reposta.

Portanto, é através dos tempos passados que se encontrará uma melhor compreensão do desenvolvimento do relevo atual, analisando-se assim os fatores que deram forma aos modelados que se esculpíram através dos variados processos ao longo do tempo, e que colaboraram para a geração das formas na paisagem atual, assim como, as já existentes no passado.

3.2 CONCEITOS DE COLÚVIO

Neste capítulo, faz-se uma breve abordagem sobre o colúvio, pois nele pode ser encontrada a chave para desvendar a incógnita sobre os processos e eventos que ocorreram no passado e no presente, relacionado à morfologia dos ambientes.

Os depósitos coluviais são denominados como incoerentes com o aspecto terroso e comumente maciços de composição arenoargilosa, segundo Suguio (1999). Existem fragmentos de rocha de diversos tamanhos que podem ter passado por mais ou menos intemperismo, uma vez que, a formação está relacionada com sua movimentação lenta e viscosa de regolito (ou manto de intemperismo), que foi muito ou pouco umedecido pela água.

Nesse contexto, o fluxo da água influenciará na composição do colúvio, uma vez que, dependendo da sua intensidade e quantidade, será estruturado o depósito coluvial em questão.

O entendimento sobre colúvios está baseado na abordagem sistêmica, que trabalha com o modelo de processo-resposta, o qual se define levando em consideração o tipo de energia que atua no sistema, uma vez que também é regulado pelas características fisiográficas da paisagem, segundo o que propõe Arruda (2004 apud RIBEIRO; LIMA; CORRÊA, 2012).

O colúvio representa a chave para a descoberta do desenvolvimento geomorfológico, expresso na paisagem atual, uma vez que as mudanças vieram de um período de instabilidade e de oscilações climáticas, correlacionadas a eventos e processos que estão relacionados ao retrabalhamento erosivo e deposicionais que recobrem a paisagem vigente.

Nesse enfoque, os registros que estão contidos nos colúvios contribuíram para a formulação de quadros e padrões de referência, que orientam a interpretação dos depósitos antigos, segundo o que afirma Christofolletti (1980).

Vale destacar que vários pesquisadores consideram os depósitos de colúvios como resultado do deslocamento por rastejo de solo [*soil creeping*] ou rastejo de rocha [*rock creeping*] de depósitos eluviais, através das encostas mais ou menos suaves, por distâncias curtas, conforme esclarece Bloom (1978). Nesse enfoque, os colúvios-eluviais são espessos nas depressões dos paleorrelevos, onde fenômenos de solifluxão foram particularmente intensos no passado.

Nesse contexto, o rastejo envolve o processo de difusão de partículas, com intensidade de fluxo sedimentar linearmente proporcional a inclinação da vertente, segundo o que apresenta Heimsath *et al.* (2003). No entanto, este não é o processo mais conhecido de erosão de encosta recoberta por depósitos colúvio-eluviais.

Diante do citado, frisar que a movimentação de grãos individuais irá propiciar a ocorrência da ação de organismos escavadores, por raízes de árvores e escoamento concentrado de águas superficiais. Sendo assim, processos não difusivos, como fluxos viscosos que dependem da profundidade e do cisalhamento, também devem atuar no processo (FLEMING; JOHNSON, 1975; SELBY, 1993).

Desta forma, é importante ressaltar que a profundidade dos depósitos e as curvaturas das declividades de encostas lineares e compostas não são compatíveis com uma relação linear entre fluxos de sedimentos e as declividades das encostas, segundo o que afirma Braun, Heimsath, Chappell (2001). Diante disto, é necessário correlacionar a profundidade e a curvatura, junto ao fluxo de sedimentos e declividade da encosta, para compreender quais são os processos atuantes na difusão de partículas.

Os colúvios são solos transportados e exibem uma composição relacionada ao transporte por gravidade e a deposição dos materiais da fonte, segundo o que apresenta Rodriguez (2005).

Diante do citado, salientar que ambas as características se influenciam por processos posteriores à acomodação do material (RODRIGUEZ, 2005 apud RIBEIRO; LIMA; CORRÊA, 2012), de forma que, a evolução dos depósitos pode estar relacionada a evento de caráter único de remobilização dos sedimentos que resultará em uma única camada, ou ligado a uma sequência de eventos subsequentes que promovem a remobilização do material para a parte inferior da encosta, constituindo assim várias camadas deposicionais.

Portanto, existem várias definições no tocante ao colúvio; em diferentes níveis, cada autor retrata sua visão e conceito sobre o colúvio. Desta forma, obtêm-se visões diferentes e necessárias para a compreensão da importância do colúvio, como meio para compreender a evolução das formas estudadas na presente pesquisa.

3.2.1 O Colúvio como Geocronômetro de Processos Superficiais

Neste capítulo, faz-se uma abordagem de como o colúvio é um geocronômetro dos processos superficiais, tendo como alicerce autores renomados que trabalham com a temática colúvio e processos superficiais.

Quanto aos processos superficiais, estes se dão em dois grupos: o erosivo e o intemperismo. Convém ressaltar que ambos são agentes geomorfológicos que modelam o relevo e agentes exógenos que atuam na superfície e no seu interior. Estes processos têm como agentes: chuva, sol, vento, gelo, que contribuíram para o processo de desgaste e transformação do relevo.

Em linhas gerais, a erosão é um conjunto de processos que irá desagregar e transportar o solo e rochas ao longo da encosta até sua superfície, ou seja, ela faz a remobilização das partículas que foram geradas pelo intemperismo, pondo-as em outra área, este processo é considerado como sedimentação.

Nesse enfoque, o intemperismo é o processo em que as rochas são destruídas na superfície terrestre, ou seja, é o processo que faz a transformação desta rocha, gerando argilas, solos e matéria-prima dos sedimentos; estes processos vão ocorrer por meio dos processos químicos, físicos e biológicos.

Diante do citado, vale ressaltar que esses processos ocorrem mutuamente, de modo que, se a erosão remobilizar fragmentos alterados, novas porções de rochas inalteradas ficarão expostas ao intemperismo.

Desta forma, vale frisar que o intemperismo tem seus fatores controladores que são: composição e textura da rocha fonte, clima, topografia, cobertura vegetal e tempo, por sua vez, são interdependentes, e suas importâncias são variáveis (MSHANA; SUZUKI; KITAZONO, 1993 apud RODRIGUEZ, 2005). Deste modo, solos diferentes formam-se, segundo os arranjos dos fatores, e com aporte dos intemperismos que estejam relacionados nas diferentes fases de transformação da rocha fonte, gerando assim a superfície que se abarca na paisagem terrestre.

Em linhas gerais, para que aconteça uma mudança de modo marcante na paisagem, como especificamente acontece com os modelados do relevo, sabe-se que ocorre a influência de vários agentes e fatores, dos quais a água vai influenciar diretamente nessa morfologia do relevo.

Nesse enfoque, segundo Queiroz Neto (2011) diz que, a água tem influência direta na constituição e na elaboração do modelado do relevo, e que a água contribui para que aconteça o deslocamento dos elementos, fenômeno evidenciado no processo denominado de lixiviação (QUEIROZ NETO, 2011 apud RUBIRA et al., 2019).

Quanto ao clima, sabe-se que o seu caráter cíclico é um fator marcante que exerce influência sobre os colúvios, relacionando-os a processos superficiais, uma vez que o colúvio, desenvolvido nesses períodos de oscilação de clima, contribui como geocronômetro das marcas expressas no relevo de forma essencial para a obtenção da resposta procurada.

Segundo alguns autores de renome, que trabalham com a temática do clima e de processos superficiais, citam que o clima é considerado um agente modificador do relevo por seu caráter de ciclicidade, o que evidencia que houve períodos úmidos e secos, segundo Bigarella, Mousinho e Silva (1965 apud SILVA; CORRÊA, 2009).

Nesse contexto, o colúvio é considerado um geocronômetro por conter registros em sua composição de cunho importante, que contribui no entendimento dos processos superficiais que se abarca na paisagem atual, pois, estes processos e as mudanças climáticas, também ocorreram em períodos passados, o que proporcionará melhor entendimento da geomorfologia atual.

Desta forma, as oscilações ambientais propõem diversas formas que retratam a relação intrincada dos processos morfogenéticos passados e os atuais, aos quais as encostas são submetidas (BIGARELLA; MOUSSINHO; SILVA, 1965). Sendo assim, estes processos evidenciam a formação de colúvios, expressando a passagem de período úmido para um período seco, de modo que no úmido ressurgiriam processos pedogenéticos e dissecação de depósitos devido à drenagem. E o seco iria gerar uma sucessão coluvionar, cobrindo possíveis detritos que estariam expostos devido aos processos passados, originando assim as linhas de seixos nos possíveis depósitos, como forma de registros passados.

No tocante aos registros de paleopavimentos, estes estão contidos na estrutura dos depósitos do tipo coluvial. Vale destacar que não são todos os depósitos que contêm linha de pavimento em sua estrutura, uma vez que cada um tem estrutura diferente. Sendo assim, por meio dos aspectos e das dinâmicas topográficas das sedimentações atuais, obter-se-ão alicerces para o entendimento e interpretação de depósitos antigos (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Deste modo, as formas expressas na paisagem estão relacionadas à dinâmica que ocorreu ao longo do período do Quaternário, junto a forças, ou por ambientes deposicionais do período, resultando nas diferentes feições que se abarcam na superfície recente.

No enfoque da produção de sedimento, remobilização e deposição, estes são regidos por uma dinâmica, a qual mantém uma relação estreita com a dinâmica climática, de forma que estas relações propiciam vários registros sedimentares, devido ao retrabalhamento erosivo e deposicional, os quais são responsáveis por elaborar diversas feições morfológicas da paisagem (MOURA, 1998). Sendo assim, os registros preservam o material necessário sobre o desenvolvimento das feições, sua escala de tempo e respostas prováveis de como ocorreram.

Nessa perspectiva, salienta-se que os depósitos que contêm as linhas de seixos são considerados importantes por fornecerem um caminho para os episódios paleoclimáticos, uma vez que subdividem os eventos em pré-deposicionais e pós-deposicionais, ocorridos no início do Pleistoceno-Holoceno inferior, respectivamente, segundo o que esclarecem Bigarella e Ab' Saber (1964).

Por outro ponto de vista, é argumentado que a estratigrafia coluvionar é mais complexa do que a evolução cíclica pode sugerir. Segundo o que Corrêa (2001 apud SILVA; CORRÊA, 2009) apresenta, os ciclos erosivos e deposicionais são incompletos, de modo que as evidências da dinâmica nas encostas vêm sempre a se tornar truncadas e incompletas, quanto aos registros sedimentares.

Diante do citado, destaca-se que, ao utilizar registros como alicerce de análises, deve-se considerar a extensão de variáveis que caracterizam e diferenciam os diversos níveis deposicionais e sua constituição, para assim, se obter as informações fidedignas quanto aos registros sedimentares.

No tocante às diferenciações dos processos morfogenéticos e das formas erosivas e os depósitos correlativos, para Casseti (1994), estes são advindos das oscilações climáticas pleistocênicas, as quais são a causa da diversidade ocorrida nos processos. Desta forma, o autor conclui que o clima árido ou semiárido é responsável por desenvolver a paisagem horizontal, devido ao recuo paralelo das vertentes, que alargará o vale e processará a destruição das formas geradas pelo clima úmido, tornando-se superfície de aplainamento. No entanto, o clima úmido geraria relevo vertical, devido ao entalhamento da drenagem, o qual mostra

mudanças na força tectônica ou no gradiente do canal (CASSETI, 1994 apud OLIVEIRA, 2003).

Sendo assim, os climas são responsáveis por gerar as formas da paisagem, sendo elas horizontais ou verticais, uma vez que o relevo se desenvolve por meio das oscilações climáticas, sendo elas interglaciais ou glaciais, as quais caracterizam o desenvolvimento do relevo.

Pode-se dizer que, a paisagem é a formação de longas superfícies aplainadas após a sua seguinte fase de dissecação no clima, estando assim relacionada às forças atuantes, seja através do recuo paralelo, o qual ocasiona a destruição das formas, deixando-as suavizadas e aplainadas, seja por meio da intensidade tectônica ou gradiente do canal, que ocasionará a superfície vertical. Sendo assim, as variações das intensidades atuantes nas superfícies formaram diferentes paisagens na superfície terrestre.

Faz-se mister salientar que as alterações no fluxo de energia e matéria do sistema, proporcionaram indícios marcantes na paisagem, os quais contribuíram com informações referentes aos paleoambientes de forma precisa, uma vez que não se tem a precisão exata para revelar toda a complexidade que ocorre durante a formação do colúvio, pois cada ambiente tem suas próprias características, o que gera níveis diferentes de complexidade para elucidar cada processo em seus diversos ambientes.

Em linhas gerais, referente ao colúvio como um geocronômetro dos processos superficiais, ressalta-se que existem inúmeras possibilidades deste se constituir e por vários fatores que interferem na sua formação, de modo que ele é uma medição dos demais processos ocorridos na superfície terrestre; diante disto, autores como Knox (1972), Schumm (1977) e Tricart (1968) trazem visões diferentes sobre a formação do colúvio.

Ao se tentar estabelecer uma relação do escoamento superficial e da produção de sedimento coluvial, que tenha ocorrido no decorrer e depois da mudança climática, Knox (1972) propõe uma forma na qual as oscilações ocorram abruptamente, e não de forma gradativa, conforme outros autores já haviam proposto.

Nesse enfoque, conforme apresentou o autor citado anteriormente, as elevações abruptas proporcionariam uma elevação na produção de sedimento, causando assim o aumento das taxas de produção e, posteriormente, um

decrescimento nas mesmas; como consequência da mudança no padrão de circulação e erosão que ocorreu por meio da alta precipitação, a vegetação daria esta resposta ao ambiente em questão.

A partir de uma visão diferente de produção dos sedimentos coluviais, autores como Schumm (1977) concordam com a afirmação de Knox (1972) em sua proposta sobre uma forma abrupta, em que a mesma ocasionaria períodos de instabilidade na paisagem e propiciaria a produção de grandes taxas de erosão e de sedimento, ainda que as alterações de grande escala fossem complexas, por implicar eventos de alta intensidade e recorrência aleatória, ou cíclica.

É importante ressaltar o que é alertado por Schumm (1977), quando relata que as oscilações climáticas ocorridas no Pleistoceno tiveram influência de forma ativa e profunda sobre os rios e em vários ambientes distintos da superfície terrestre. Um exemplo usado por ele foi a mudança no padrão do rio Mississipi, o qual era entrelaçado e passou a ser meândrico; sendo assim, as oscilações geraram mudanças na superfície terrestre e são comprovadas por meio de estudos.

Vale destacar que há inúmeras formas de morfogênese, pedogênese e ação dos fluxos hídricos subsuperficiais, de acordo com o que esclarece Tricart (1968), ao relatar que a água que se infiltra antes de aprofundar, ressurgirá através da raiz, sendo reposta na atmosfera através da transpiração da vegetação; para o autor, desta forma, é feita a recolocação de certos materiais que em seguida serão deixados em regiões superiores em forma de detritos vegetais.

Conforme o que o referido autor acrescenta, a parcela de água que não passa por processo de evapotranspiração segue seu trajeto por outra via como a subterrânea, influenciando a pedogênese, sendo um fator de lixiviação. A água restante servirá de aporte para o escoamento abaixo da superfície, o que, em áreas tropicais úmidas, é mais comum de acontecer.

Outra visão é a de que a intensificação do processo acumula mais água, ocasionando perda de argila e fazendo com que ela se acentue. Para Fernandes Barros (1985) e Rubira, Perez Filho e Melo (2017), o aprofundamento da base das vertentes as tornará côncavas. Segundo esses autores, os processos são provocados através da relação existente entre a alteração do nível de base perto do rio, que intensifica o fluxo interno da encosta através da ação geoquímica e, concomitantemente, esculpe recentes formas na paisagem.

Faz-se mister destacar que a relação da pedologia e geomorfologia pode apontar para a velocidade da desnudação relacionada à intensidade do intemperismo, conforme aponta Penteado (1978 apud RUBIRA et al., 2019).

Nesse enfoque, a análise da formação das encostas proporcionará o alicerce sobre a dinâmica climática pretérita, contribuindo para a geocronologia das formas do relevo do Quaternário e para a reconstituição da morfogênese, uma vez que os paleossolos podem evidenciar o retorno da erosão no relevo estudado e elucidar várias questões sobre os processos ocorridos na encosta.

A reconstituição da geomorfologia quaternária, para Thomas e Thorp (1995), a compreensão da dinâmica da paisagem como medição das mudanças climáticas deve ser alcançada por meio de análise, datações e interpretações de depósitos aluviais e coluviais, considerando-se as oscilações climáticas que ocorrem abruptamente, de modo que está se ajusta de forma repentina, e não como se considerava anteriormente em certos estudos. A saber, que só através de longos intervalos de tempo é que uma paisagem se ajustaria devido às oscilações climáticas súbitas.

Diante do exposto, vale salientar que o colúvio como geocronômetro da dinâmica paleoclimática foi analisado por uma visão diferente, por seus diferentes métodos utilizados no presente trabalho. Em resumo, os depósitos coluviais mostram uma relação com as oscilações climáticas no início do Holoceno, de modo que o estudo dos processos superficiais proporcionou resposta adequada, valendo-se do referencial teórico, assim como do material técnico para a coleta do colúvio.

3.3 A IMPORTÂNCIA DO ESTUDO MORFOESTRATIGRÁFICO PARA O ESTUDO DA GEOMORFOLOGIA DO QUATERNÁRIO

Neste capítulo, faz-se uma abordagem sobre a relevância do estudo Morfoestratigráfico para a geomorfologia do Quaternário, bem como, relata um pouco sobre morfoestratigrafia e aloestratigrafia. Tem como alicerce autores renomados que trabalham com as temáticas citadas.

As diversas formas do relevo, fauna e flora que há na paisagem atual são advindas do período do quaternário e tiveram influência de fatores paleoclimáticos, o que contribuiu na caracterização das diversas formas que constituem a paisagem.

Os fatores paleoclimáticos proporcionaram mudanças ambientais notáveis de extensões espaciais e durações temporais muito diversificadas, segundo o que apresentam Lowe e Walker (1997 apud SUGUIO, 2010). Sendo assim, essas mudanças estão representadas por meio de um mosaico de paisagens e sequências sedimentares, nas quais contêm vestígios de fauna e flora, acompanhadas de artefato humano ou não.

3.3.1 Morfoestratigrafia

A morfoestratigrafia é utilizada para a reconstituição da evolução geomorfológica de uma paisagem, a qual envolve unidades morfoestratigráficas [superfícies e materiais componentes], de modo que se possa estabelecer uma relação de antiguidade entre elas e definir critérios para a correlação (SUGUIO, 2010).

A morfoestratigrafia analisa as formas geométricas dos sedimentos e a associação destes com a superfície terrestre, tendo em vista que serão um indício cronológico, que poderão interligar os depósitos em questão, levando-se em conta as características e as propriedades dos minerais relacionados às áreas de onde se originaram.

Tendo em vista a relevância do estudo estratigráfico para o estudo da geomorfologia do quaternário, é de suma importância a reconstituição da dinâmica sub-recente da superfície terrestre e suas formas resultantes, alicerçados em métodos que tenham uma melhor eficiência para a reconstrução do ambiente.

Nesse contexto, salienta-se que a classificação morfoestratigráfica está relacionada aos estudos estratigráficos do quaternário, mais precisamente aos de eixos climáticos, daí a importância para a obtenção de dados mais precisos possíveis, para não resultar em informações equivocadas.

Vale destacar que há uma necessidade do reconhecimento de superfícies deposicionais e da realização de análises estratigráficas detalhadas, segundo o que advertem Meis e Moura (1984 apud SUGUIO, 2010), uma vez que, se a classificação não for fidedigna aos dados que são obtidos das camadas chaves ou camadas guias e aos dados geocronológicos, pode vir a expressar-se um quadro equivocado da evolução geomorfológica da área.

Em suma, o aporte da morfoestratigrafia contribuiu para a obtenção de resultados o mais fidedigno e eficiente possível, no tocante à história evolutiva da geomorfologia do Quaternário.

3.3.2 Aloestratigrafia

O método aloestratigráfico proporciona um aporte para o estudo da evolução geomorfológica de uma área, posto que, por meio dele, pode-se obter a identificação e a classificação dos depósitos quaternários.

A análise aloestratigráfica foi introduzida por meio do Código estratigráfico norte-americano (NACSN, 1983), que tinha como objetivo identificar depósitos sedimentares cenozoicos do quaternário e mapeáveis, segundo a sua descontinuidade estratigráfica.

Nesse enfoque, vale destacar que uma unidade aloestratigráfica é representada por meio de um corpo sedimentar estratiforme, que é delineado por descontinuidades e limitantes (SUGUIO, 1999). Como exemplo, têm-se as discordâncias erosivas regionais, e não diastemas, uma vez que são do local de origem.

Dessa forma, a análise aloestratigráfica se dá com o intuito de se obter uma caracterização fidedigna do reconhecimento dos depósitos quaternários, considerando-se o aspecto de descontinuidade e irregularidade dos registros sedimentares e seus curtos intervalos de tempo geológicos em que acontecem um evento deposicional e outro.

A aloestratigrafia contribui para a identificação de depósitos que tenham uma litologia similar superposta, contígua ou geograficamente separada, que sejam limitados por descontinuidades (SUGUIO, 1999), ou pode considerá-los como pertencentes a uma única unidade de depósito caracterizado de heterogeneidade litológica e/ou que ocorrem em níveis topográficos diferentes e exibam idades distintas.

Em linhas gerais, pode-se dizer que a identificação dos depósitos pode ser realizada através da aloestratigrafia, esta técnica facilitará o processo para distinguir o tipo e sua classificação se o depósito for considerado heterogêneo por pertencer a uma unidade litológica; entende-se que se encontra em níveis topográficos diferentes, e apresentam idades variáveis, dependendo do nível e da sua tipologia de depósito.

Faz-se mister salientar que as discontinuidades e unidades aloestratigráficas são fundamentais, uma vez que, as discontinuidades representam planos de tempo, e a unidade aloestratigráfica tem como função definida fazer o corte destes planos, tornando-se assim essencialmente diacrônicas (SUGUIO, 2010).

Neste contexto, as discontinuidades e as unidades aloestratigráficas, formam uma base para a cronoestratigráfica. Sendo assim, as unidades aloestratigráficas, por apresentarem grandes variações faciologicas e espaciais, cujas constituem o conceito de sistemas deposicionais, pode se considerar ferramentas com mais utilidade para estudos paleoambientais, se comparadas com as formações por se tratar de unidades litoestratigráficas.

É válido destacar que, segundo o que Walker (1990) e Vail e Mitchum Jr. (1997) apresentam, a aloestratigrafia está integrada a “novas estratigrafias” que, com a sismoestratigrafia, a estratigrafia de sequências e a sequência estratigráfica genética, podem ser utilizadas em qualquer sequência sedimentar independente de seu contexto geológico ou idade (VAN WAGONER et al., 1988.; GALLOWAY, 1989 apud SUGUIO, 2010).

Portanto, a integração das estratigrafias surge como aporte, para ampliar a aplicabilidade da mesma, de modo que, proporciona uma maior eficiência no estudo aloestratigráfico, independente da sequência sedimentar que for utilizada em questão, tanto no seu contexto geológico, como nas idades utilizadas no estudo.

Com alicerce na técnica, que já foi descrita e realizada no presente trabalho, salienta-se que é uma das mais eficientes em estudos dessa temática, pois, proporcionou o máximo de precisão e corroborou no estudo.

Desta forma, pode-se chegar a resultados surpreendentes e inéditos da área estudada, devido à técnica que propiciou a precisão e qualidade para a obtenção dos resultados esperados.

4 METODOLOGIA

O trabalho foi estruturado por etapas, que iniciou com: o levantamento bibliográfico, levantamento e produção cartográfica, trabalhos de campo e análises laboratoriais, resultando em três etapas.

4.1 LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO

O levantamento bibliográfico foi baseado em leituras de obras como: livros, dissertações, artigos, relatórios técnicos e manuais cartográficos, que contêm uma abordagem sobre as variadas temáticas abordadas na pesquisa em questão.

4.2 PRODUÇÃO CARTOGRÁFICA

A produção cartográfica foi alicerçada no levantamento e análise de materiais cartográficos pré-existentes da área de estudo, sendo assim, foram tomados como referência para a construção da análise ambiental e para a produção de mapas. Os materiais pré-existentes cartográficos são advindos de órgãos como o estadual e o federal, os quais contribuíram para o desenvolvimento dos mapas na presente pesquisa.

4.2.1 Material de Suporte na Confecção dos Mapas

Para a confecção dos mapas, foram utilizados alguns mapas específicos que são produzidos pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM) que tem parceria com o ministério de minas e energia de Pernambuco, como o de Geodiversidade e de classes de solos, que é feito pelo Zoneamento Agroecológico do Estado de Pernambuco (ZAPE). Sendo assim, foram feitas 5 cartas (geomorfológico, hipsometria, geológico, pedológico, hidrográfica); suas bases cartográficas foram convertidas para a projeção cartográfica Universal Transversal de Mercator (UTM), Datum Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas de SIRGAS 2000. Desta forma, confeccionaram-se os presentes mapas na pesquisa com o alicerce dos órgãos citados acima.

4.2.2 Mapa Geológico

O mapa geológico foi elaborado por meio de dados disponíveis na folha SC.24-X-B-VI (Garanhuns) e SC.25-V-A-IV (Palmares), adquiridas pelo website:

<http://geosgb.cprm.gov.br/>, do Serviço Geológico do Brasil (CPRM) elaborado na escala de 1:250.000, e representado aqui na escala de 1:100.000.

Os lineamentos estruturais foram extraídos e vetorizados com base nos trechos retilíneos das cristas residuais, a partir da análise da imagem raster de relevo sombreado das folhas 08S375 e 08S36_, com resolução de 30 m do projeto TOPODATA do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, e de imagens de satélite disponíveis no *software* Google Earth Pró. Todos os outros mapas utilizaram-se do relevo sombreado por baixo, usando transparência a 30% da shape superior, causando na imagem uma aparência tridimensional.

4.2.3 Mapas Geomorfológicos

Para a produção dos mapas geomorfológicos da área de estudo, os procedimentos técnicos utilizados, seguiram os critérios estabelecidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística com apoio do seu Manual Técnico de Geomorfologia (2009). Para o mapa de classificação mais generalizada para caracterização da área de estudo, foram utilizados os dados disponíveis no Zoneamento Agroecológico de Pernambuco e de informações obtidas do Mapa Geodiversidade de Pernambuco, plotadas em uma escala de 1:100.000.

Para a elaboração do segundo mapeamento geomorfológico de detalhe, em escala de 1:100.000 foi utilizado o *software* ArcGis 10.5, a partir da análise do MDT (Modelo Digital do Terreno) – imagem Alos Palsar, resolução de 12,5 m, disponibilizadas pela National Aeronautics and Space Administration (NASA) na plataforma digital Alaska Satellite Facility (website: <https://vertex.daac.asf.alaska.edu/>), imagens de satélite disponibilizadas pelo *software* Google Earth Pró, e perfis topográficos traçados por meio das ferramentas “Interpolate Line” e “Profile Graph” (ArcGis 10.3). A compartimentação e a vetorização das unidades se deram a partir da criação de camadas em polígono no formato *shapefile* (shp).

Os mapeamentos estão organizados hierarquicamente em unidades morfoestruturais, e delas subdividiram-se unidades menores que correspondem às feições morfoesculturais. Desta forma, foram elaborados os mapas geomorfológicos que estão no presente trabalho, no intuito de obter uma melhor compressão das áreas que foram estudadas do município de Quipapá.

4.2.4 Mapa Pedológico

O Mapa Pedológico foi elaborado a partir da base de dados cartográficos disponibilizados pelo Zoneamento Agroecológico do Estado de Pernambuco - ZAPE (2001) produzidos na escala de 1:100.000. As cores utilizadas foram baseadas conforme o Manual Técnico disponibilizado pela Embrapa. Sendo assim, a partir da aquisição dos dados, toda a elaboração foi feita pelo *software* ArcGis 10.5.

4.2.5 Mapa da Rede de Drenagem

O mapeamento da bacia e áreas de drenagem, foi elaborado a partir da base de dados cartográficos disponibilizados pelo Zoneamento Agroecológico do Estado de Pernambuco - ZAPE (2001) produzidos na escala de 1:100.000 e também dos dados do Serviço Geológico do Brasil CPRM (2005) elaborado na escala de 1:250.000. As informações foram processadas no *software* ArcGis 10.5 e o datum utilizado foi o SIRGAS 2000.

4.2.6 Confecção do Climograma

O climograma foi elaborado a partir dos dados de precipitação e temperatura do ano de 2021, os dados foram obtidos junto às informações disponíveis na Agritempo; da Agência Pernambucana de Águas e Clima e do Instituto Agrônomo de Pernambuco, e posteriormente trabalhados em planilhas no Excel (pacote Office) a partir da geração de gráficos para melhor representação dos dados.

4.2.7 Atividade de Campo

De início, o município de Quipapá foi percorrido de forma virtual, com o suporte do Google Earth Pro, após encontrar os pontos, se deu início aos trabalhos de campo. O primeiro campo foi realizado em 03/05/2019, para o reconhecimento da área de estudo. O segundo ocorreu 07/06/2019, com o objetivo de validar os mapeamentos produzidos e realizar coleta de amostras. O terceiro aconteceu em 07/09/2020, com o objetivo de fotografar a paisagem estudada para uma melhor visão da área. As coletas foram realizadas, de início, em três perfis, os quais correspondem às seguintes coordenadas e denominações: Perfil Quipapá Depósito de Rampa (QDR) (90°22'715" S/8°28'296" W); Perfil Quipapá Depósito de Rampa

(QDR) (90°23'141" S/8°26'808" W); e Perfil Quipapá Depósito de Rampa (QDR) (90°186'99" S/8°26'903" W).

4.3 ATIVIDADES LABORATORIAIS

Neste capítulo, faz-se uma abordagem sobre as análises que foram realizadas durante o processo de elaboração do trabalho, as quais corroboraram para a obtenção dos resultados esperados na presente pesquisa.

4.3.1 Análise Morfoestratigráfica

A análise morfoestratigráfica é uma técnica que contribui para o entendimento do processo de formação das coberturas superficiais, de modo que a associação do registro estratigráfico correlacionado com a análise geomorfológica contribuiu para o entendimento do desenvolvimento da paisagem atual, assim como da paisagem passada, uma vez que, para se compreender a paisagem presente, é possível utilizar registros passados que facilitaram na compreensão da evolução geomorfológica recente.

Diante disto, a análise baseou-se nas propriedades sedimentológicas e pedológicas que foram identificadas na realização do mapeamento da área de encostas coluviais/aluviais, onde dois depósitos perpassam próximos a rios e um terceiro depósito. A análise sedimentológica objetivou a caracterização granulométrica dos sedimentos. Para esta análise, os dados foram adquiridos conforme o método de Gale e Hoare (1991).

Desta forma, para a realização desta análise, foi observada a estrutura das camadas sedimentares e sua espessura, e se havia cascalheiras, *stone line* e clastos em sua composição. Sendo assim, após toda análise e registro do perfil, foram extraídas suas coordenadas geográficas e o desenho representativo de cada perfil, em folha de papel milimetrado, e, em seguida, esses dados foram trabalhados no *software* Power Point 2016, realizando-se, assim, os perfis em desenhos representativos dos que foram fotografados em campo.

4.3.2 Análise Granulométrica

A análise granulométrica é uma técnica por meio da qual os sedimentos de cada amostra foram quarteados no valor de 100 g. Em seguida, foram postas com

soluções de 20 g de dispersante hexametáfosfato de sódio e 500 ml de água destilada, que são agitadas em média por vinte minutos para se desagregarem e, em seguida, esta solução é posta em um repouso de vinte e quatro horas. Depois deste tempo, estas amostras são submetidas à lavagem, a partir da qual ocorreu a desfloculação dos sedimentos finos e grossos, seguidos da secagem em estufa em temperatura de 60 °C.

A seguir algumas figuras das etapas que as amostras passaram, que foram citadas no texto como, o quarteamento, a agitação e as peneiras, até chegar à etapa que propiciou os resultados pretendidos na presente pesquisa.

Figura 15 – Quarteamento das amostras



Fonte: Arquivo da Pesquisadora, 2019.

Figura 16 – Agitação das amostras



Fonte: Arquivo da Pesquisadora, 2019.

Figura 17 – Peneiramento das amostras



Fonte: Arquivo da Pesquisadora, 2019.

Figura 18 – Separação dos grãos



Fonte: Arquivo da Pesquisadora, 2019.

Figura 19 – Grãos separados e pesados



Fonte: Arquivo da Pesquisadora, 2019.

Figura 20 – Etapa final amostras confeccionadas



Fonte: Arquivo da Pesquisadora, 2019.

Por fim, as amostras foram pesadas novamente e peneiradas em um jogo de peneira com intervalos diferentes, separando-as em: areia muito fina, areia fina, areia média, areia grossa e cascalho. Seus valores obtidos por grama em cada peneira seguem os parâmetros estatísticos de Folk e Ward (1975). Com base nesses dados foram calculados o diâmetro médio, o grau de seleção de assimetria e curtose dos sedimentos estudados na pesquisa que, por sua vez, foram expostos nos resultados em tabelas, seguindo-se os parâmetros de Folk e Ward (1975).

4.3.3 Pipetagem

A técnica consiste na separação dos materiais finos. O foco foi desagregar frações de silte e argila. Para sua execução, foram utilizados os procedimentos de Gale e Hoare (1991), que se alicerça na quantidade de 20 g de sedimento por amostra, representante por meio do método de quarteação para cada depósito analisado em questão.

Posteriormente, foi utilizada uma peneira de 62 mm; em seguida, o sedimento foi lavado em uma solução de 5 g de hexametáfosfato de sódio para 1000 ml de água destilada, alicerçadas na tabela de tempo e profundidade em relação à temperatura que as amostras devem ser coletadas. Os materiais, que são compostos por distintas partículas e tamanhos, foram pipetados e postos em *beckers*, os quais foram antecipadamente pesados e numerados.

Após esses procedimentos, os materiais coletados foram passados para estufa e secados em uma temperatura de 60 °C. Depois dessa etapa de secagem, os referidos *beckers* são pesados para se averiguar a quantidade de sedimento coletado e, em seguida, foram realizadas as Difratometrias de Raio X, para a obtenção dos resultados esperados nesse contexto.

4.3.4 Micromorfologia de Solos

A análise Micromorfológica de solo é uma técnica microscópica e ultramicroscópica, para se caracterizar as múltiplas ligações e os constituintes do solo (esqueleto, plasma, nódulos, poros); desse modo, cada amostra foi retirada com o mínimo de perturbação (indeformada) do depósito em análise, por meio de pequenas caixas de papel duro que tinham uma dimensão de 5 cm x 5 cm. Cada

amostra continha a descrição de cada perfil analisado anteriormente, o que auxiliou no estudo posteriormente.

Sendo assim, os materiais coletados foram revestidos com uma mistura de resina plástica que contém endurecedor e acetona em sua composição, uma vez que cada amostra não foi afetada nem sofreu mudança em suas características nem teve sua propriedade óptica alterada.

Cada amostra passou por sessões de impregnação por capilaridade que é obtida a vácuo seco em um intervalo de vinte e quatro horas para um melhor resultado. Neste procedimento, a amostra tornou-se resistente para o seguinte passo que foi a laminação seguida do seu corte em máquina de disco diamantado por duas partes; por fim, elas foram polidas e alcançaram a superfície plana necessária e depositadas em uma lâmina de vidro.

Dessa forma, as amostras foram analisadas por meio de microscópio trinocular Leica DM 2500 p, com câmera Leica EC3 acoplada, e do *software* LeicaApplication Suíte – LASEZ versão 1.4 que está disponibilizado no laboratório de solos da UNESP de Rio Claro, onde foram descritas as amostras em estudo e os seus graus de desenvolvimento e agregação, os tipos de microestrutura e a distribuição dos constituintes como esqueleto, poros e plasma.

Essas interpretações do solo foram realizadas com alicerce no manual de microscopia de solo e micromorfologia de Stoops (2003); por fim, cada resultado contribuiu para o desenvolvimento da pesquisa.

4.3.5 Datação por LOE

A datação é um método que estabelece o período de tempo transcorrido desde que a população aprisionada de elétrons foi liberada pela última vez. Abrange uma gama de técnicas, baseadas no acúmulo de cargas radioativas produzidas por uma população de elétrons aprisionada em minerais cristalinos.

A Luminescência Oticamente Estimulada (LOE) utiliza o protocolo SAR (Single Aliquot Regeneration), que é um método regenerativo de alíquota simples, por ter uma maior acurácia frente ao protocolo tradicional de múltiplas alíquotas (MAR). A primeira objetiva a distinção de unidades eluviais das unidades coluviais, enquanto a segunda tem por meta conhecer os limites cronológicos das unidades geomorfológicas.

Dessa forma, a coleta foi realizada em três perfis estratigráficos, de modo que se utilizaram tubos de PVC, de 30 cm, os quais foram inseridos em pontos estratégicos e devidamente medidos, onde foram encontradas descontinuidades sedimentológicas.

Diante disto, salienta-se que os tubos não entraram em contato com a luz solar. Em seguida, foram recobertos por sacos plásticos de cor preta para manter o material conservado para a análise de datação. A datação foi realizada pela empresa DATAÇÃO Comércio e Serviço de São Paulo. Desta forma, estes dados corroboraram com o resultado do presente trabalho elucidando partes cruciais do estudo que foi realizado no município de Quipapá.

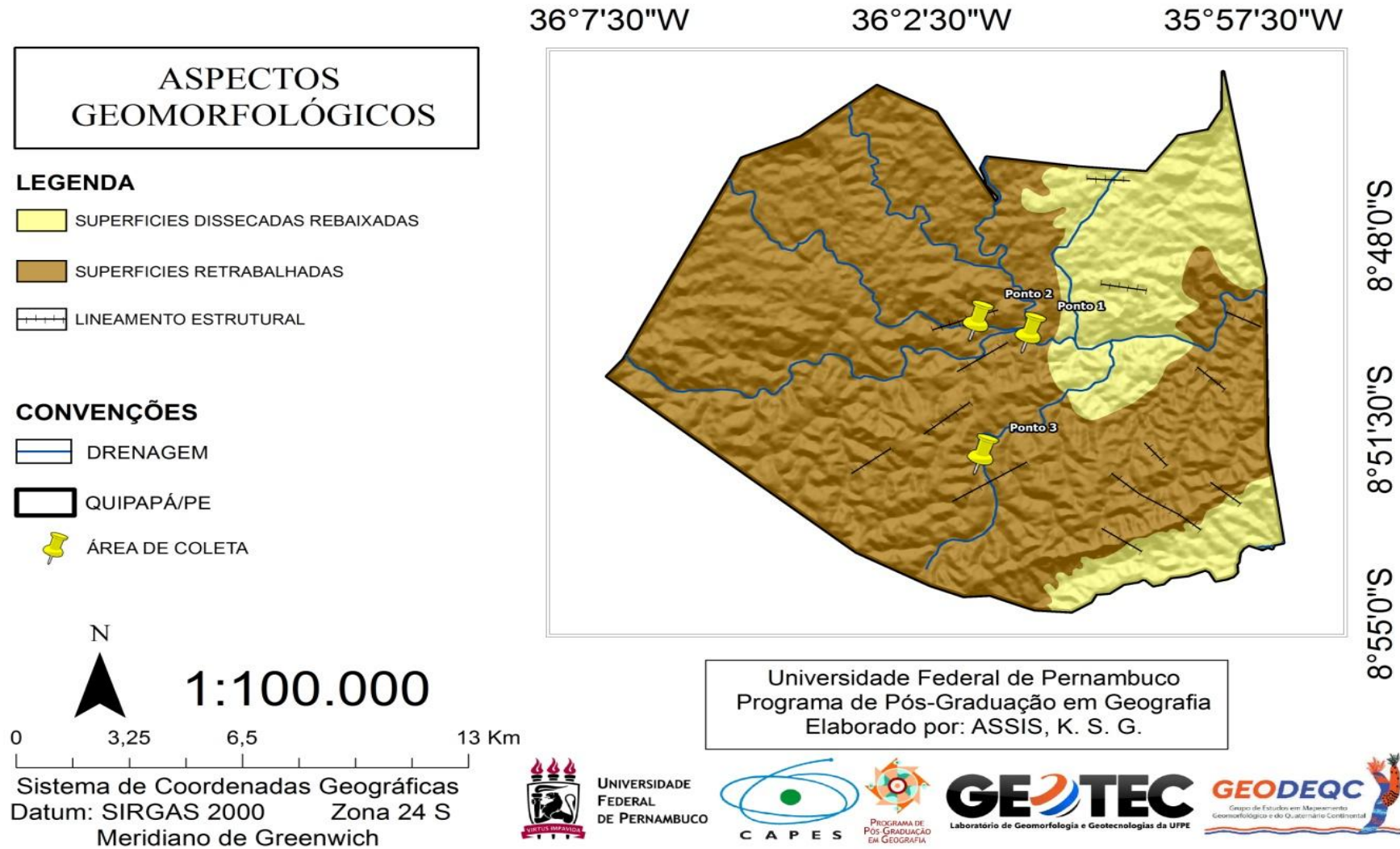
5 RESULTADOS

Os depósitos sedimentares do Quaternário estão associados às unidades de dissecação e acumulação. Os modelados de acumulação estão contidos no Planalto da Borborema. Dessa forma, para melhor entendimento da evolução paleoambiental das áreas estudadas no município de Quipapá, o estudo visou à distância como parte significativa, com o intuito de encontrar estocagem de sedimentos distintos.

Assim, foram escolhidos três depósitos com estrutura aparentemente diferente, porém todos estão localizados em área de rampa das encostas. O primeiro situa-se em uma rampa suavizada do tipo aluvio-colúvio perto do rio Una, os outros dois estão em rampas mais elevadas.

Sendo assim, os resultados foram desenvolvidos na seguinte ordem: ÁREA 1 – depósito de rampa coluvial; ÁREA 2 – depósito de rampa coluvial; e ÁREA 3 – depósito de rampa coluvial. A presente estruturação do trabalho tem o intuito de possibilitar maior atenção à análise de depósitos sedimentares distintos. Assim, foi elaborado um mapa geomorfológico com a localização dos pontos de coletas como se observa na figura 21, a seguir.

Figura 21 – Mapa geomorfológico de localização dos pontos de coletas



Fonte: Adaptado de IBGE, 2019.

Desta forma, destaca-se que os distanciamentos entre os pontos de coleta foram definidos anteriormente através do Google Earth, em campo se fez como já estava determinado, no intuito de abarcar uma distinção de idade e estrutura, dos depósitos analisados, o que contribui para a cronologia dos eventos deposicionais e as respectivas caracterizações dos sedimentos.

5.1 ÁREA 1 – DEPÓSITO DE RAMPA COLUVIAL

A área 1 encontra-se em zona urbana do município de Quipapá-PE, próxima à drenagem do rio Una, a 442 m de altitude. A referida área foi escolhida por ter em seu depósito uma linha de seixos [*Stone Line*], que se sugere como horizonte guia de episódios paleoclimáticos.

Esta forma se apresenta como encosta de rampa coluvial suavizada, visto que o depósito está em área próxima a uma drenagem, em uma encosta do tipo convexa-côncava, apresentando colúvio arenoso-argiloso que está sobreposto à rocha mãe. À pedogênese da zona da mata, apresenta-se como extensas áreas de Latossolo amarelo, Argissolo amarelo e Argissolo vermelho.

A geologia é baseada na província da Borborema que remete ao paleoproterozóico e ao Complexo de Belém de São Francisco. Seus compartimentos são Morfoesculturais de mares de morros elevados. No entanto, sua unidade morfoescultural é um relevo dissecado advindo de sua superfície retrabalhada. A área tem uma hipsometria que varia de 370 m a 790 m e possui as seguintes coordenadas geográficas: 90°22'715" S/8°28'296" W.

A coleta realizada no depósito sedimentar QDR 1, teve a medição do perfil da base para o topo resultando nas presentes amostras: DR 40, DR 90. O depósito tem 2,00 m de altura, a linha de seixos encontra-se na profundidade de 70 cm da base para o topo, em sua estrutura encontram-se vários clastos distribuídos, e tem uma textura arenosa-argilosa e argilosa-arenosa; na sua base está a rocha alterada.

Para a análise, foram coletados materiais do topo em uma profundidade de 40 cm e outra próxima a base de 90 cm do pacote sedimentar, com tubos de PVC para a datação. Nas Figuras 22A e 23B, tem-se demonstrada a encosta que contém a linha de seixos, à margem do rio Una.

Figura 22 – “A” Encosta à margem fluvial do Rio Una



Fonte: Arquivo da pesquisadora, 2020.

Figura 23 – “B” Encosta à margem fluvial do Rio Una

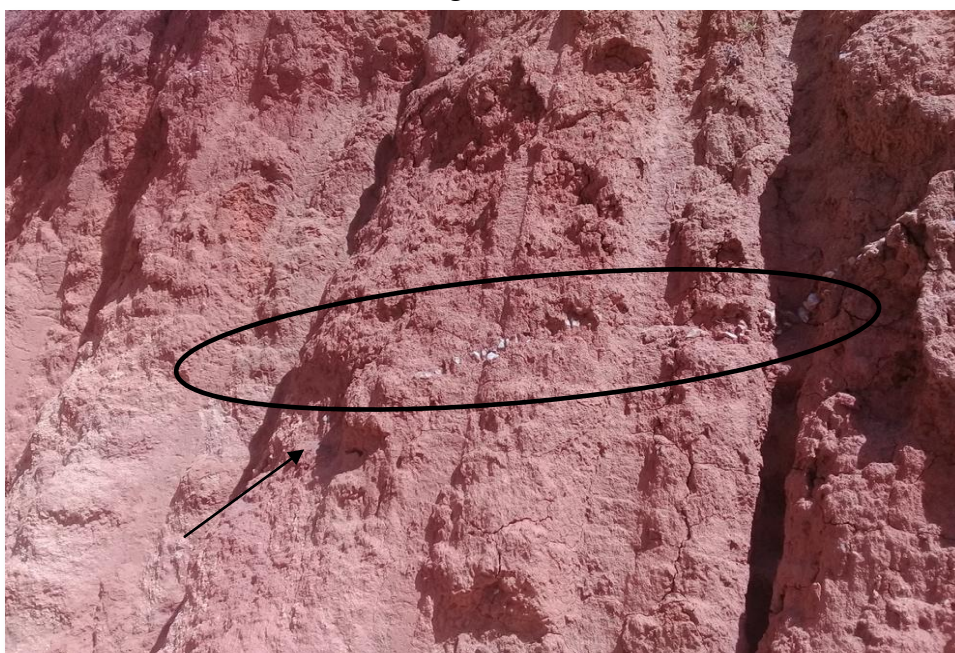


Fonte: Arquivo da pesquisadora, 2020.

A enconsta apresenta em sua composição clastos espalhados de variados tamanhos, bem como uma linha de seixos, e sua rocha mãe encontra-se bem aparente, o que proporciona melhor entendimento na sua análise estrutural.

Nas Figuras 24 e 25, a seguir, encontram-se demonstradas, respectivamente, a *stone line* e a rocha mãe.

Figura 24 – Stone line



Fonte: Arquivo da pesquisadora, 2019.

Figura 25 – Rocha em alteração



Fonte: Arquivo da pesquisadora, 2019.

Na Figura 26 , por sua vez, tem-se demonstrado o perfil topográfico do município de Quipapá, com a elevação que vai de 0 m a 442 m de altitude. O círculo destacado na imagem a seguir representa o local em que se encontra o depósito QDR1.

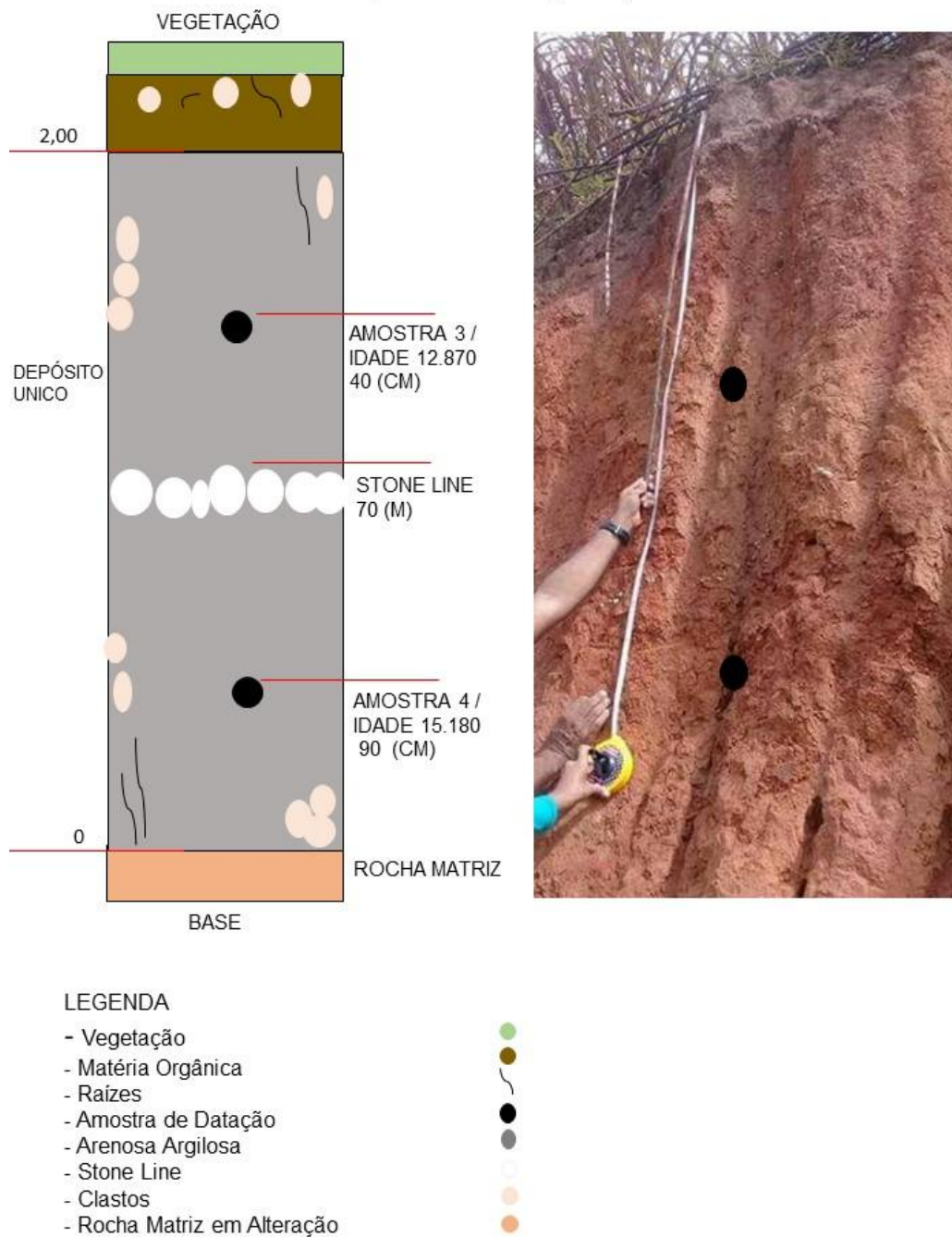
Figura 26 – Perfil topográfico QDR1

Fonte: Google Earth Pro, 2019.

5.1.1 Seção Vertical do QDR1

A seção vertical do depósito de rampa um, apresenta uma estrutura sedimentar com *Stone Line*, com uma altura de 2 m, e vegetação de agricultura que é cultivada por moradores próximo desta área.

Após o estudo cronológico realizado do perfil QDR1, foram obtidas as idades do depósito, as respectivas idades, estão na parte do topo do perfil a 40 cm e tem 12.870 de idade. Já na parte da base á 90 cm se tem 15.180. Como se observa na Figura 27 a seguir. Salienta-se que este foi um dado que corroborou de forma crucial para a presente pesquisa realizada em Quipapá, especificamente nessa área já descrita no texto.

Figura 27 – Depósito da área QDR1**Depósito Área 1 (QDR)**

Fonte: Arquivo da pesquisadora, 2019.

5.2 ÁREA 2 – DEPÓSITO DE RAMPA COLUVIAL

A área 2 encontra-se em zona rural do município de Quipapá-PE, a 452 m de altitude e com uma distância de 2,5 km do ponto anterior. A área escolhida tem um depósito com linha de seixos sem regularidade no tamanho dos grãos e no seu alinhamento, está na posição vertical quando se realizou a medição do depósito do topo para a base, e tem uma espessura de 25 cm (cascalheira) que se sugere como horizonte guia de episódios paleoclimáticos.

Vale destacar que o depósito está em área de Rampa de alúvio-colúvio, em uma encosta tipo convexa-côncava, esta apresenta um tipo de colúvio compactado que está sobreposto à rocha mãe. Referente à pedogênese da encosta, esta é constituída por Argissolo amarelo.

A área possui as seguintes coordenadas geográficas: 90°23'141" S/8°26'808" W. A coleta foi realizada no depósito sedimentar que fica ao lado esquerdo da via no 90 km. A medição do perfil foi realizada do topo para a base e resultou na coleta da amostra DR 80.

O depósito tem 1,80 m de altura esta é a profundidade do topo para a base, na profundidade de 60 cm, encontra-se a cascalheira e, em sua composição, há vários clastos distribuídos. Esse depósito apresenta textura arenosa-argilosa e argilosa-arenosa, e foi coletado material em uma profundidade de 80 cm do pacote sedimentar com tubos de PVC, este material foi de muita utilidade para a obtenção das datas através da técnica de datação.

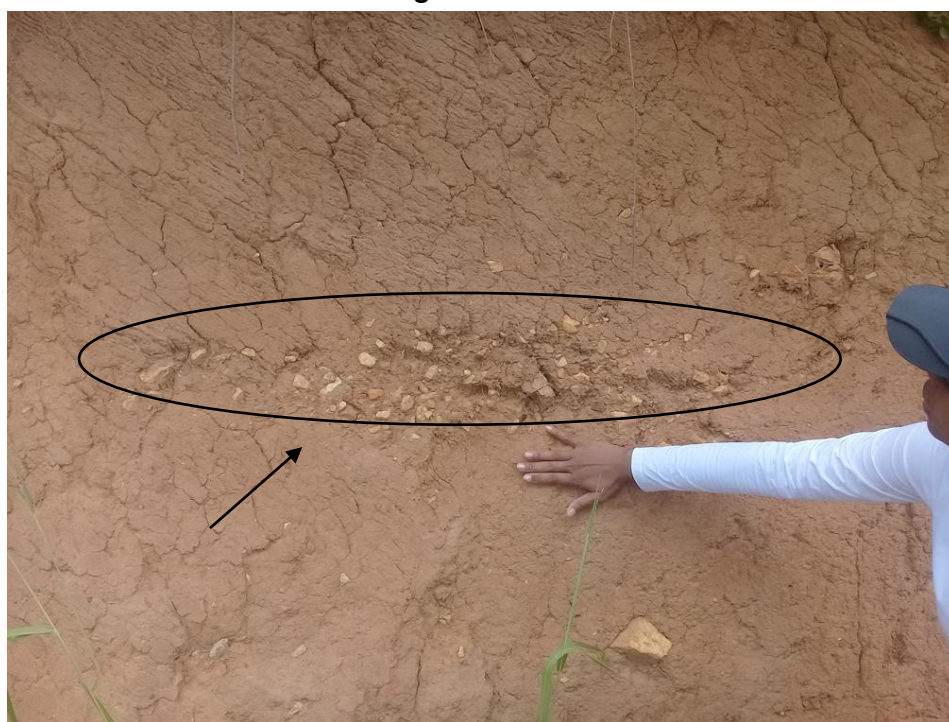
Nas imagens a seguir, demonstra-se a área de estudo descrita previamente do depósito estudado, sua cascalheira e os clastos em sua composição. Na figura 28, tem-se a rampa; na Figura 29, a cascalheira que está circulada e apontada por uma seta preta; e, na Figura 30, os clastos estão circulados e apontados com setas pretas. Na Figura 31, por sua vez, o perfil topográfico com o ponto de coleta destacado por um círculo vermelho com 432 m.

Figura 28 – Rampa



Fonte: Autora, 2019.

Figura 29 – Cascalheira



Fonte: Arquivo da pesquisadora, 2019.

Figura 30 – Clastos

Fonte: Arquivo da pesquisadora, 2019.

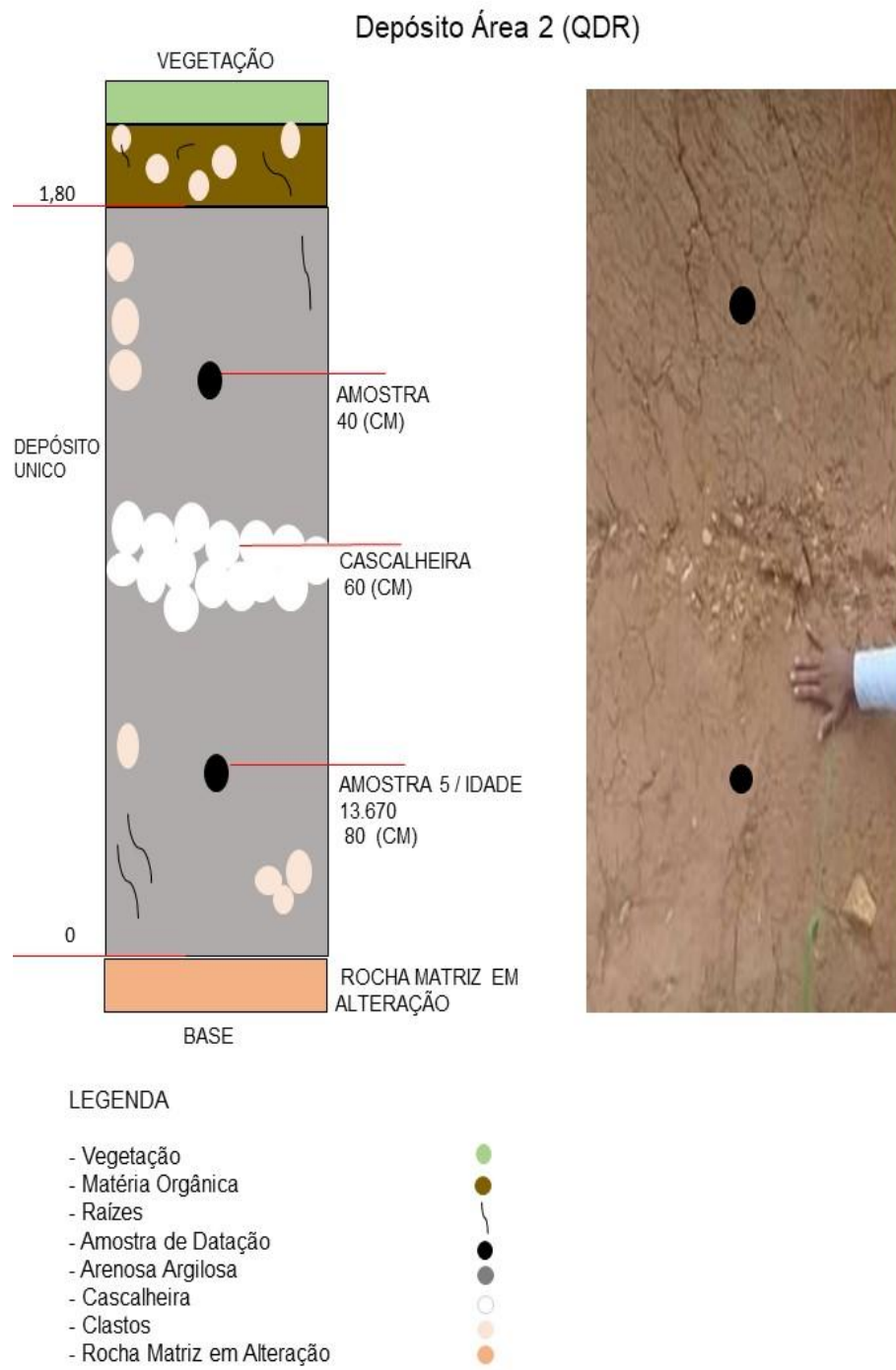
Figura 31 – Perfil topográfico QDR2

Fonte: Google Earth Pro, 2019.

5.2.1 Seção Vertical do QDR2

O depósito de rampa coluvial estudado localiza-se em uma via, na qual está a encosta coluvial, e, em sua estrutura, encontram-se uma cascalheira e clastos distribuídos em sua composição, assim como vegetações de floresta subperenifólia com o predomínio da vegetação nativa da área estudada.

Nesse enfoque, após todo o estudo e análises que foram feitas sobre a cronologia do perfil, foi obtida a 80 cm na parte próxima da base a idade de 13. 670, como se ilustra na Figura 32 a seguir. Destaca-se que este dado corroborou de forma crucial para a presente pesquisa, feita no município de Quipapá, especificamente nessa área.

Figura 32 – Depósito da área QDR

Fonte: Arquivo da pesquisadora, 2019.

5.3 ÁREA 3 – DEPÓSITO DE RAMPA COLUVIAL

A presente área 3 localiza-se na zona rural do município de Quipapá-PE de coordenadas geográficas: 90°186'99" S/8°26'903" W. O depósito fica ao lado direito da via próxima à drenagem do Rio Una (Piranji, Quipapá), a 499 m de altitude e a 6 km de distância do segundo ponto.

Salienta-se que a área possui um depósito com clastos de variados tamanhos e formas, e uma tonalidade textural avermelhada. Sabe-se que o pacote sedimentar está em área de rampa do tipo convexa-côncava na qual o colúvio argiloso-arenoso está sobreposto à rocha mãe.

A medição do perfil foi realizada da base para o topo e resultou na coleta da seguinte amostra: DR 90. O depósito tem 1,70 m de altura e apresenta textura argilosa-arenosa e arenosa-argilosa, na base da sua rocha alterada. Para a análise, foram coletadas amostras em uma profundidade de 90 cm da base para o topo do pacote sedimentar com tubos de PVC, este material foi de muita utilidade para a obtenção das datas através da técnica de datação. Na Figura 33, demonstra-se o depósito de colúvio estudado; na Figura 34, por sua vez, o Rio Piranji que passa próximo.

Figura 33 – Depósito coluvial



Fonte: Arquivo da pesquisadora, 2019.

Figura 34 – Rio Piranji

Fonte: Arquivo da pesquisadora, 2020.

O perfil topográfico da coleta realizada no ponto QDR3, conforme demonstrado na Figura 35 a seguir, possui uma elevação que varia entre 488 m a 502 m de altitude. O ponto de coleta destacado por um círculo vermelho em uma altitude de 499 m.

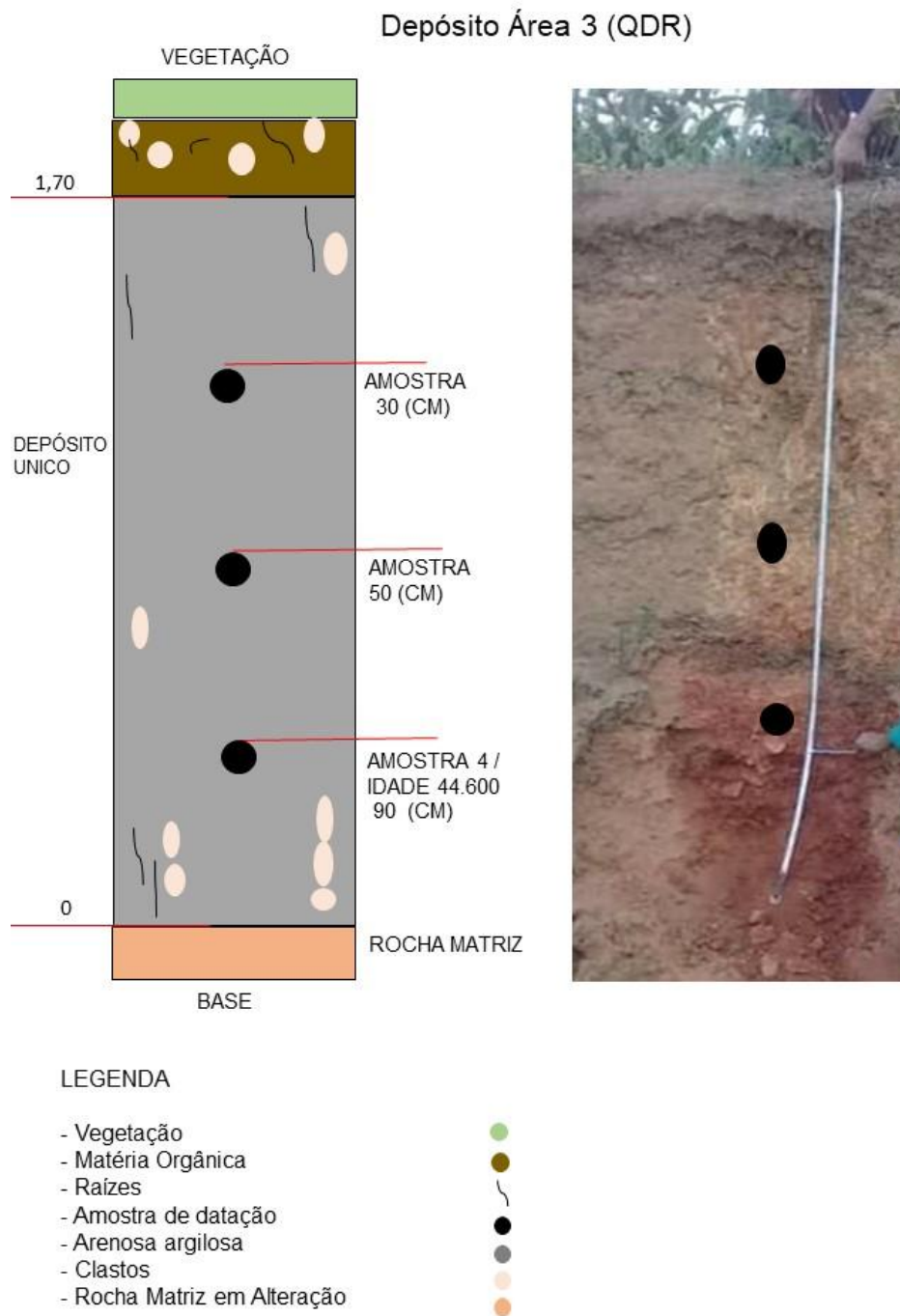
Figura 35 – Perfil topográfico QDR3

Fonte: Google Earth Pro, 2019.

5.3.1 Seção Vertical do QDR3

O depósito de rampa coluvial está localizado em uma área rural, com poucas casas próximas. Ele é composto por material coluvial, encontra-se próximo ao rio Piranji, é constituído por material arenoso-argiloso com clastos em seu pacote sedimentar, tem um tipo de vegetação no seu topo do tipo de agricultura, possivelmente para ser comercializada e/ou utilizada para alimentação dos agricultores.

Nesse enfoque, após todo o estudo e análises que foram feitas sobre a cronologia do perfil, foi obtida a 90 cm na parte próxima da base a idade de 44. 600, como se ilustra na Figura 36 a seguir. Salienta-se que foi um dado obtido que corroborou de forma crucial para a presente pesquisa, realizada no município de Quipapá, especificamente nessa área já descrita no texto.

Figura 36 – Depósito da área QDR3

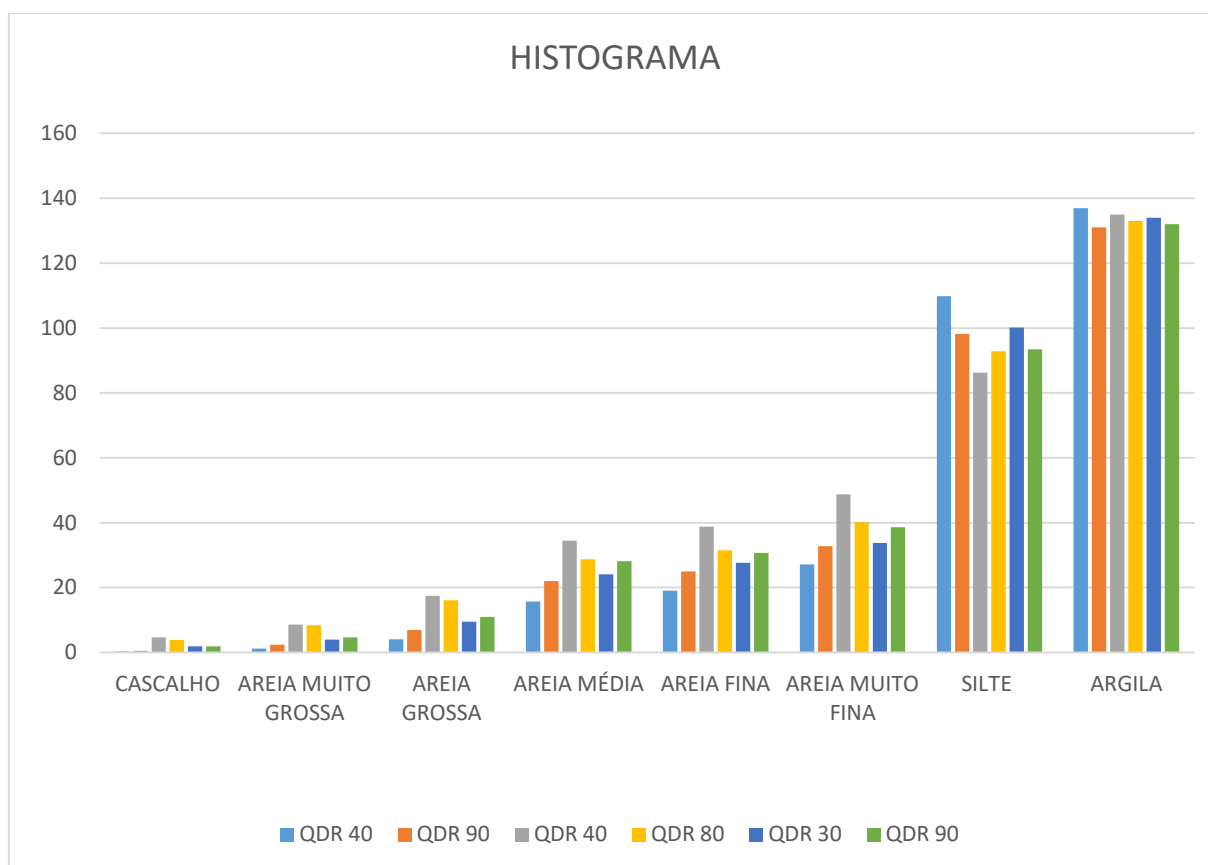
Fonte: Arquivo da pesquisadora, 2019.

5.4 ANÁLISE SEDIMENTOLÓGICA DOS DEPÓSITOS DE QUIPAPÁ

Neste capítulo faz-se uma abordagem sobre os resultados desta pesquisa, referente à análise sedimentológica que foi realizada, os quais serão apresentados por áreas de estudo, na sequência da primeira para a terceira, para que se compreenda a evolução paleoambiental nos pontos que foram estudados.

Com o intuito de uma melhor avaliação da seção sedimentológica, foi confeccionado o histograma das classes granulométricas das áreas analisadas, conforme demonstrada na figura 37 a seguir.

Figura 37 – Histograma das classes granulométricas para os sedimentos de Quipapá



5.4.1 Parâmetros Estatísticos Referentes à Seleção, Assimetria e Curtose

As análises sedimentológicas foram realizadas com o intuito de caracterizar os depósitos sedimentares, através das amostras de granulometria e dos parâmetros estatísticos, nas quais foram obtidas o grau de seleção, assimetria e curtose, dos grãos analisados, através da frequência das classes, do tamanho de

partículas calculadas pelo software Sysgram com base no método de Folk e Ward (1957).

A avaliação da dispersão granulométrica para a matriz [areia, silte e argila] dos depósitos sedimentares (QDR 40, QDR 90, QDR 40, QDR 80, QDR 30, QDR 90) indicou que estes são pobremente selecionados conforme apresentados nas tabelas 1, 2 e 3. Essa avaliação foi realizada segundo Folk e Ward (1957). O coeficiente de seleção indica que, os depósitos com distribuição granulométrica do tipo heterogênea são propícios a ser pobremente selecionados, conforme ocorre nas amostras analisadas da área de estudo.

Tabela 1 – Quantitativo do Grau de Seleção, Média e Valor segundo Folk e Ward (1957)

Amostras	Seleção	Média e Valor
QDR 40	Pobremente selecionado	2,217 a 1,298
QDR 90	Pobremente selecionado	1,953 a 1,36
QDR 40	Pobremente selecionado	1,5 a 1,66
QDR 80	Pobremente selecionado	1,402 a 1,733
QDR 30	Pobremente selecionado	1,788 a 1,587
QDR 90	Pobremente selecionado	1,657 a 1,462

Fonte: Sysgram, adaptado, 2020.

A assimetria contribui para indicar a natureza do fluxo transportador de sedimentos, se é unidirecional ou bidirecional, ou seja, se o fluxo for de assimetria muito positiva, estará relacionado às fácies arenosa-argilosa, e, se tiver uma assimetria muito negativa, está relacionado às argilosa-arenosas e argilo-sílticas. Dessa forma, a assimetria é o grau de desvio de uma curva no sentido horizontal, podendo esse desvio ser positivo ou negativo conforme apresentado por Andriotti (2003 apud TAVARES; BULHÕES; ESTRADA, 2010).

Diante do exposto, frisar que nos depósitos QDR 40/QDR 90, o fluxo de assimetria foi positivo, e nos QDR40/QDR80 e QDR30/90, foi aproximadamente simétrica, apresentando uma oscilação, como apresentados na Tabela 2 a seguir.

Tabela 2 – Quantitativa da Assimetria segundo Folk e Ward (1957)

Amostras	Assimetria	Valor
QDR 40	Positiva	0,2479
QDR 90	Positiva	0,1753
QDR 40	Aproximadamente simétrica	-0,01427
QDR 80	Aproximadamente simétrica	-0,0278
QDR 30	Aproximadamente simétrica	0,09599
QDR 90	Aproximadamente simétrica	0,06587

Fonte: Sysgram, adaptado, 2020.

A curtose é a medida de esbeltez da curva de distribuição, comparando o selecionamento entre os 90% centrais da curva com os 50% Muehe (1994 apud TAVARES; BULHÕES; ESTRADA, 2010). Ou seja, pode ser definida como o grau de achatamento de uma curva em relação a uma curva representativa de uma distribuição normal. Desta forma, seguindo esta classificação, a Leptocúrtica é a curva que tem um pico elevado, Platicúrtica é uma curva achatada e a Mesocúrtica é uma situação intermediária entre as duas classificações.

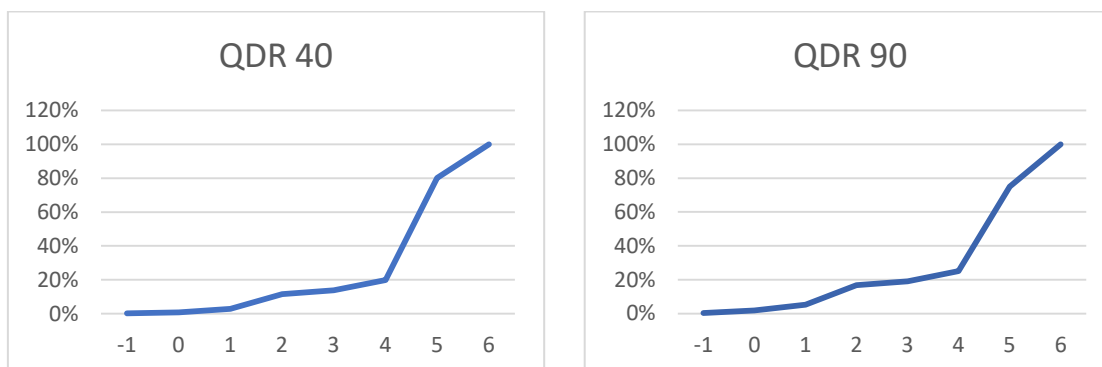
Sendo assim, no caso das amostras em questão, a curtose reflete a ocorrência de amostras pobremente selecionadas, com uma oscilação variante entre os depósitos analisados. No primeiro depósito (QDR 40/QDR 90), a amostragem foi Platicúrtica; no segundo (QDR 40/QDR 80), a amostragem foi Mesocúrtica; e, no terceiro (QDR 30/QDR 90), houve uma amostragem de Leptocúrtica, conforme apresentas na Tabela 3 a seguir.

Tabela 3 – Quantitativo dos valores de curtose segundo Folk e Ward (1957)

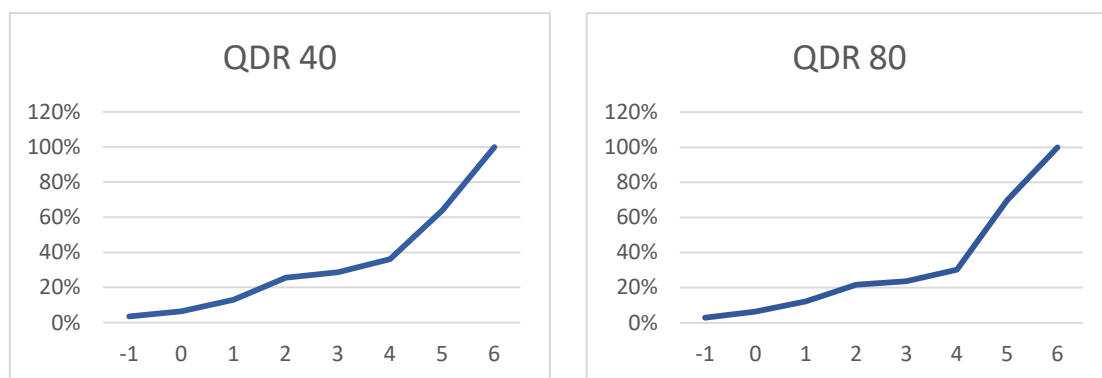
Amostras	Curtose	Valor
QDR 40	Platicúrtica	0,8319
QDR 90	Platicúrtica	0,8972
QDR 40	Mesocúrtica	1,005
QDR 80	Mesocúrtica	0,9056
QDR 30	Leptocúrtica	1,125
QDR 90	Leptocúrtica	1,255

Fonte: Sysgran, adaptado, 2020.

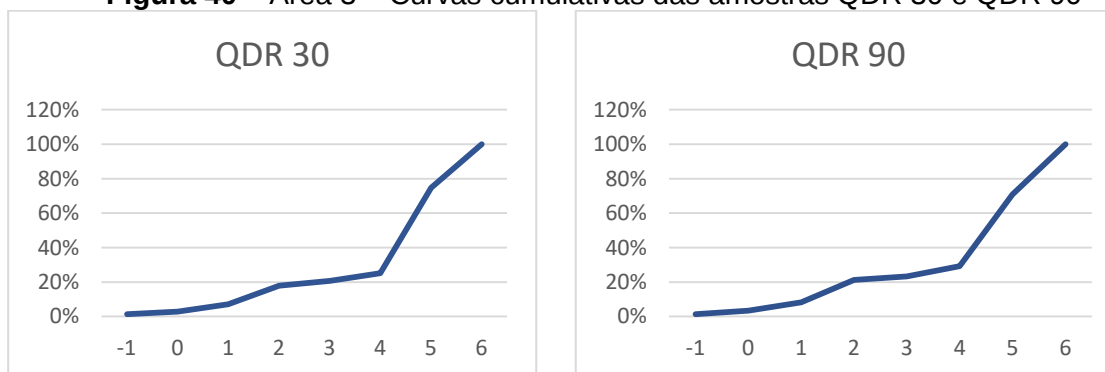
No caso das amostras em questão, a curtose demonstra a ocorrência de amostras pobremente selecionadas, com predomínio de distribuições, variando de Platicúrtica, Mesocúrtica e Leptocúrtica, como é apresentado nas curvas cumulativas demonstradas nas Figuras 38, 39 e 40.

Figura 38 – Área 1 – Curvas cumulativas das amostras QDR 40 e QDR 90

Fonte: Elaboração própria, 2020.

Figura 39 – Área 2 – Curvas cumulativas das amostras QDR 40 e QDR 80

Fonte: Elaboração própria, 2020.

Figura 40 – Área 3 – Curvas cumulativas das amostras QDR 30 e QDR 90

Fonte: Elaboração própria, 2020.

Diante do exposto, as amostras dos depósitos QDR 40/QDR 90, QDR 40/QDR 80 e QDR 30/QDR 90, indicam que são sedimentos heterogêneos, corroborando a ideia inicial do trabalho em termos de resultados.

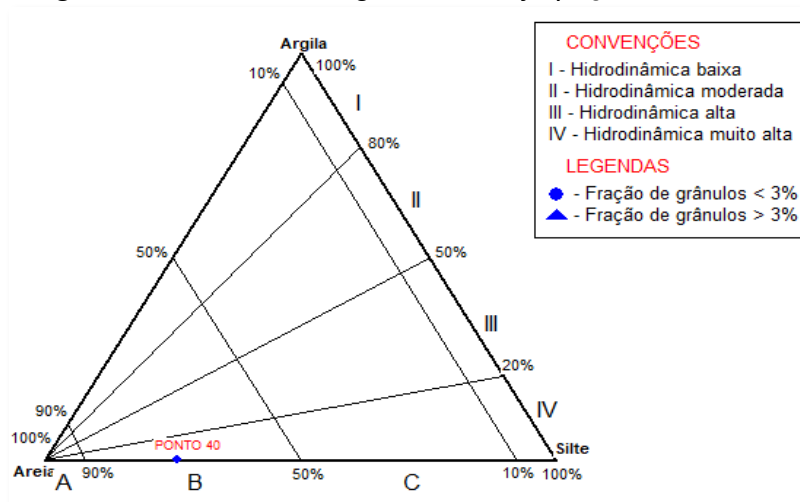
5.4.2 Parâmetros Estatísticos da Hidrodinâmica do Diagrama de Pejrup

A análise baseada no diagrama de Pejrup (1988) tem como objetivo demonstrar a hidrodinâmica a que os sedimentos foram submetidos até serem completamente preenchidos.

Desta forma, analisando os diagramas de Pejru para os depósitos QDR 40/QDR 90, QDR 40/QDR 80, QDR 30/QDR 90, conforme demonstrados nas Figuras 41, 42, 43, 44, 45 e 46 a seguir, observa-se que essas amostras foram expostas à hidrodinâmica alta, evidenciando-se ser estes sedimentos do tipo grosso e fino, o que indica que os sedimentos que preenchem os depósitos foram submetidos a um transporte de alta energia, o qual é comum em eventos de alta intensidade e baixa recorrência.

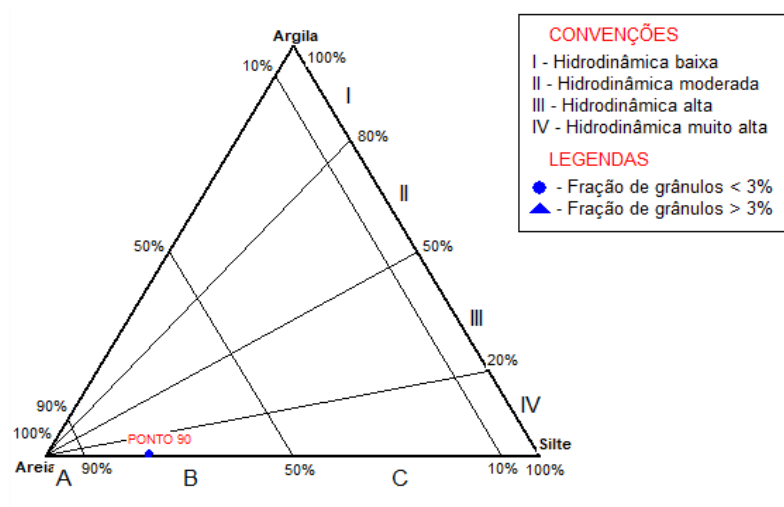
Sendo assim, conforme apresentado por Pejrup (1988), os sedimentos classificam-se como areia ou arenito e areia siltica depositadas em ambiente com hidrodinâmica muito alta (IV), para as amostras QDR 40/QDR 90, QDR 40/QDR 80 e QDR 30/QDR 90.

Figura 41 – Área 1 – Diagrama de Pejrup QDR 40



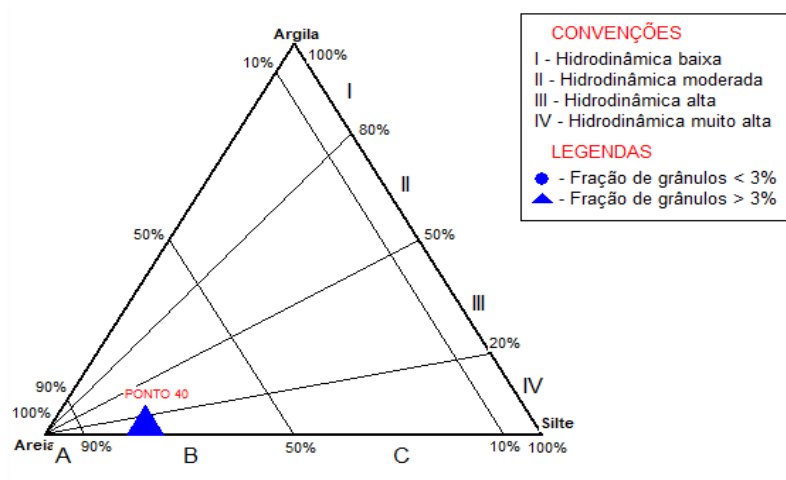
Fonte: Sysgran, adaptado, 2020.

Figura 42 – Área 1 – Diagrama de Pejrup QDR 90



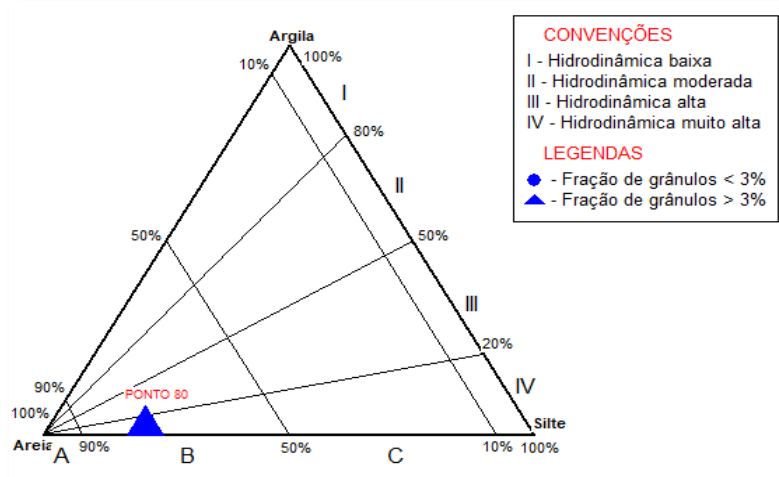
Fonte: Sysgran, adaptado, 2020.

Figura 43 – Área 2 – Diagrama de Pejrup QDR 40

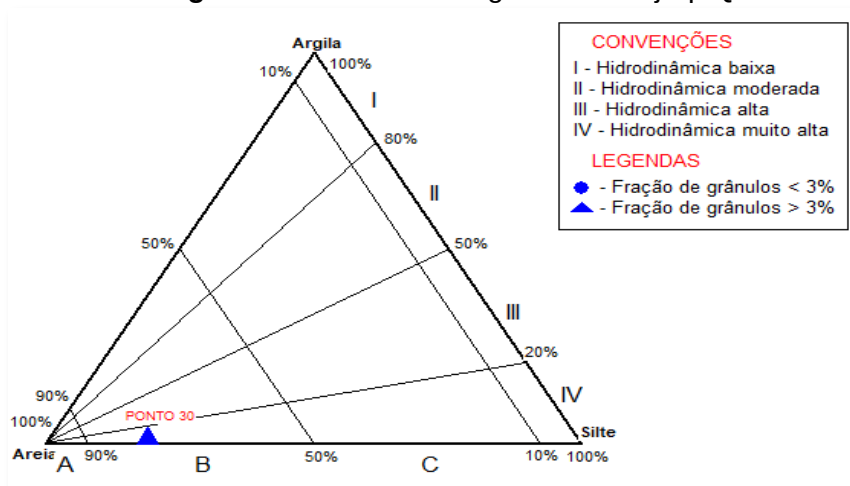


Fonte: Sysgran, adaptado, 2020.

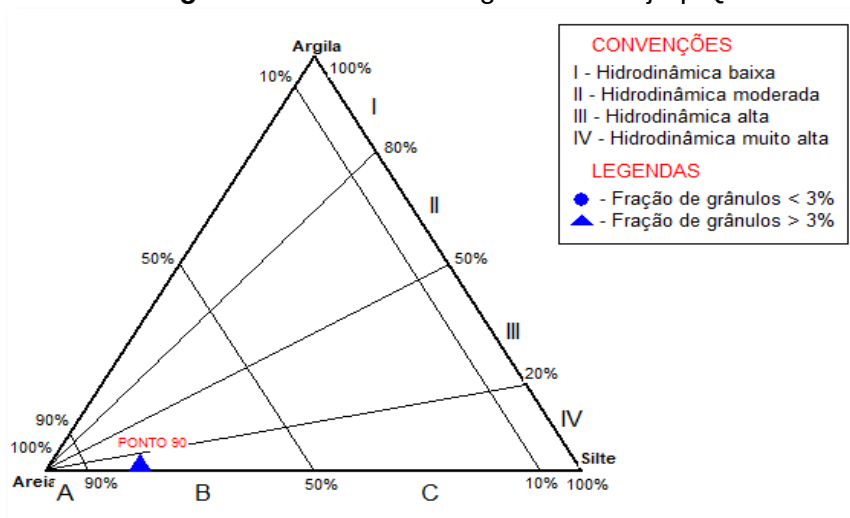
Figura 44 – Área 2 – Diagrama de Pejrup QDR 80



Fonte: Sysgran, adaptado, 2020.

Figura 45 – Área 3 – Diagrama de Pejrup QDR 30

Fonte: Sysgran, adaptado, 2020.

Figura 46 – Área – 3 Diagrama de Pejrup QDR 90

Fonte: Sysgran, adaptado, 2020.

Diante do exposto, as análises dos dados referentes à curtose em relação à direção do fluxo dos sedimentos analisados do município de Quipapá, fazem jus às ideias que se tinha inicialmente.

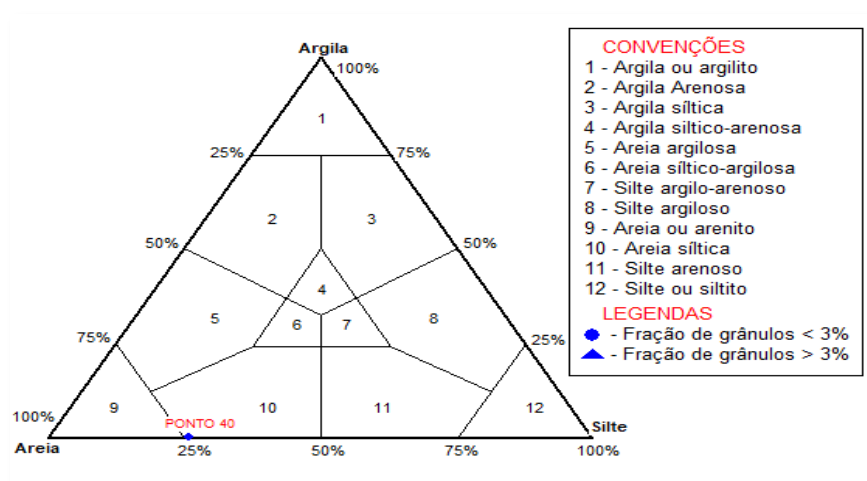
5.4.3 Parâmetros Estatísticos do Diagrama de Shepard

Shepard (1954) propõe uma classificação que consiste em um diagrama triangular, no qual se apresentam os percentuais granulométricos das frações de areia, silte e argila. Segundo o que Dias (2004) apresenta, este é um método puramente descritivo em que não é considerada a influência da hidrodinâmica. Com base na classificação de Shepard (1954), foram elaborados os diagramas do

presente trabalho para cada área analisada, demonstradas nas Figuras 47, 48, 49, 50, 51 e 52, desta forma, foram obtidos alguns resultados que corroboraram com a pesquisa.

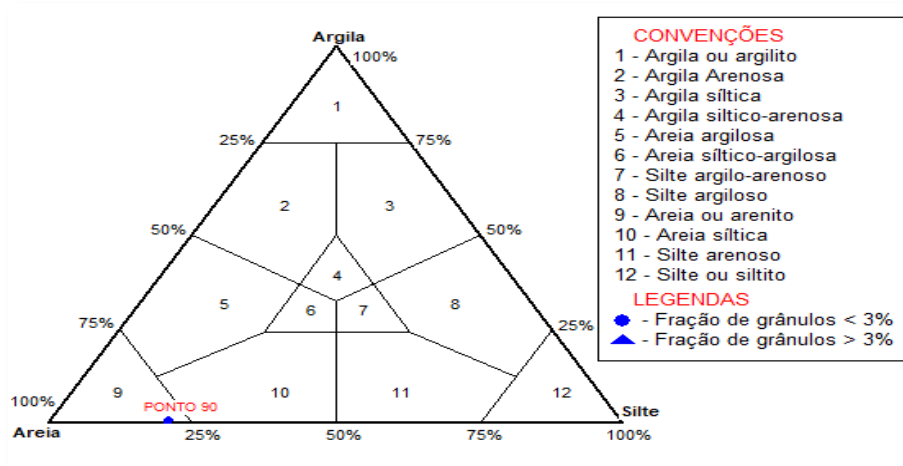
Sendo assim, conforme o diagrama de Shepard (1954), foram obtidos os sedimentos como areia ou arenito e areia siltica, para as amostras QDR 40/QDR 90, QDR 40/QDR 80 e QDR 30/QDR 90, os quais tem sua parcela de contribuição neste trabalho.

Figura 47 – Área 1 – Diagrama de Shepard QDR 40



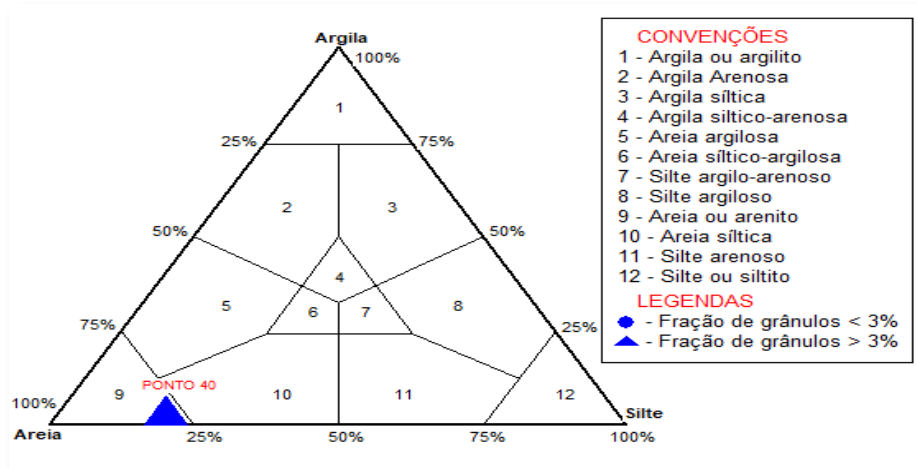
Fonte: Sysgran, adaptado, 2020.

Figura 48 – Área 1 – Diagrama de Shepard QDR 90



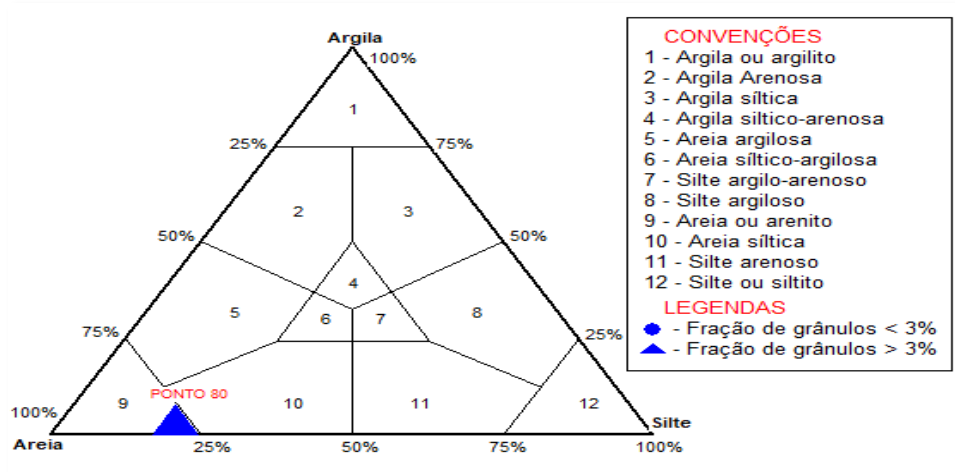
Fonte: Sysgran, adaptado, 2020.

Figura 49 – Área 2 – Diagrama de Shepard QDR 40



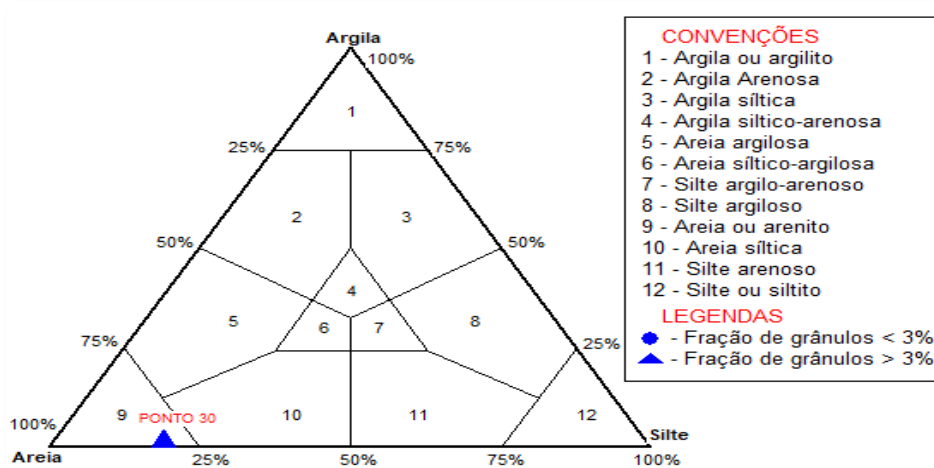
Fonte: Sysgran, adaptado, 2020.

Figura 50 – Área 2 – Diagrama de Shepard QDR 80

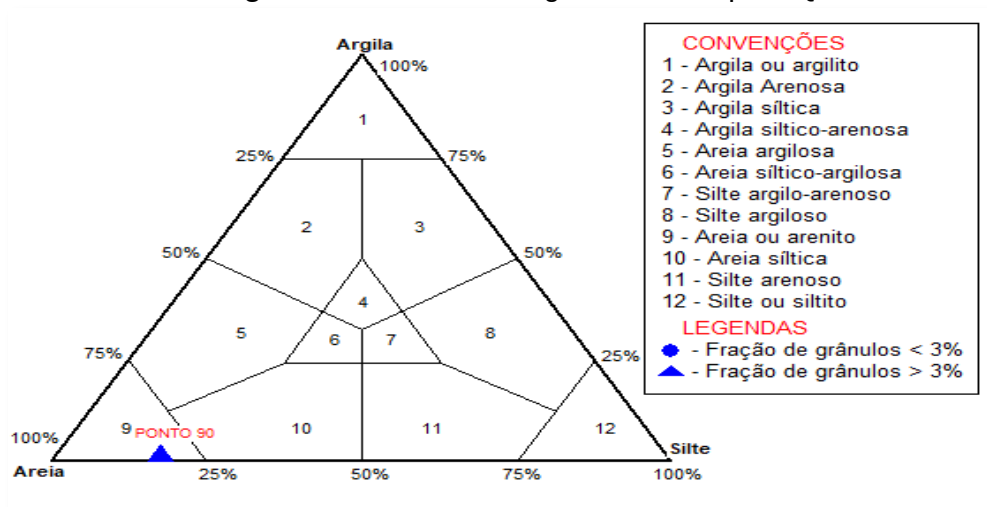


Fonte: Sysgran, adaptado, 2020.

Figura 51 – Área 3 – Diagrama de Shepard QDR 30



Fonte: Sysgran, adaptado, 2020.

Figura 52 – Área 3 – Diagrama de Shepard QDR 90

Fonte: Sysgran, adaptado, 2020.

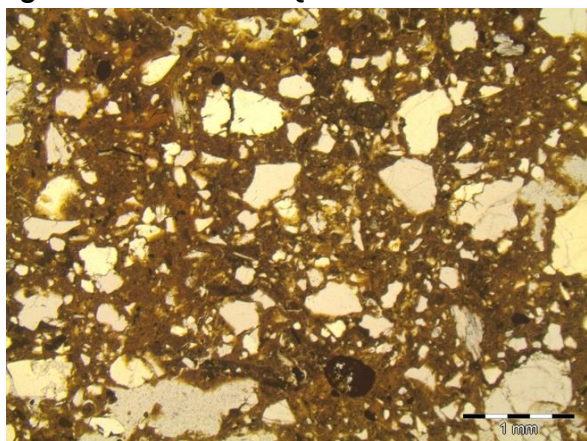
5.5 ANÁLISE MICROMORFOLÓGICA DE SOLOS

No intuito de interpretar as feições dos depósitos do município de Quipapá, as análises referentes às lâminas de solo estão expostas na ordem dos depósitos QDR 40/QDR 90, QDR 40/QDR 80 e QDR 30/QDR 90, respectivamente do primeiro para o terceiro.

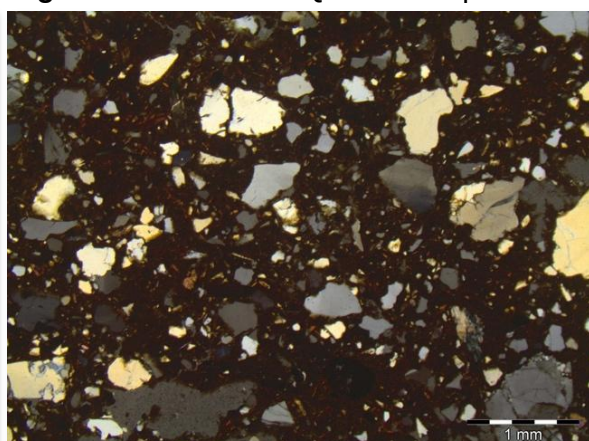
5.5.1 Área 1 – QDR 40

As amostras das lâminas QDR 40 de luz branca e de luz polarizada da área 1 referem-se à parte superior do depósito. As amostras da lâmina 1 representadas nas Figuras 53 e 54 a seguir são constituídas por quartzo e, secundariamente, por feldspato alterado que compõe a fração grossa; as partículas de ambos os minerais apresentam tamanhos bem selecionados, as quais também são subangulares e distribuídas aleatoriamente.

Essas amostras têm uma matriz fina, maciça e de cor bruma com certas pontuações de cor bruma mais viva. Na parte superior esquerda da lâmina, aparecem cutans de argila iluviada (transporte mecânico) de cor vermelha. Nas zonas um pouco mais vermelhas, o material é mais orientado. Nessa amostra, observam-se pequenas partículas de mineral micáceo que estão dispersos, e tem uma porosidade biológica pouco expressiva.

Figura 53 – Lâmina 1 QDR 40 luz branca

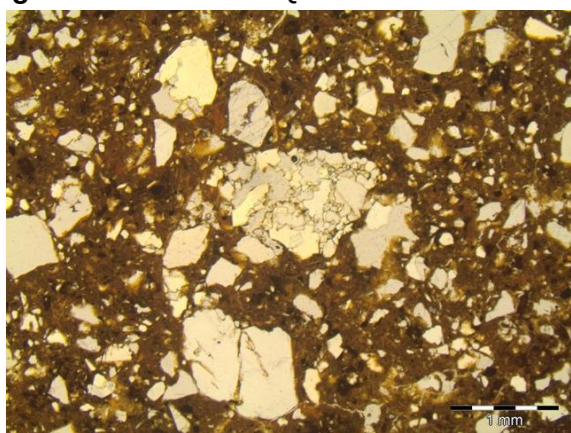
Fonte: Arquivo da pesquisadora, 2019.

Figura 54 – Lâmina 1 QDR 40 luz polarizada

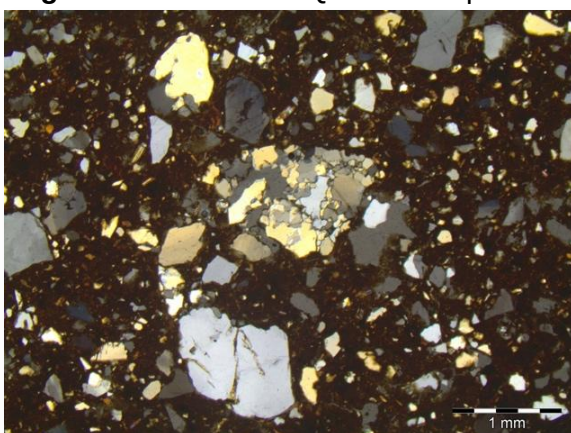
Fonte: Arquivo da pesquisadora, 2019.

As amostras da lâmina 2, representadas nas Figuras 55 e 56 a seguir, apresentam um grau de feldspato muito alterado quimicamente, individualizando fragmentos menores. Os fragmentos apresentam feições de corrosão e são substituídos pela argila fina idêntica ao restante da matriz, de cor bruma.

Nesse domínio de grãos, há a orientação semicircular dos grãos primários, sugerindo-se deslocamento de material, possivelmente em razão da cor da fonte: automática. Tem a presença de poucos poros e uma pedalidade pouco desenvolvida. Sua matriz fina relativamente homogênea envolve os grãos primários.

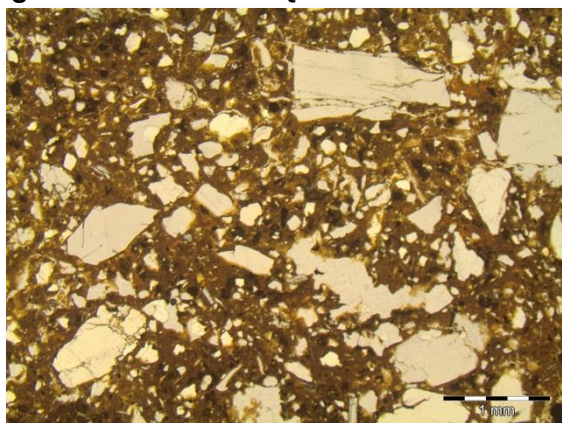
Figura 55 – Lâmina 2 QDR 40 luz branca

Fonte: Arquivo da pesquisadora, 2019.

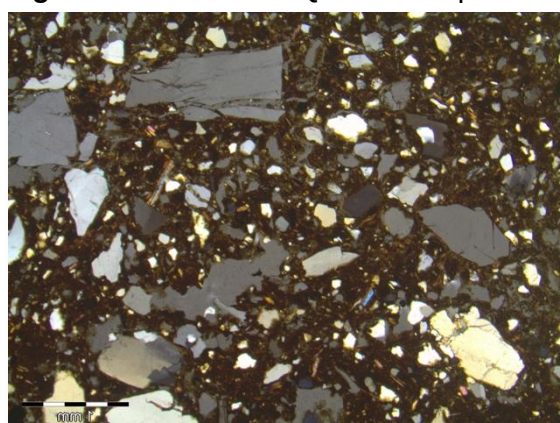
Figura 56 – Lâmina 2 QDR 40 luz polarizada

Fonte: Arquivo da pesquisadora, 2019.

As amostras da lâmina QDR 40 da terceira parte respectivamente na figura 57 e 58 condizem com o que já foi descrito acerca das amostras QDR 40 da primeira e da segunda partes, tendo como diferença o aumento da proporção das partículas de micáceos orientados. No centro da lâmina, parece haver feições circulares com grãos orientados, possivelmente em razão da pedoplasmação.

Figura 57 – Lâmina 3 QDR 40 luz branca

Fonte: Arquivo da pesquisadora, 2019.

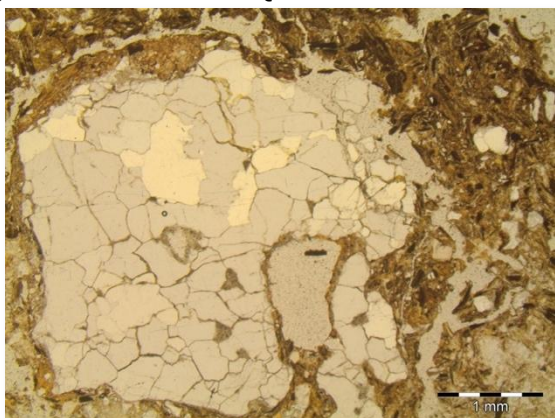
Figura 58 – Lâmina 3 QDR 40 luz polarizada

Fonte: Arquivo da pesquisadora, 2019.

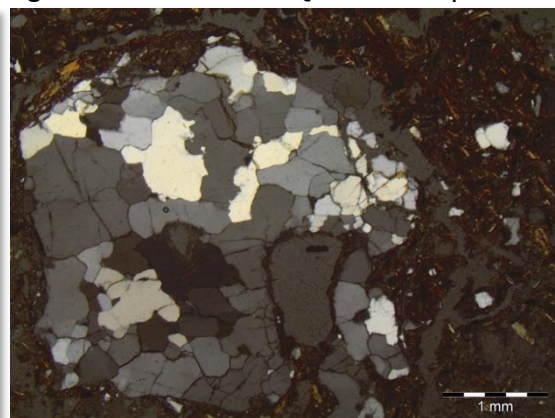
As amostras das lâminas 1 QDR 40, 2 QDR 40 e 3 QDR 40 correspondem aproximadamente 80% a uma rede de porosidade biológica composta por canais e câmaras. Quanto às matrizes destas amostras superiores, elas são mais densas e opacas.

5.5.2 Área 1 – QDR 90

As amostras das lâminas QDR 90 de luz branca e de luz polarizada da área 1 referem-se à parte inferior do depósito. As amostras da lâmina 1 representadas nas Figuras 59 e 60 a seguir contêm feldspato quimicamente alterado, substituído pelo plasma de cor bruma. Sua matriz é fina e associada com argilas micáceas orientadas. Ao redor do grão alterado e conectado em toda a lâmina, desenvolve-se uma rede de porosidade biológica. Nesse compartimento, a matriz é mais clara [pálida], menos densa e com muitos poros associados.

Figura 59 – Lâmina 1 QDR 90 luz branca

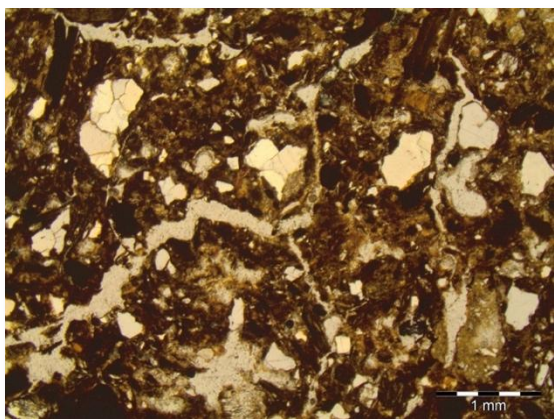
Fonte: Arquivo da pesquisadora, 2019.

Figura 60 – Lâmina 1 QDR 90 luz polarizada

Fonte: Arquivo da pesquisadora, 2019.

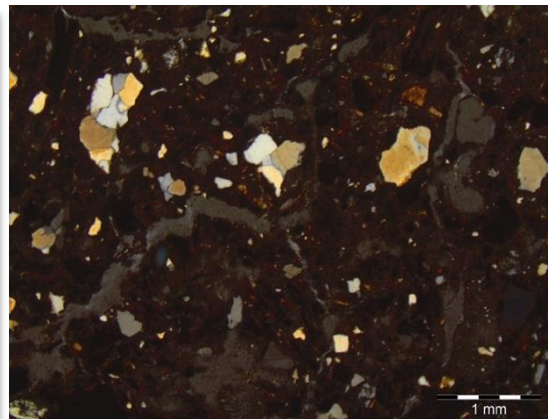
As amostras da lâmina 2 representadas nas Figuras 61 e 62 a seguir têm grãos primários similares, porém a matriz fina é mais abundante, maciça, argilo-ferruginosa, vermelha escura, nodular e opaca. Nesse domínio, ainda são visíveis minerais micáceos orientados e biotitas muito pequenas alteradas, os quais podem contribuir para o aumento do ferro na matriz fina.

Figura 61 – Lâmina 2 QDR 90 luz branca



Fonte: Arquivo da pesquisadora, 2019.

Figura 62 – Lâmina 2 QDR 90 luz polarizada

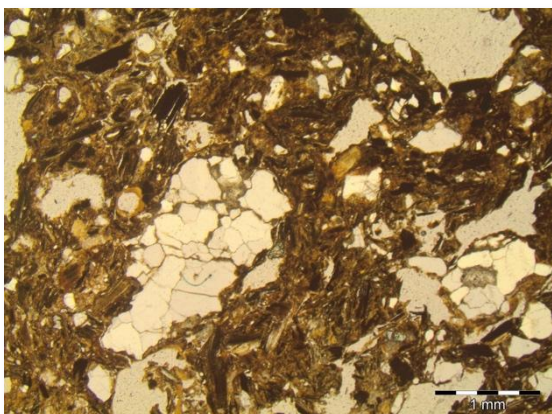


Fonte: Arquivo da pesquisadora, 2019.

As amostras da lâmina 3 representadas nas Figuras 63 e 64 a seguir correspondem a uma estrutura saprolítica composta, sobretudo, por quartzo, feldspato e biotita; nessas amostras, todos os minerais possuem feições de alteração química.

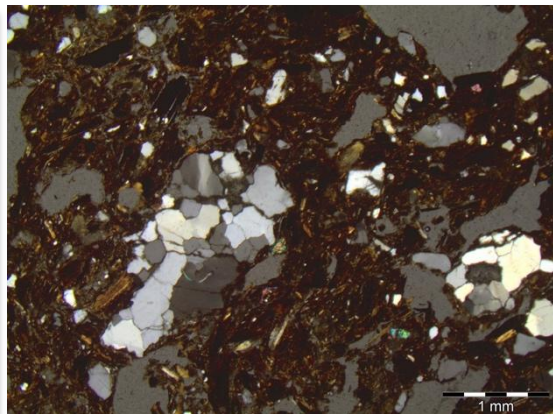
O quartzo, em razão da sua resistência, é o menos alterado, o que resulta na formação de uma matriz secundária pouco desenvolvida, constituída de fantasmas de mineral alterado [alteromorfos], muito orientado, com cores vermelhas e amarelas vivas, em razão da individualização ferruginosa proveniente desses minerais. Esse material é muito heterogêneo em relação à composição granulométrica e grau de alteração.

Figura 63 – Lâmina 3 QDR 90 luz branca



Fonte: Arquivo da pesquisadora, 2019.

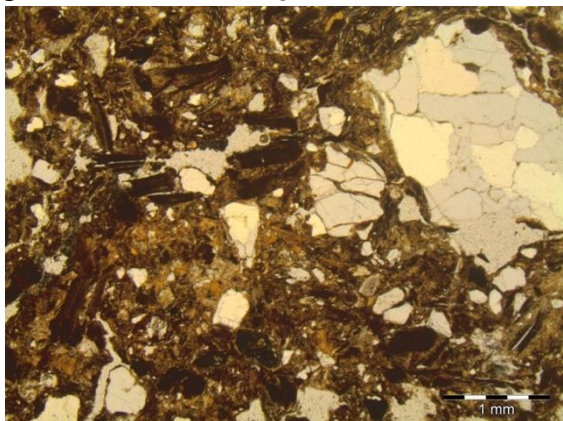
Figura 64 – Lâmina 3 QDR 90 luz polarizada



Fonte: Arquivo da pesquisadora, 2019.

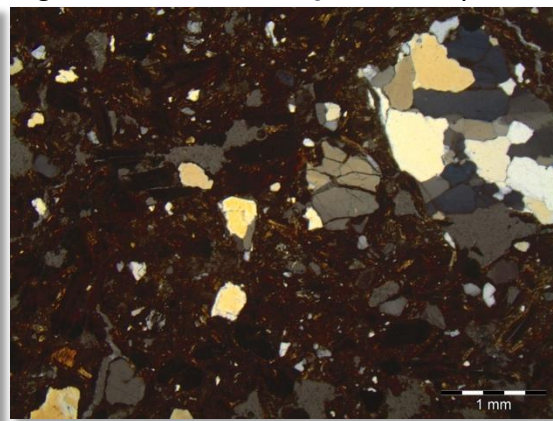
As amostras da lâmina 4 representadas nas Figuras 65 e 66 a seguir têm uma composição similar às anteriores, porém os minerais primários estão mais alterados. Nesse domínio, a biotita foi substituída por dióxido de ferro, que geram zonas opacas vermelhas escuras que se associam a zonas vermelhas mais claras. Essa amostra apresenta uma estrutura saprolítica heterogênea.

Figura 65 – Lâmina 4 QDR 90 luz branca



Fonte: Arquivo da pesquisadora, 2019.

Figura 66 – Lâmina 4 QDR 90 luz polarizada



Fonte: Arquivo da pesquisadora, 2019.

Esse perfil da área 1 tem uma evolução considerada normal, ou seja, a partir da alteração do saprólito de composição feldspática, micáceo e quartzosa essencialmente, a qual já se apresenta com elevado grau de alteração, desenvolve-se a partir da pedogênese, e o horizonte do topo é mais argiloso e maciço.

O saprólito apresenta uma composição majoritariamente de minerais facilmente alteráveis, apesar de os minerais primários estarem em avançada via de alteração, o perfil é pouco evoluído [imaturo], devido à cor da fonte: automática, o que revela que pode ter sofrido influência tanto da idade quanto do clima em que se encontra, mesmo no topo, e a matriz fina possui abundante contribuição de mineral micáceo orientado.

5.5.3 Área 2 – QDR 40

As amostras das lâminas QDR40 de luz branca e de luz polarizada da área 2 referem-se à parte superior do depósito. As amostras da lâmina 1 representadas nas Figuras 67 e 68 a seguir são de fração grossa composta de grãos de diferentes diâmetros e com uma variação entre elas. O quartzo é predominante e, secundariamente, os feldspatos e micas, todos alterados com feições de corrosão.

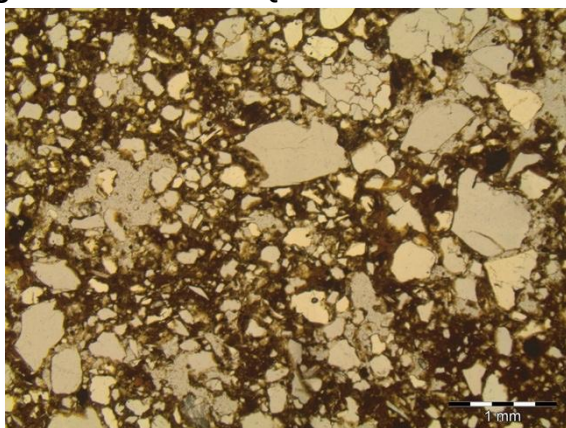
Esses minerais correspondem a aproximadamente 80% da fábrica e estão dispersos na matriz fina de cor bruma escura.

Os grãos maiores são angulares e os menores arredondados e subarredondados; quanto à matriz fina de cor bruma escura, esta não apresenta orientação, uma vez que apenas raras partículas menores de micáceos são visíveis.

Essas amostras apresentam uma porosidade de empilhamento, com grãos primários dentro do poro, nesse caso, associado à cor da matriz fina ao redor que é mais pálida, o que indica a perda de partícula fina; essa perda contribui para aumentar o diâmetro do poro e a possível friabilidade do material.

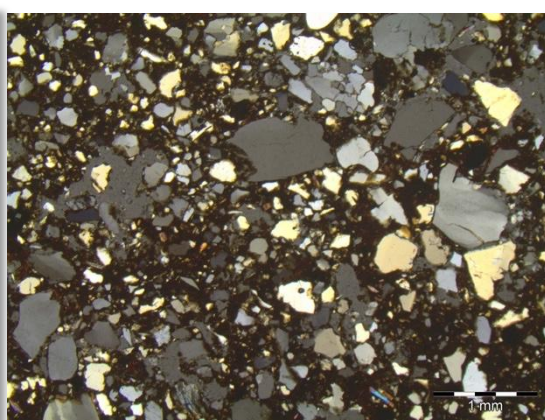
Nesse enfoque, ao observar as amostras da lâmina 1, nota-se um corte que perpassa cada uma do canto superior esquerdo ao canto inferior direito, nota-se a presença de uma banda orientando grãos primários pequenos, que possivelmente são resultantes de deslocamento mecânico.

Figura 67 – Lâmina 1 QDR 40 luz branca



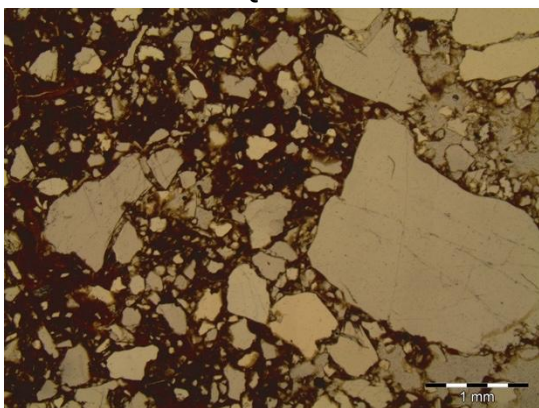
Fonte: Arquivo da pesquisadora, 2019.

Figura 68 – Lâmina 1 QDR 40 luz polarizada

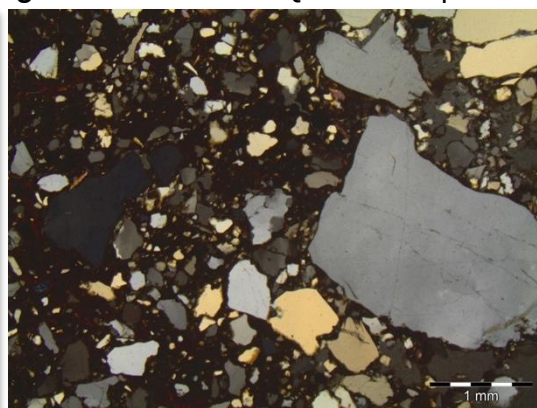


Fonte: Arquivo da pesquisadora, 2019.

Nas amostras da lâmina 2, conforme demonstradas nas Figuras 69 e 70 a seguir, há a presença de duas zonas, uma com maior concentração de matriz fina de cor bruma escura [à esquerda] e outra com porosidade aberta [à direita] muito visível, e, entre elas, há a presença de grãos primários de diâmetro grande, de até 3 mm.

Figura 69 – Lâmina 2 QDR 40 luz branca

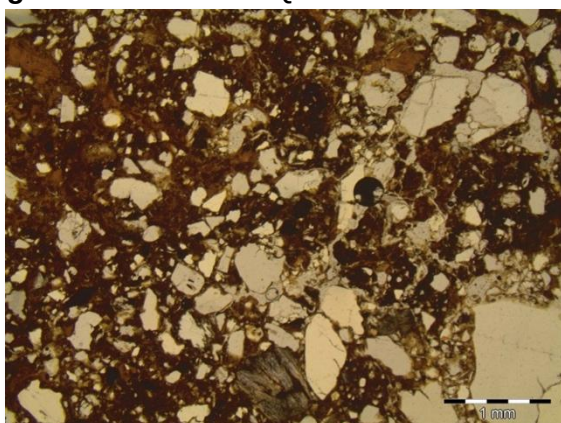
Fonte: Arquivo da pesquisadora, 2019.

Figura 70 – Lâmina 2 QDR 40 luz polarizada

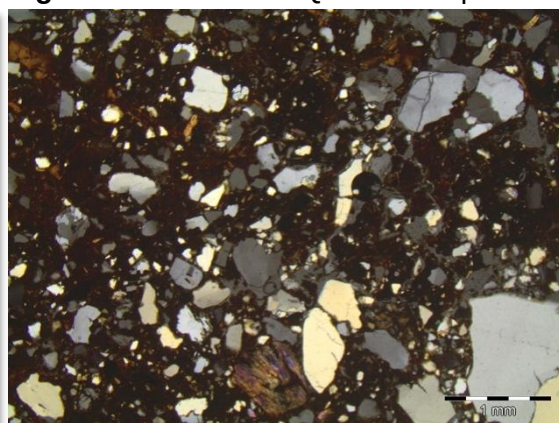
Fonte: Arquivo da pesquisadora, 2019.

As amostras da lâmina 3 representadas nas Figuras 71 e 72 a seguir apresentam minerais primários e idênticos aos anteriores, porém o material fino se organiza em microestruturas pouco desenvolvidas, contendo uma variação de cor avermelhada mais viva, porém opaca e bruma escura.

O material mais vermelho é gerado pela alteração de grãos primários, pois ele preenche as feições de corrosão. A pedacidade é pouco desenvolvida, porém, comparando-o com as lâminas anteriores, há aumento de porosidade biológica de pequeno diâmetro e existência de fissuras muito finas delimitando os microagregados.

Figura 71 – Lâmina 3 QDR 40 luz branca

Fonte: Arquivo da pesquisadora, 2019.

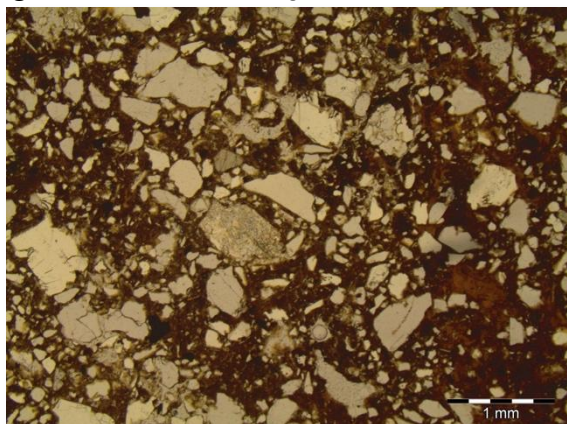
Figura 72 – Lâmina 3 QDR 40 luz polarizada

Fonte: Arquivo da pesquisadora, 2019.

O padrão nas amostras da lâmina 4, conforme demonstrado nas Figuras 73 e 74 a seguir, repete-se, mas nestas se observam, no canto inferior esquerdo, a presença da porosidade aberta por perda de material fino e a orientação mecânica dos grãos primários. Esse padrão de orientação é claramente visível nessa porção

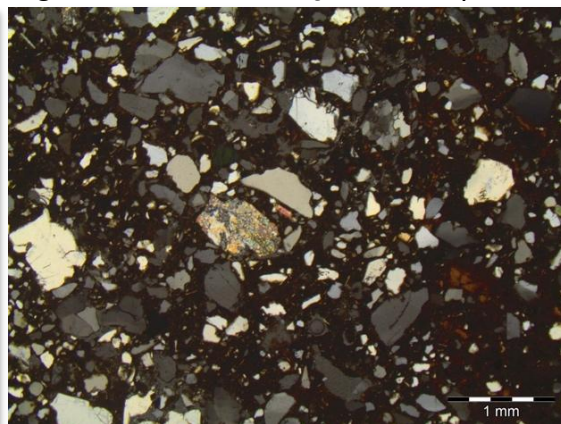
da lâmina, embora também sugira um certo padrão de estrutura bandada no sentido Noroeste/Sudeste.

Figura 73 – Lâmina 4 QDR 40 luz branca



Fonte: Arquivo da pesquisadora, 2019.

Figura 74 – Lâmina 4 QDR 40 luz polarizada



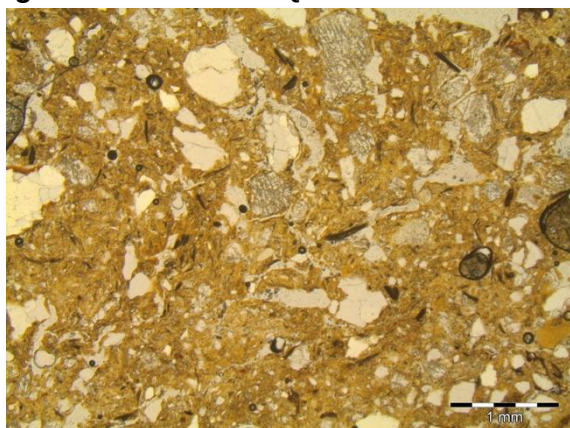
Fonte: Arquivo da pesquisadora, 2019.

Os materiais presentes nessas lâminas da parte superior do depósito são mais abundantes na forma de grãos primários.

5.5.4 Área 2 – QDR 80

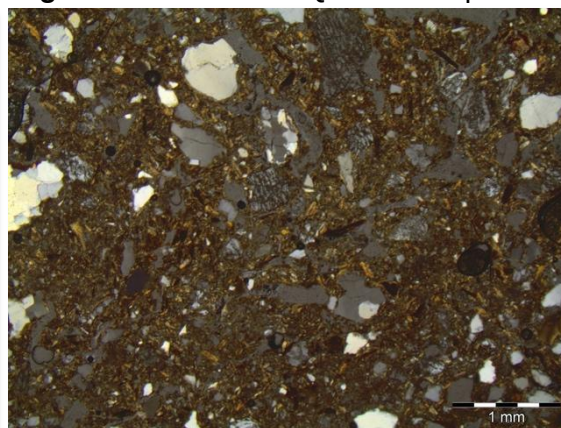
As amostras das lâminas QDR 80 de luz branca e de luz polarizada da área 2 referem-se à parte inferior do depósito. As amostras da lâmina 1 representadas nas Figuras 75 e 76 a seguir, cujo material é fino e de cor amarela clara pálida, são muito diferentes das amostras anteriormente apresentadas. Nestas, os materiais que predominam são os argilominerais micáceos, com orientação paralela e cruzada. O quartzo, feldspatos e micas alteradas predominam, e a frequência de grãos primários é bastante inferior às lâminas que já foram expostas da parte superior do depósito.

Figura 75 – Lâmina 1 QDR 80 luz branca



Fonte: Arquivo da pesquisadora, 2019.

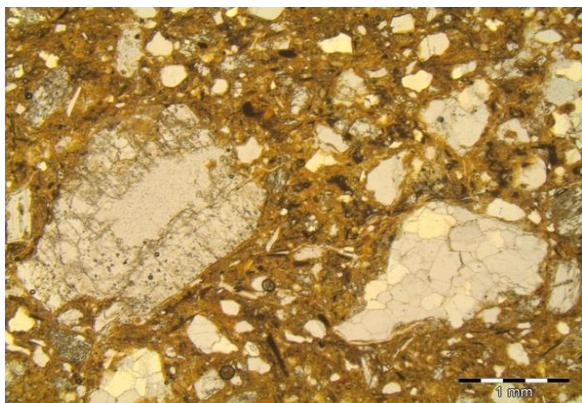
Figura 76 – Lâmina 1 QDR 80 luz polarizada



Fonte: Arquivo da pesquisadora, 2019.

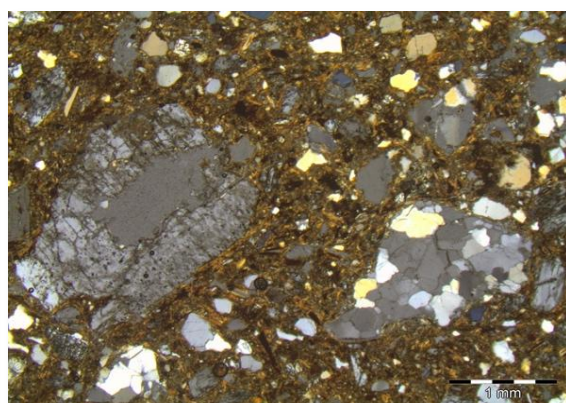
Nas amostras da lâmina 2, conforme demonstrado nas Figuras 77 e 78 a seguir, é evidente que as alterações dos minerais primários são responsáveis por gerar o material fino de micáceo orientado. Nota-se que a dissolução dos grãos maiores gera fragmentos menores arredondados e, entre eles, o preenchimento com material micáceo.

Figura 77 – Lâmina 2 QDR 80 luz branca



Fonte: Arquivo da pesquisadora, 2019.

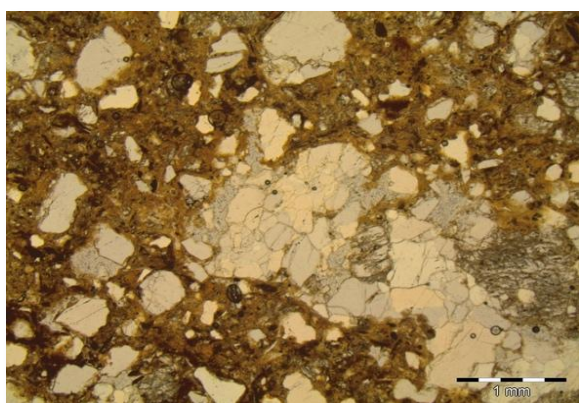
Figura 78 – Lâmina 2 QDR 80 luz polarizada



Fonte: Arquivo da pesquisadora, 2019.

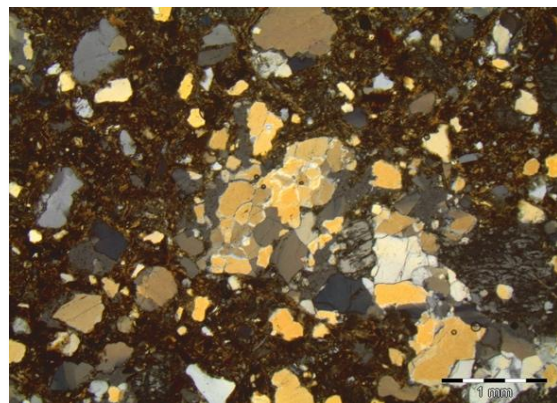
As feições das amostras da lâmina 3, representadas nas Figuras 79 e 80 a seguir, são muito claras, com zonas alongadas muito pequenas e com concentrações ferruginosas vermelhas, e estão disseminadas na lâmina. Sob luz polarizada, o material é de cor bruma viva brilhante.

Figura 79 – Lâmina 3 QDR 80 luz branca



Fonte: Arquivo da pesquisadora, 2019.

Figura 80 – Lâmina 3 QDR 80 luz polarizada



Fonte: Arquivo da pesquisadora, 2019.

Os materiais que compõem a base é saprolítico em fase avançada de alteração, nota-se que foi um material transportado, depositado e pedogenizado.

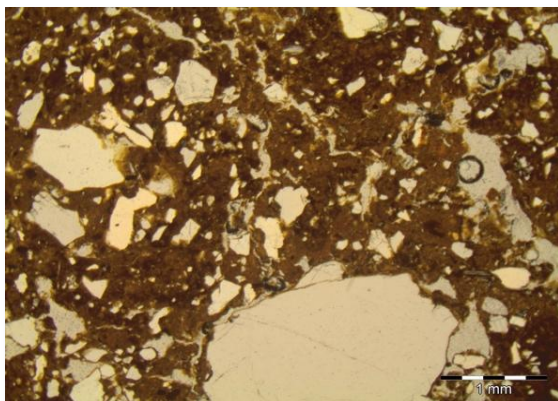
5.5.5 Área 3 – QDR 30

As amostras da lâmina QDR 30 de luz branca e de luz polarizada da área 3 referem-se à parte superior do depósito. As amostras da lâmina 1 representadas nas Figuras 81 e 82 e da lâmina 2 representadas nas Figuras 83 e 84 a seguir são constituídas por quartzo e, secundariamente, por feldspato; esses minerais compõem a fração primária. Suas geometrias são subangulares e subarredondados com um diâmetro variante.

A matriz é fina e de cor bruma avermelhada composta por argilas de natureza caulínica. Nota-se que, em certas partes da lâmina, a matriz é fina e mais densa, formando feições arredondadas milimétricas entre 0,5 a 3 mm aproximadamente.

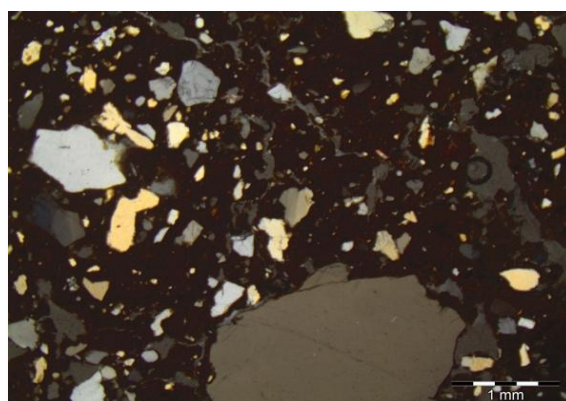
Diante do exposto, salienta-se que essas feições podem indicar movimento rotacional de curta distância; neste caso, parece ser característico do local onde o material das amostras foi coletado. No interior dessas estruturas, estão presentes grãos primários de tamanhos pequeno e médio que parecem ter sido envolvidos por um material fino não determinado na presente pesquisa. Ao redor, pode-se desenvolver poros biológicos que também apresentam orientação do grão primário.

Figura 81 – Lâmina 1 QDR 30 luz branca

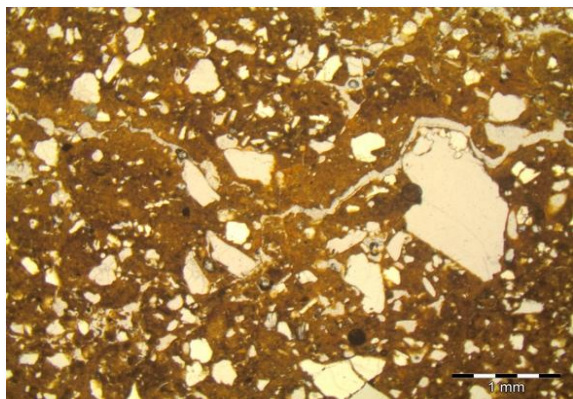


Fonte: Arquivo da pesquisadora, 2019.

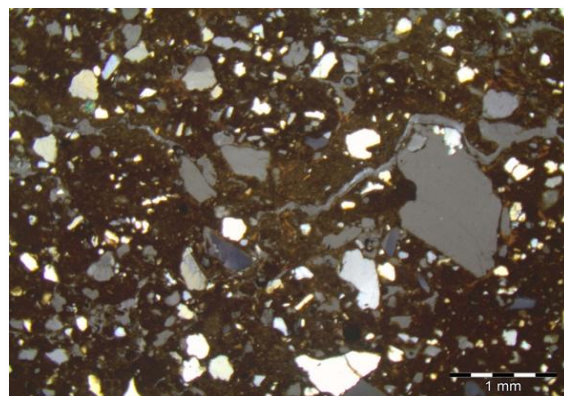
Figura 82 – Lâmina 1 QDR 30 luz polarizada



Fonte: Arquivo da pesquisadora, 2019.

Figura 83 – Lâmina 2 QDR 30 luz branca

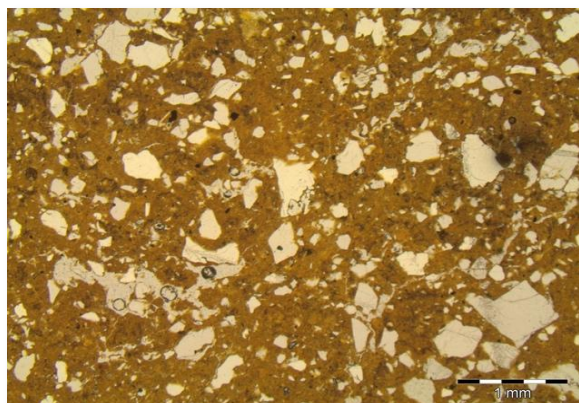
Fonte: Arquivo da pesquisadora, 2019.

Figura 84 – Lâmina 2 QDR 30 luz polarizada

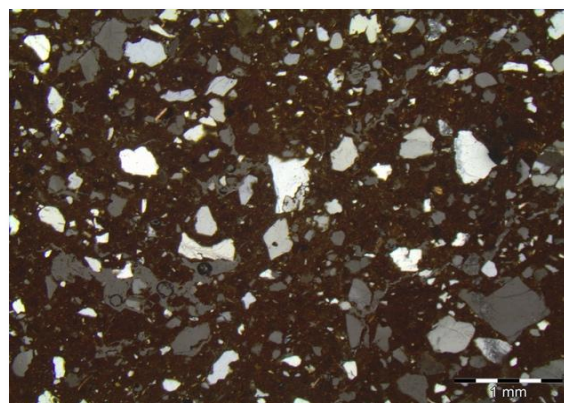
Fonte: Arquivo da pesquisadora, 2019.

As amostras da lâmina 3 representadas nas Figuras 85 e 86 e da lâmina 4 representadas nas Figuras 86 e 87 a seguir são similares, pois têm um aumento de rede de poros biológicos. Suas matrizes são finas e de cor bruma avermelhada, fracamente microagregada, sendo que alguns materiais e tamanhos são um pouco visíveis por estarem isolados por fissuras muito finas.

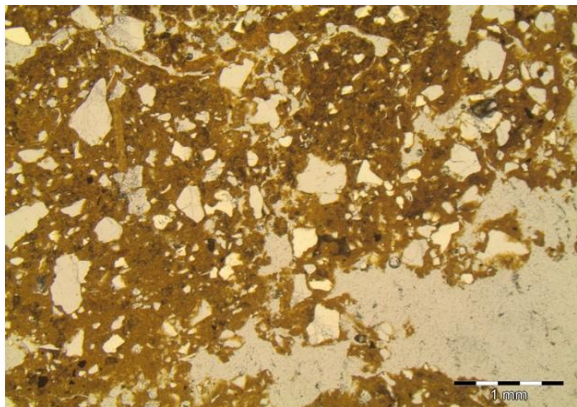
Nessas lâminas, certos microagregados preenchem poros biológicos. Elas têm uma matriz fina menos densa e mais homogênea, porém, nota-se que o desenvolvimento de poros biológicos desloca mecanicamente os grãos primários.

Figura 85 – Lâmina 3 QDR 30 luz branca

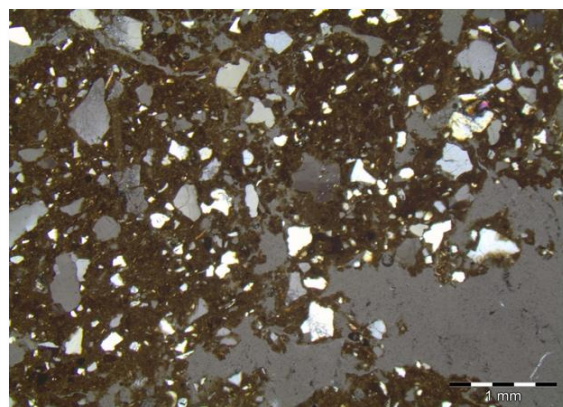
Fonte: Arquivo da pesquisadora, 2019.

Figura 86 – Lâmina 3 QDR 30 luz polarizada

Fonte: Arquivo da pesquisadora, 2019.

Figura 87 – Lâmina 4 QDR 30 luz branca

Fonte: Arquivo da pesquisadora, 2019.

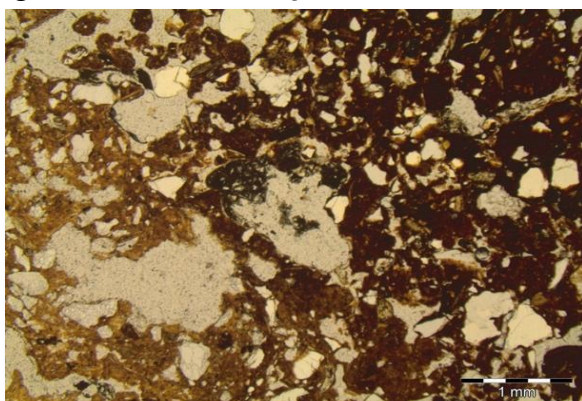
Figura 88 – Lâmina 4 QDR 30 luz polarizada

Fonte: Arquivo da pesquisadora, 2019.

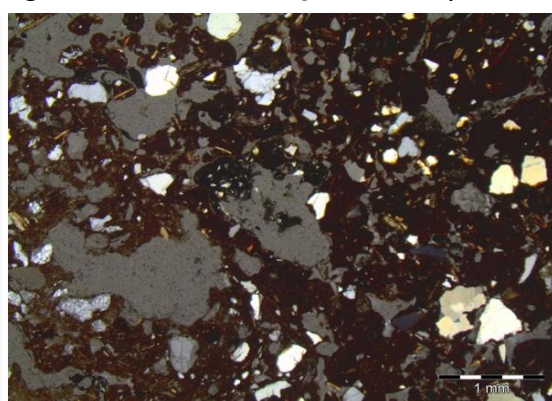
5.5.6 Área 3 – QDR 90

As amostras das lâminas QDR 90 de luz branca e luz polariza da área 3 referem-se à parte inferior do depósito. Nas amostras da lâmina 1, representadas nas Figuras 89 e 90 a seguir, observam-se duas zonas claramente visíveis. A primeira, à direita da lâmina, é composta por matriz fina vermelha ferruginosa agregada, opaca e apresenta nas bordas e nas paredes dos poros biológicos a presença de um material fino de cor amarela, indicando degradação dos núcleos ferruginosos e migração pelos poros [hipocutans].

Nesse contexto, destacar que os núcleos ferruginosos podem apresentar pequenos nódulos esféricos, escuros e opacos. Eles preenchem poros biológicos. A zona dois corresponde a uma zona com material fino de cor bruma pálida, muito poroso [biológico] e de grande diâmetro [de 1 a 3 mm]. O contato entre as duas zonas é nítido. Na parte inferior da lâmina, no contato entre as duas zonas, nota-se o deslocamento da matriz fina e a orientação do grão primário, formando estrutura semicircular. Essas feições descritas sugerem ser causadas pelo aumento da atividade da água no interior do solo.

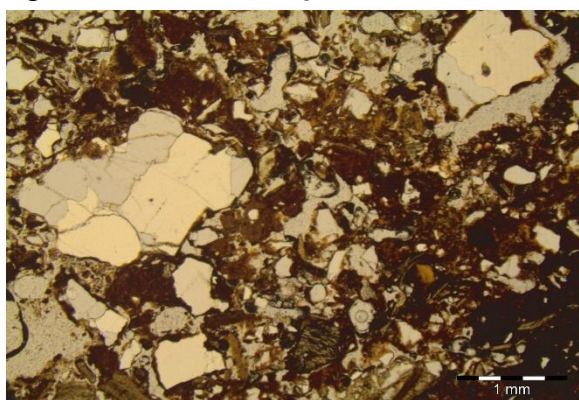
Figura 89 – Lâmina 1 QDR 90 luz branca

Fonte: Arquivo da pesquisadora.

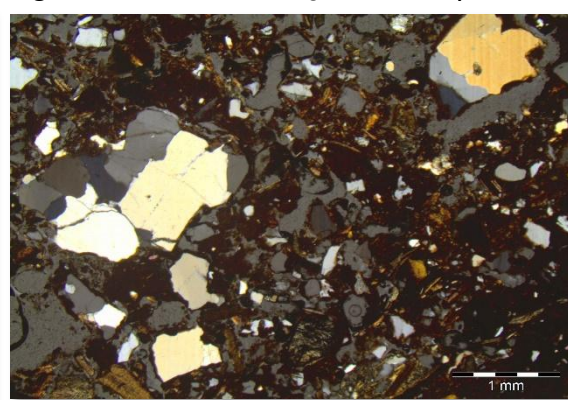
Figura 90 – Lâmina 1 QDR 90 luz polarizada

Fonte: Arquivo da pesquisadora.

As amostras da lâmina 2 representadas nas Figuras 91 e 92 a seguir têm uma estrutura saprolítica e porosa, constituída por feldspatos e biotitas alterados associados com quartzo. O material fino formado é micáceo, organizado em uma estrutura paralela e cruzada pouco abundante. Esse saprólito diferencia-se dos outros por ser mais poroso.

Figura 91 – Lâmina 2 QDR 90 luz branca

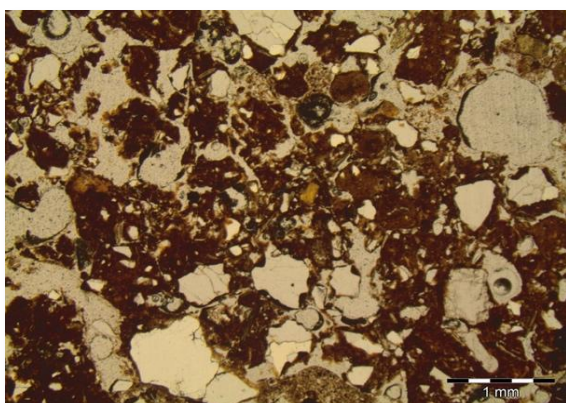
Fonte: Arquivo da pesquisadora.

Figura 92 – Lâmina 2 QDR 90 luz polarizada

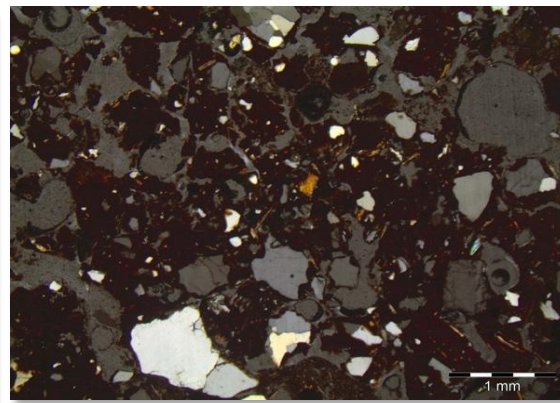
Fonte: Arquivo da pesquisadora.

Nas amostras da lâmina 3, conforme demonstro nas Figuras 93 e 94 a seguir, observa-se uma porosidade mais abundante. O seu material fino é abundante e menos micáceo e, novamente, observa-se o desenvolvimento das matrizes ferruginosas vermelhas e amarelas.

O padrão desse domínio sugere algo concrecionário e ferruginoso com muita areia; a porosidade abundante facilita a percolação mais rápida da água e, por isso, talvez apresente padrão grosseiro, porém mais friável.

Figura 93 – Lâmina 3 QDR 90 luz branca

Fonte: Arquivo da pesquisadora, 2019.

Figura 94 – Lâmina 3 QDR 90 luz polarizada

Fonte: Arquivo da pesquisadora, 2019.

5.6 DATAÇÃO DOS SEDIMENTOS POR LOE

Com base na datação por LOE, foi possível reconstruir, qualitativamente, os cenários da dinâmica nas encostas responsáveis pela formação de rampas coluviais nas áreas estudadas. As concentrações de radioisótopos medidos e idades finais das áreas 1,2,3, na sequência das amostras, estas foram agrupadas na Tabela 4 a seguir para uma melhor compreensão dos resultados.

Tabela 4 – Distribuição Anual de Th, U, K e Cálculo das Idades Finais das Amostras das Áreas1, 2 e 3 nesta sequência

Parâmetros	QDR 40	QDR 90	QDR 80	QDR90
Th (1) (ppm) (2)	16,118 ± 0,752	19,664 ± 0,859	17,054 ± 0,750	18,758 ± 0,829
U (3) (ppm)	4,808 ± 0,200	4,861 ± 0,174	4,623 ± 0,165	6,764 ± 0,222
K (4) (%)	1,491 ± 0,084	0,940 ± 0,060	1,097 ± 0,057	1,223 ± 0,066
Dose Anual (μGy (5)/ano)	3.820 ± 85	3.730 ± 75	3.630 ± 70	4.400 ± 80
P (6) (Gy)	49, 2	56,6	49,6	196,2
Idade bp (7) (ano)	12.870 ± 1.100	15.180 ± 1.300	13.670 ± 1.180	44.600 ± 1.530

Fonte: Comércio e Serviço de São Paulo, 2020.

- (1) Tório
- (2) Partes por milhão [concentração]
- (3) Urânio
- (4) Potássio
- (5) Microgray
- (6) Paleodose
- (7) Before present [antes do presente]

5.6.1 Área 1 – QDR 40 e QDR 90

Com relação ao primeiro ponto de amostragem, trata-se de uma rampa coluvial que apresenta uma sedimentação com espessura de 200 m. As amostras datadas foram coletadas em dois níveis sobrepostos e intercalados por uma linha de pedras – *stone line*. A primeira unidade possui uma textura areno-argilosa e apresentou a idade de 15.180 ± 1.300 anos AP [antes do presente], indicando que o coluvionamento foi desencadeado por eventos sazonais de máximas pluviais em um padrão climático semiárido devido ao rebaixamento da temperatura do evento Heinrich (H1) (ADAMS et al., 1999; PETIT et al., 1999) [Ver Figura 85].

Adams et al. (1999) afirmam que o último evento Heinrich (H1) ocorreu logo após o Último Máximo Glacial (UMG), marcando um curto período de semiaridez extrema que incidiu sobre muitas partes do mundo entre 17 mil e 15 mil anos atrás. Dessa forma, a existência de uma linha de pedra no topo da deposição corrobora a hipótese de que a área atravessava um regime climático seco que favoreceu a erosão laminar, com concentração de sedimentos grossos na superfície.

O segundo nível, datado em 12.870 ± 1.100 anos AP, demonstra a súbita retomada da umidade durante a transição Pleistoceno/Holoceno, com eventos pluviais de grande magnitude capazes de gerar deslizamentos translacionais.

5.6.2 Área 2 – QDR 80

Com relação à segunda área de coleta, trata-se de uma rampa coluvial que apresenta uma sedimentação com espessura de 180 cm. Nesse ponto, apenas o nível basal foi datado [80 m de profundidade], apresentando a idade mínima do pacote sedimentar.

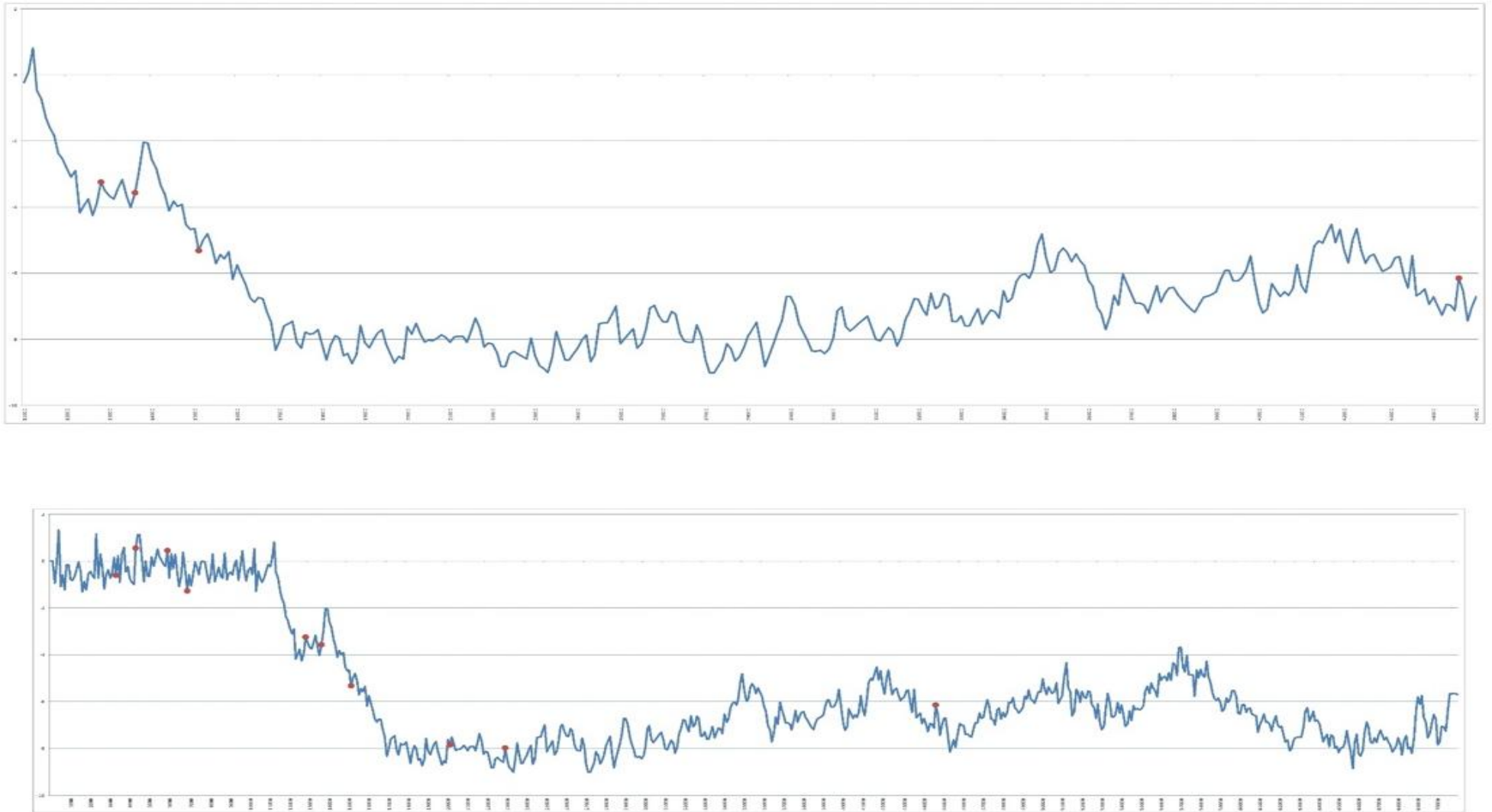
A unidade basal apresentou a idade de 13.670 ± 1.180 anos AP, demonstrando um escorregamento translacional com remobilização do pacote eluvial oriundo das cimeiras e encostas durante um episódio de precipitação de alta magnitude durante uma fase de ambiente seco relacionado ao UMG. A existência de uma linha de acumulação de seixos no topo da sedimentação corrobora a existência da fase seca, que favoreceu a erosão laminar e a concentração da fração mais grossa.

5.6.3 Área 3 – QDR 90

O terceiro ponto de coleta é uma rampa coluvial, com depósito de espessura de 170 m. Nesse ponto, apenas o nível basal foi datado [90 cm de profundidade], apresentando a idade mínima do pacote sedimentar. O nível com idade de 44.600 ± 1.530 anos AP indica um escorregamento translacional com energia para remobilizar o elúvio das cimeiras e encostas. É possível aventar que o mecanismo desencadeador do escorregamento está relacionado a eventos pluviais máximos, devido a um pequeno aumento da umidade durante o Penúltimo Estadial do Pleistoceno Superior.

Por fim, foi confeccionado um gráfico relacionado à curva de Vostok, representado na Figura 94 a seguir, para demonstrar cada período obtido relacionado à área e, mais precisamente, aos dados analisados no presente estudo, conferindo veracidade às discussões nele desenvolvidas, com base em aportes teóricos, empíricos, laboratoriais e à prática de campo realizada que corroboraram na obtenção dos materiais e dados *in situ*.

Figura 95 – Curva de Vostok



Fonte: Adaptado, 2020.

6 CONCLUSÃO

Em busca da possível reconstrução ambiental do município de Quipapá, esta pesquisa se baseou em certos procedimentos laboratoriais. Dessa forma, a análise Morfoestratigráfica dos depósitos de encostas coluviais, em pontos específicos, retrataram as oscilações ocorridas em intervalos de tempo distintos, proporcionando assim a denominação de eventos e episódios, que ocorreram nesses intervalos analisados.

As análises laboratoriais apresentaram divergências quanto ao grau do diâmetro dos materiais analisados, devido à escala utilizada em cada análise. Os depósitos são constituídos de quartzo, feldspato, micáceo e biotita, minerais encontrados em todas as amostras analisadas com variação em suas quantidades em cada amostra. Essas constituições dos depósitos contribuíram para validar os resultados encontrados.

As idades obtidas para os níveis estratigráficos datáveis atestaram que os eventos deposicionais estão na dependência de agentes desencadeadores de gêneses diferentes. Na área 1, no primeiro nível, evidenciam-se eventos sazonais de máximas pluviais em um padrão climático semiárido devido ao rebaixamento da temperatura do evento Heinrich (H1). No segundo nível, percebeu-se a retomada da umidade relacionada à transição Pleistoceno/Holoceno, o que indica eventos pluviais de grande magnitude. Na área 2, evidenciam-se episódios de precipitação de alta magnitude durante uma fase de ambiente seco relacionado ao Último Máximo Glacial (UMG). Na área 3, por sua vez, evidenciam-se eventos pluviais máximos, indicando um pequeno aumento da umidade durante o Penúltimo Estadal do Pleistoceno Superior.

A interpretação da dinâmica geomorfológica foi realizada a partir dos registros sedimentares encontrados nas encostas coluviais, os quais foram a base para a elucidação de interações entre as mudanças temporais de longo e curto prazos nos processos geomorfológicos no quaternário tardio na região, na qual as repercussões ainda são visíveis na paisagem atual. Sendo assim, a maior dificuldade com relação a esta proposta de pesquisa incide sobre a natureza intrínseca do material, pois os depósitos encontrados na paisagem representam uma pequena parcela dos materiais originais que resistiram às perturbações ocasionadas pelas mudanças ambientais em uma ordem de milhares de anos.

REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A. N. Domínios Morfoclimáticos e Províncias Fitogeográficas no Brasil. **Orientação**, v. 3, p. 45-58, 1967.
- AB'SÁBER, A. N. **O domínio dos “mares de morros” no Brasil**. Geomorfologia, São Paulo, n. 2, p. 1-9, 1966.
- ADAMS, J. et al. *Sudden climate transitions during the Quaternary*. **Progress in Physical Geography**, Vol. 23, Issue 1, p. 1-36, 1999.
- AGER, T. A.; WHITTE, J. M.; MATHEWS JR., J.V. Tertiary-Quaternary boundaries. **Quaternary International**, v. 23/24, 1994.
- ANDRIOTTI, J. L. S. **Fundamentos de Estatística e Geoestatística**. São Leopoldo: Editora Unisinos, 2003. 165 p.
- ANUÁRIO MINERAL BRASILEIRO, 2000. Brasília: DNPM, v. 29, 2000. 401p.
- AGUIAR, Eduardo da Costa. **Monografia**: Início, Tranquilidade e defesa. 2. ed. Olinda: Livro Rápido, 2008.
- ARRUDA, E. M. **Caracterização dos Ambientes Depositionais na Bacia do Ribeirão Entupido, Complexo Alcalino do Passo Quatro, Estado de São Paulo**. 2004. 189 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – UNESP, Rio Claro/SP, 2004.
- BIGARELLA, J. J. Variações climáticas do Quaternário e suas implicações no revestimento florístico. **Boletim Paranaense de Geografia**, v. 10/15, p. 211-230, 1965.
- BIGARELLA, J. J.; AB'SABER, A. N. *Palaeogeographische und palaeoklimatische aspekte des Kanozoikums in Sued-Brasilien*. **Zeitschrift fuer Geomorphologie**, v. 8, p. 286-312, 1964.
- BIGARELLA, J.J; MOUSINHO, M. R.; SILVA, J.X. Considerações a Respeito da Evolução das Vertentes. **Boletim paranaense de Geografia**, nº 16/17, p. 85-116, jul. 1965.
- BLOOM, A. L. **Geomorphology** – A systematic analysis of late Cenozoic landforms. Nova Jersey: Prentice Hall. Inc., 1978.
- BRADLEY, R. S.; EDDY, J. A. *Records of past global changes*. In: BRADLEY, R. S. (ed.). **Global changes of the past**. UCAR/OIES. Global changes Institute, 1989. p. 5-9.
- BRANNER, J. C. *The stone reefs of Brazil, their geological and geographical relations*. **Bulletin of the Museum of Comparative Zoology**, v. 44, p. 207-275, 1904.
- BRAUN, J.; HEIMSATH, A. M.; CHAPPELL, J. M. A. *Sedimentar transport mecanismo on soil-mantled hillslopes*. **Geology**, v. 29, p. 683-686, 2001.

BUCKLAND, W. ***Geology and Mineralogy, Considered with Reference to Natural Theology***. William Pickering, London, 1836.

CASSETI, V. **Elementos de geomorfologia**. Editora contexto, 1994.

CHRISTOFOLETTI, Antonio. **Geomorfologia**. São Paulo: Editora Edgard Blücher e EDUSP, 1974.

_____. **Geomorfologia**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.

CUVIER, G. ***Recherches sur les ossements fossiles où l'on rétablit les caracteres de plusieurs espèces d'animaux que les révolutions du globe paroissent avoir détruites***, I. Paris: Deterville, 1812.

DARWIN, C. R. *On a remarkable bar of sandstone of Pernambuco on the coast of Brazil*. ***Edinburgh and Dublin Philosophy Magazine and Jornal of Science***, v. 19, p. 257-261, 1841.

DESNOYERS, J. *Observations sur un ensemble de dépôts marins plus recentes que les terrains tertiaires du bassin de la seine, et constituant une formation géologique distincte: précédées d'une aperçu de la nonsimultanéité des bassins tertiaires*. ***Annales Sciences Naturelles***, v. 16, p.117-214, p.402-491, 1829.

DIAS, J. A. **Evolução do Conceito de Sedimento Relíquia**. [S.l.: s.n.], 2004.

Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/236577870_Evolucao_do_Conceito_de_Sedimento_Reliquia_EVOLUCAO_DO_CONCEITO_DE_SEDIMENTO_RELIQUIA.

Acesso em: 10 jan. 2021.

FERNANDES BARROS, O. N. **Análise estrutural e cartografia detalhada de solos em Marília/SP: ensaio metodológico**. 1985. 146 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – USP, São Paulo, 1985.

FLEMING, R. W.; JOHNSON, A. M. *Rates of seasonal crepes of silty clay soil*. ***Quaternary Journal of Engineering Geology***, v. 8, p. 1-29, 1975.

FOLK, R. L.; WARD, W. C. *Brazos River Bar: A Study in the Significance of Grain Size*. ***Parameters Journal of Sedimentary Petrology***, Vol. 27, Issue 1, p. 3-26., 1957.

GALE, S. J.; HOARE, P. G. ***Quaternary Sediments: Petrographic Methods for the Study of Ulithified Rocks***. Londres: Bethaven Press, 1991. 318 p.

GALLOWAY, W. E. *Genetic stratigraphic sequences in basin analysis. Architecture and genesis of flooding surface bounded depositional units*. ***American Association of Petroleum Geologists Bulletin***, p. 73, p. 125-142, 1989.

HEIMSATH, A. M.; CHAPPELL, J. M. A.; SPOONER, N. A.; QUESTAUX, D. G. *Creeping soil*. ***Geology***, v. 30, p. 111-114, 2003.

HUTTON J. ***Theory of the Earth, with Proofs and Illustrations***. Edinburgh and London, 1795. 2 v.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Manuais técnicos em geociência divulga os procedimentos metodológicos utilizados nos estudos e pesquisas de geociências**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2009. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv66620.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2021.

JATOBÁ, L., LINS, R. C. e SILVA, A. F. **Tópicos Especiais de Geografia Física**. 2 ed. Petrolina: PROGRESSO, 2014.

JATOBÁ, L. (Org.); LINS, R. C.; MEDEIROS, A.; ANDRADE, G. O. **O Sistema Climático**. Recife: LIBERTAS, 2012. 114p.

KNOX, J. C. *Valley alluviation in south-western Wisconsin*. **Annals of the American Association of Geographers**, 62: 401-410, 1972.

LYELL C. (ed.). **Principles of Geology, Being inquiry how far the former changes of the earth's surface are referable to causes now in operation**. London: John Murray, 1833. v. 3.

LOWE, J. J.; WALKER, M. J. C. **Reconstructing Quaternary Environments**. 2. ed. Londres: Longman, 1997.

MSHANA, N. S.; SUZUKI, A.; KITAZONO, Y. "Effects of weathering on stability of natural slopes in NORTH-CENTRAL KUMAMOTO". **Japanese Society of Soil Mechanics and Foundation Engineering, Soils and Foundation**, v. 33, n. 4, p. 74-87, Dec. 1993.

MEIS, M. R. M.; MOURA, J. R.S. *Upper Quaternary sedimentation and hillslope evolution: Southeastern Brazilian Plateau*. **American Journal of Science**, v. 284, p. 241-254, 1984.

MUEHE, D. Geomorfologia Costeira. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (orgs.). **Geomorfologia: exercícios, técnicas e aplicações**. Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil, 1994. p. 191-237.

NEVES, V. F.; OLIVEIRA, D. **Caracterização da análise morfológica da evolução da captura de drenagem do rio Guaratuba no relevo da serra do mar – Boracéia – SP**. v.8, n. 1, p 24. Isie. Unb.br/ugb/sinageo/8/1/24 pdf.

OLIVEIRA, D. **Caracterização da análise morfológica da evolução da captura de drenagem do rio Guaratuba no relevo da serra do mar – Boracéia – SP**. Tese (Doutorado em Geografia) – USP, São Paulo, 2003.

PASINI, G.; COLALONGO, M. L. *The Pliocene-Pleistocene boundary-stratotype at Vrica, Italy*. In: VAN COUVERING, J. A. (ed.). **The Pleistocene boundary and the Beginning of the Quaternary**. Cambridge: Cambridge University Press, 1997. (World and Regional Geology, 9).

PENTEADO, M. M. **Fundamentos de Geomorfologia**. 2. ed., Rio de Janeiro: IBGE, 1978. 180 p.

PETIT, J. R. et al. *Climate and atmospheric history of the past 420,000 607 years from the Vostok ice core, Antarctica*. **Nature**, Vol. 399, p. 429-436, 3 June 1999.

QUEIROZ NETO, J. P. Relações entre as vertentes e os solos: revisão de conceitos. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 12, n. 3, p. 15-24, 2011.

RIBEIRO, C. S.; LIMA, J. F.; CORREA, B. C. A. Depósitos de encostas em regiões tropicais: uma abordagem sobre a formação de colúvios. **Revista Geonorte**, Edição Especial, v. 2, n. 4, p. 334-342, 2012.

RODRIGUEZ, T. T. **Proposta de classificação geotécnica para colúvios brasileiros**. 2005. 370 p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

RUBIRA, F. G.; BARREIROS, M. A.; VILLELA, J. N. F.; PEREZ FILHO, P. A. Sistema pedogeomorfológicos na interpretação da evolução de paisagens quaternárias em climas tropicais úmidos. **Mercator**, Fortaleza, v. 18, e 18020, 2019. ISSN: 1984-2001.

RUBIRA, F. G.; PEREZ FILHO, A.; MELO, G. V. **Análise macromorfológica da cobertura pedológica e perfil da topossequência realizada em um segmento da vertente** da FEI/UEM. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA E CONGRESSO NACIONAL DE GEOGRAFIA FÍSICA, 17/1, 2017, Campinas – SP. Anais, v.1, p. 1-13, 2017.

SCHUMM, S. A. **The Fluvial System**. Chichester: Wiley, 1977.

SELBY, M. J. **Hillslope materials and processes**. Oxford: Oxford University Press, 1993.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (CPRM). **Geologia, tectônica e recursos minerais do Brasil, sistema de informações geográficas**. Mapas na escala 1:2.500.000. Brasília: CPRM, 2001. Disponível em 04 CD's.

_____. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea**. Diagnóstico do município de Quipapá, estado de Pernambuco. Organizado por João de Castro Mascarenhas, Breno Augusto Beltrão, Luiz Carlos de Souza Junior, Manoel Julio da Trindade G. Galvão, Simeones Neri Pereira e Jorge Luiz Fortunato de Miranda. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005. Disponível em: http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/bitstream/handle/doc/16565/Rel_Quipap%C3%A1.pdf?sequence=1. Acesso em: 10 jan. 2021.

SHEPARD, F. P. *Nomenclature based on sand-silt-clay Ratios*. **Journal of Sedimentary Petrology**, Vol. 24, Issue 3, p. 151-138, 1954.

SILVA, D. G.; CORRÊA, A. C. B. Aplicação da micromorfologia de solos aos estudos de sedimentos quaternários: uma ferramenta para a reconstrução paleoambiental. **Mercator- Revista de Geografia da UFC**, ano. 8, n. 15, 2009.

SILVA, A.F. **Condições naturais e uso do solo**. In: JATOBÁ, L. (ed.), LINS, R. C. e SILVA, A. F. **Tópicos Especiais de Geografia Física**. 2 ed. Petrolina: PROGRESSO, 2014. 166 p.

SOUZA, S. G. et al. (2019). Análise Geomorfológica do Município de Quipapá- Zona da Mata de Pernambuco. **Revista equador (UFPI)**, v. 8, n. 2, p. 436-448, 2019.

SUGUIO, K. Tópicos de geociência para o desenvolvimento sustentável: as regiões litorâneas. **Revista do Instituto de Geociência – USP**, Série Didática, v. 2, p. 1-40, 2003.

SUGUIO, K. **Geologia do quaternário e mudanças ambientais**. São Paulo: oficina de textos, p. 408. 2010.

SUGUIO, K.; MARTIN, L.; FLEXOR, J. M. **Os estudos sobre as flutuações dos climas do Quaternário tardio como subsídio para o desenvolvimento sustentável**. In: SEMINÁRIO: CIÊNCIA E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 1997, São Paulo. Anais... São Paulo: IEA-CEPA/USP, 1997. p. 97-98.

SUGUIO, K.; NOGUEIRA, A. C. R. **Revisão crítica dos conhecimentos geológicos sobre a formação (ou grupo?) Barreiras do Neógeno e o seu possível significado como testemunho de alguns eventos geológicos mundiais**. Geociência, São Paulo, v. 18, p. 461 – 479, 1999.

SUGUIO, K.; SALLUN, A. E. M. Geologia do Quaternário e Geologia Ambiental. In: Mantesso-Neto, V.; BARTORELLI, A.; CARNEIRO, C. D. R.; BRITO NEVES, B. B. (eds.). **Geologia do Continente Sul-Americano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida**. São Paulo: Editora Beca, 2004. p. 461-469.

SUGUIO, K.; TURCQ, B.; MARTIN, L. **Os estudos sobre as flutuações dos climas do Quaternário tardio como subsídio para o desenvolvimento sustentável**. In: SEMINÁRIO: CIÊNCIA E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 1997, São Paulo. Anais... São Paulo: IEA-CEPA/USP, 1997. p. 15-17.

TAVARES, Ana Carolina De Almeida; BULHÕES, Eduardo; ESTRADA, Alessa Favero. Distribuição de fácies sedimentares e tendências de transporte de sedimentos na enseada de manguinhos, armação dos búzios, RJ. **Revista de Geografia**, Recife: UFPE – DCG/NAPA, v. especial VIII SINAGEO, n. 2, p. 81-97, set. 2010. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/revistageografia/article/viewFile/228873/23284>. Acesso em: 10 jan. 2021.

THOMAS, M. F.; THORP, M. B. *Geomorphic response to rapid climatic and hidrologic changes during the late Pleistocene and early Holocene in the humid and sub-humid tropics*. **Quaternary Science Reviews**, 14: 193-207, 1995.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: FIBGE/SUPREN, 1977.

TUCKER, M. **Techniques in Sedimentology**. London: Blackwell, 1995.

VAIL, P. R.; MITCHUM JR., R. M. *Seismic stratigraphy and global changes os sea-level. Part I: Overview*. In: C. E. PAYTON (Ed). *Seismic Stratigraphy – applications to hydrocarbon exploratiion*. **American Association of petroleum Geologists Memoir**, v. 26, p. 51-52, 1977.

VAN COVERING, J. A. *Preface: the new Pleistocene*. In: VAN COUVERING, J. A. (ed.). ***The Pleistocene Boundary and the Beginning of the Quaternary***. Cambridge: Cambridge University Press, 1997. (World and Regional Geology, 9). p. 11-17.

VAN WAGONER, J. C.; MITCHUM JUNIOR, R. M.; CAMPION, K. M.; RAHAMANIAN, V.D. *Siliciclastic sequence stratigraphy in well logs, cores and outcrops: concepts for high-resolution correlation of time and facies*. ***American Association of Petroleum Geologists***. Methods in Exploration Series, v. 7, 1988.

WALKER, R. G. *Facies modeling and sequence stratigraphy*. ***Journal of Sedimentary Research***, v. 60, p. 777- 786, 1990.

ZAPE. **Zoneamento Agroecológico de Pernambuco**. Recife: ZAPE, 2001.