

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

**VIVIANE TRAJANO DA SILVA**

**ANÁLISE GEOMORFOLÓGICA DOS DEPÓSITOS COLUVIAIS NO BREJO DE  
TAQUARITINGA DO NORTE - PERNAMBUCO**

**RECIFE**

**2021**

**VIVIANE TRAJANO DA SILVA**

**ANÁLISE GEOMORFOLÓGICA DOS DEPÓSITOS COLUVIAIS NO BREJO DE  
TAQUARITINGA DO NORTE - PERNAMBUCO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Pernambuco como requisito parcial à obtenção do título de Mestra em Geografia. Área de concentração: Dinâmica das paisagens naturais e ecossistemas.

**Orientadora:** Profa. Dra. Danielle Gomes da Silva Listo

**RECIFE**

**2021**

Catálogo na fonte  
Bibliotecária Maria do Carmo de Paiva, CRB4-1291

S586a Silva, Viviane Trajano da.  
Análise geomorfológica dos depósitos coluviais no Brejo de Taquaritinga do Norte - Pernambuco / Viviane Trajano da Silva. - 2021.  
124 f. : il.; 30 cm.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. 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. Geomorfologia. 3. Relevo. 4. Paleontologia – Quaternário. 5. Taquaritinga do Norte (PE). I. Listo, Danielle Gomes da Silva (Orientadora). II. Título.

910 CDD (22. ed.)

UFPE (BCFCH2022-142)

VIVIANE TRAJANO DA SILVA

**ANÁLISE GEOMORFOLÓGICA DOS DEPÓSITOS COLUVIAIS NO BREJO DE  
TAQUARITINGA DO NORTE – PERNAMBUCO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Pernambuco como requisito parcial à obtenção do título de Mestra em Geografia. Área de concentração: Dinâmica das paisagens naturais e ecossistemas.

**Aprovada em:** 25/02/2021

**BANCA EXAMINADORA**

Profa. Dra. Danielle Gomes da Silva Listo

Departamento de Ciências Geográficas - UFPE - (Orientadora - Examinadora Interna)

Profa. Dra. Vânia Silvia Rosolen - (Examinadora Externa)

Universidade Estadual Paulista – UNESP

Profa. Dra. Thaís de Oliveira Guimarães - (Examinadora Externa)

Universidade de Pernambuco – UPE

## AGRADECIMENTOS

Agradecer é sempre um ato louvável para o ser humano, devemos sempre agradecer a tudo que passamos em nossas vidas. Refletir se torna a essência de sempre tentarmos melhorar, avançar e superar todas as barreiras. O final ainda não chegou. Mas agradeço imensamente por tudo que já aconteceu. Sou grata a tudo.

A Deus, pelo dom da vida, pela minha existência, por todas as oportunidades, pelos desafios, por residir no meu coração. Meu muitíssimo obrigado ao Senhor, és digno de toda honra e glória.

À minha família que esteve sempre presente em minha vida, mesmo nas horas difíceis, apoiando-me e ajudando a conquistar sempre meus objetivos. Em especial às melhores Mães desse mundo Vitória Trajano e Joceia Trajano. Ao meu esposo Klebson Gomes por todo o companheirismo e dedicação; a minha grande irmã Vivian Trajano.

Aquele abraço imenso e um beijo da mãe coruja às minhas filhas, meus frutos e bênçãos aqui na Terra: Larissa Trajano e Letícia Trajano. Desculpem-me pela ausência e gratidão pela compreensão. Amo muito vocês! Aos meus sobrinhos queridos, Erike Trajano e Isadora Trajano.

As minhas amadas tias Miracy, Zilda, Zuleide, Madalena, Edilene, Marinalva, pelos ensinamentos ao longo da minha vida e por torcerem sempre por mim. Em especial àquelas que deixaram muitas saudades, mas que vão estar sempre presentes em meu coração: Elenita, Maria da Conceição, Zezé e Severina (*in memoriam*).

As minhas queridas primas Ninha e Ingrid por todo apoio, carinho, dedicação e companheirismo.

A minha orientadora, Dra. Danielle Gomes da Silva Listo, por me orientar nesse trabalho, 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. Meu muitíssimo OBRIGADA!

Ao meu amigo Ítalo Rodrigo Paulino de Arruda, com quem compartilhei todos os momentos da realização dessa pesquisa, sua ajuda foi fundamental para essa nova conquista, serei eternamente grata pelo seu companheirismo e dedicação.

Às Professoras Vânia Silvia Rosolen e Thaís de Oliveira Guimarães, por terem aceitado fazer parte da minha banca. Desde já, estou muito agradecida pelo apoio fundamental de vocês.

Aos amigos de trabalho da Escola Marcelino Champagnat, por todo apoio e incentivo no dia a dia. Em especial, à Claudia Melo, Márcia Galvão, e todos os outros que trabalham ali e moram em um pedacinho do meu coração. Obrigado a todos!

Enfim, a todos que fazem parte de minha vida, agradeço a Deus por existirem pessoas como vocês.

“Ensinar não é transferir conhecimento,  
mas criar as possibilidades para a sua  
própria produção ou a sua construção.”  
(FREIRE, 2013, p. 47)

## RESUMO

Compreender a evolução do relevo e seus desdobramentos modernos, a partir da análise dos depósitos do Quaternário na geografia física, consiste em um considerável recurso para identificar tanto a dinâmica geomorfológica/climática atual, quanto aquela que se procedeu durante todo o período do quaternário, ou a períodos antecessores, na escala de tempo geológica. Referente a isso, os últimos 60 mil anos em todo o Planeta Terra foram influenciados por *inputs* climáticos que com excesso de energia modelaram a priori as principais formas de relevo, mobilizando, na maioria das vezes, depósitos sedimentares/coluvionares para os sopés das encostas e/ou áreas adjacentes. Quando encontrados esses sedimentos, e dependendo da metodologia adotada, é possível propor uma reconstrução paleoambiental e paleoclimática visando a reconstrução ambiental dessa paisagem de interesse científico. Sendo assim, o objetivo geral dessa pesquisa foi analisar e interpretar, através da análise morfoestratigráfica e da geocronologia, os depósitos coluviais presentes nas encostas da cimeira do Brejo de Altitude no município de Taquaritinga do Norte-PE, tendo como foco sua gênese e os tipos de mecanismos desencadeadores que atuaram para a evolução dessas paisagens geomórficas para a área de estudo em questão. Para tanto, elaborou-se um inédito mapeamento geomorfológico em escala de detalhes, somado as atividades de campo e de gabinete, e da análise geoestratigráfica dos depósitos coluviais com datação por Luminescência em quartzo, adquirindo, assim, informações acerca dos modos e idades de deposição pretéritos e dos paleoambientes. De posse dos dados obtidos, foi possível inferir que a dinâmica estrutural superficial da cimeira do Brejo de Altitude do município em questão apresenta um tipo de registro de sedimentação condicionada a uma dinâmica climática contínua durante o quaternário recorrentes em vários lugares do NE do Brasil, apresentando descontinuidades dentro do último máximo glacial entre o evento herinch 6 até o herinch 2 dentro do pleistoceno superior.

**Palavras-chave:** Período Quaternário; depósitos coluviais; abordagem morfoestratigráfica; Taquaritinga do Norte.

## ABSTRACT

Understanding the evolution of the relief and its modern developments, based on the analysis of the Quaternary deposits in physical geography, consists of a considerable resource to identify both the current geomorphological/climatic dynamics, as well as that which occurred throughout the Quaternary period, or to earlier periods on the geological time scale. In this regard, the last 60,000 years across Planet Earth were influenced by climatic inputs that, with excess energy, modeled a priori the main landforms, mobilizing, in most cases, sedimentary/colluvial deposits for the foothills of the slopes and /or adjacent areas. When these sediments are found, and depending on the methodology adopted, it is possible to propose a paleoenvironmental and paleoclimatic reconstruction aiming at the environmental reconstruction of this landscape of scientific interest. Therefore, the general objective of this research was to analyze and interpret, through morphostratigraphic analysis and geochronology, the colluvial deposits present on the slopes of the summit of Brejo de Altitude in the municipality of Taquaritinga do Norte-PE, focusing on their genesis and the types of triggering mechanisms that acted for the evolution of these geomorphic landscapes for the study area in question. To this end, an unprecedented geomorphological mapping on a detailed scale was carried out, in addition to field and office activities, and the geostratigraphic analysis of colluvial deposits with dating by Quartz Luminescence, thus acquiring information about the modes and ages of deposition past and paleoenvironments. With the data obtained, it was possible to infer that the surface structural dynamics of the Brejo de Altitude summit of the municipality in question presents a type of sedimentation record conditioned to a continuous climatic dynamics during the Quaternary recurrent in several places of NE Brazil, presenting discontinuities within the last glacial maximum between the event herinch 6 to herinch 2 within the Late Pleistocene.

**Keywords:** Quaternary Period; colluvial deposits; morpho-stratigraphic approach; Taquaritinga do Norte.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Mapa de localização do Município de Taquaritinga do Norte - PE.....	21
<b>Figura 2</b> – Mapa com unidades geológicas e lineamentos estruturais da área de estudo. ....	24
<b>Figura 3</b> – Bloco diagrama tridimensional do Brejo de Altitude de Taquaritinga do Norte. ...	26
<b>Figura 4</b> – Aspectos geomorfológicos associado aos controles estruturais da área de estudo. ....	27
<b>Figura 5</b> – Mapa Hipométrico com extração de perfis longitudinais. ....	28
<b>Figura 6</b> – 01 - Área de pedimento a sudoeste da cimeira de Taquaritinga do Norte - PE. ....	29
<b>Figura 7</b> – 02 - Foto da área na subida da cimeira entre 700m a 800m.....	29
<b>Figura 8</b> – 03 - Foto tirada ao Norte do maciço residual.....	30
<b>Figura 9</b> – 04 - Foto da Depressão Intraplánáltica a oeste da cimeira.....	30
<b>Figura 10</b> – 05 - Área de domínio entre pedimento ao sul e maciço residual a leste entre 300m a 600m. ....	31
<b>Figura 11</b> – 06 - Topo da cimeira acima de 950m.....	31
<b>Figura 12</b> – Mapa com classificações pedológicas da área de estudo. ....	34
<b>Figura 13</b> – Climograma do ano de 2019 do município de Taquaritinga do Norte - PE.....	37
<b>Figura 14</b> – Vegetação típica de Mata Atlântica nas áreas elevadas do Brejo de altitude. ....	39
<b>Figura 15</b> – Vegetação de Caatinga a oeste do Urbano.....	39
<b>Figura 16</b> – Mapa com rede de drenagem da área de estudo.....	41
<b>Figura 17</b> – Diagrama representando os diferentes graus de arredondamento e esfericidade dos minerais que serão analisados.....	64
<b>Figura 18</b> – Mapeamento geomorfológico elaborado conforme metodologia adaptada do IBGE.....	69
<b>Figura 19</b> – Cimeira em Crista nas áreas mais elevadas do Município (Setas Vermelhas). ...	71
<b>Figura 20</b> – Cimeira mais rebaixada à leste das cimeiras em Crista (Seta Vermelha). ....	72
<b>Figura 21</b> – Maciço Residual a Leste do Brejo do Altitude de Taquaritinga do Norte.....	73
<b>Figura 22</b> – Panorâmica do pediplano a 400m. Ao fundo Brejo de Altitude do município....	70
<b>Figura 23</b> – Pediplano a 300m. De Fundo (Seta Vermelha) Brejo de Altitude pertencente a Taquaritinga do Norte. ....	70
<b>Figura 24</b> – Encosta com cobertura vegetal.....	75
<b>Figura 25</b> – Encosta sem cobertura ao norte do Brejo de Altitude.....	76

<b>Figura 26</b> – Modelagem Tridimensional do Brejo de Altitude. Área de coleta e análise do estudo (Estrela Vermelha – TQN01 e Estrela Amarela TQN 02. ....	78
<b>Figura 27</b> – Ponto de coleta TQN01 e extração de perfil topográfico. ....	80
<b>Figura 28</b> – Bloco diagrama em 3D da área de coleta TQN01. ....	81
<b>Figura 29</b> – Área de coleta TQN01 no início da área urbana. ....	81
<b>Figura 30</b> – Ponto de coleta da seção TQN01. ....	82
<b>Figura 31</b> – Medição do depósito de colúvio com marcação de ponto de coleta. ....	83
<b>Figura 32</b> – Análise do perfil TQN 01.....	80
<b>Figura 33</b> – Extração dos canos para datação em LOE do quartzo. ....	85
<b>Figura 34</b> – Presença de descontinuidade no perfil analisado. ....	85
<b>Figura 35</b> – Ponto de coleta TQN02 e perfil topográfico. ....	87
<b>Figura 36</b> – Bloco diagrama em 3D da área de coleta TQN02. ....	88
<b>Figura 37</b> – Área de coleta TQN02 no topo da cimeira no município de Taquaritinga do Norte. ....	88
<b>Figura 38</b> – Análise do perfil TQN 02.....	89
<b>Figura 39</b> – Análise do perfil TQN02 e coleta de sedimentos. ....	90
<b>Figura 40</b> – Medição do perfil coluvionar TQN02 na cimeira. ....	907
<b>Figura 41</b> – Diagrama triangular segundo Folk & Ward para os sedimentos TQN01.....	928
<b>Figura 42</b> – Diagrama triangular segundo Folk & Ward para os sedimentos TQN02. ....	93
<b>Figura 43</b> – Morfoscopia dos sedimentos do ponto TQN01 .....	90
<b>Figura 44</b> – Morfoscopia dos sedimentos do ponto TQN02. ....	95
<b>Figura 45</b> – Distribuição granulométrica do ponto TQN01. ....	98
<b>Figura 46</b> – Distribuição granulométrica do ponto TQN02. ....	985
<b>Figura 47</b> – Curvas cumulativas do Ponto TQN01. ....	100
<b>Figura 48</b> – Curva cumulativa do Ponto TQN02.....	101
<b>Figura 49</b> – Diagrama de Pejrup com balanço da hidrodinâmica da área. ....	102
<b>Figura 50</b> – Diagrama de Pejrup com balanço da hidrodinâmica da área. ....	103
<b>Figura 51</b> – Lâmina de coleta com dados micromorfológicos do ponto TQN01.....	106
<b>Figura 52</b> – Lâmina de coleta com dados micromorfológicos do ponto TQN01.....	108
<b>Figura 53</b> – Curva de Vostok adaptada com paleotemperaturas registradas nos últimos 60 mil anos e a inserção das idades encontradas no depósito analisado - TQN01. ...	114
<b>Figura 54</b> – Curva de Vostok adaptada com paleotemperaturas registradas entre 53.000 e 49.000 anos; e a inserção das idades encontradas no depósito analisado - TQN02.....	115

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1</b> – Pontos de coleta de sedimento.....	55
--	----

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Escala quantitativa de Folk e Ward (1957) para descrição do grau de seleção .....	62
<b>Tabela 2</b> – Escala quantitativa de Folk e Ward (1957) para descrição do grau de assimetria.	62
<b>Tabela 3</b> – Escala quantitativa de Folk e Ward (1957) para descrição de valores de curtose .	62
<b>Tabela 4</b> – Resulta dos estatísticos conforme Folk Ward (1957) para os dois pontos analisados .....	93
<b>Tabela 5</b> – Análise morfoscóptica da fração 0,25 mm do ponto TQN01 e TQN02 .....	96
<b>Tabela 6</b> – Parâmetros estatísticos das unidades deposicionais dos pontos TQN01 e TQN0297	
<b>Tabela 7</b> – Dados amostrais do Ponto 01 .....	110
<b>Tabela 8</b> – Dados amostrais do Ponto 01 .....	111
<b>Tabela 9</b> – Dados amostrais do Ponto 02 .....	112

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	16
1.1	JUSTIFICATIVA .....	18
1.2	OBJETIVO GERAL.....	18
1.2.1	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	19
<b>2</b>	<b>CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO</b> .....	20
2.1	LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....	20
2.2	ARCABOUÇO GEOLÓGICO.....	22
<b>2.2.1</b>	<b>Unidade Paleoproterozóica</b> .....	22
<b>2.2.2</b>	<b>Unidade Mesoproterozóica</b> .....	22
<b>2.2.3</b>	<b>Unidade Neoproterozóica</b> .....	23
2.3	ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS .....	25
2.4	ASPECTOS PEDOLÓGICOS .....	32
2.5	ASPECTOS CLIMÁTICOS.....	35
2.6	ASPECTOS VEGETACIONAIS .....	38
2.7	REDE DE DRENAGEM.....	40
<b>3</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO-METODOLÓGICO</b> .....	42
3.1	O PERÍODO QUATERNÁRIO E OS ESTUDOS GEOMORFOLÓGICOS.....	42
3.2	DEPÓSITOS DO QUATERNÁRIO TARDIO .....	44
<b>3.2.1</b>	<b>As Fáceis Eluvial</b> .....	46
<b>3.2.2</b>	<b>As Fáceis Coluviais</b> .....	48
3.3	USO DA ABORDAGEM MORFOESTATIGRAFICA NA RECONSTRUÇÃO AMBIENTAL .....	51
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	57
4.1	LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO .....	57
4.2	PRODUÇÃO CARTOGRÁFICA E CONSTRUÇÃO DE BANCO DE DADOS DA ÁREA DE ESTUDO .....	57
<b>4.2.1</b>	<b>Material de apoio aos mapas confeccionados</b> .....	58

4.2.2	<b>Mapa geológico em escala de detalhe e de lineamentos estruturais</b> .....	58
4.2.3	<b>Mapeamento geomorfológico/morfoestrutural/morfoescultural</b> .....	58
4.2.4	<b>Mapa com classificações pedológicas</b> .....	59
4.2.5	<b>Atividades de campo e coletas de materiais</b> .....	59
4.3	<b>ANÁLISES EM LABORATÓRIO</b> .....	61
4.3.1	<b>Abordagem Morfoestratigráfica</b> .....	61
4.3.2	<b>Análise Granulométrica</b> .....	61
4.3.3	<b>Pipetagem</b> .....	62
4.3.4	<b>Morfoscopia</b> .....	63
4.3.5	<b>Micromorfologia de Solos</b> .....	65
4.3.6	<b>Datação por LOE</b> .....	66
5	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	68
5.1	<b>MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO CONFORME METODOLOGIA DO IBGE</b> .....	68
5.1.1	<b>Domínios Morfoestruturais</b> .....	70
5.1.2	<b>Domínio Morfoclimático</b> .....	70
5.1.3	<b>Região Geomorfológica</b> .....	70
5.1.4	<b>Unidade Geomorfológica</b> .....	70
5.1.4.1	<b>Modelados de Dissecação Estrutural</b> .....	70
5.1.4.1.1	<i>Cimeira em Crista</i> .....	71
5.1.4.1.2	<i>Cimeira entre 850-700m</i> .....	71
5.1.4.1.3	<i>Maciço Residual em Crista</i> .....	72
5.1.4.1.4	<i>Pediplanos</i> .....	73
5.1.4.2	<b>Modelados de Acumulação Estrutural</b> .....	75
5.1.4.2.1	<i>Encostas com cobertura</i> .....	75
5.1.4.2.2	<i>Encostas sem cobertura</i> .....	75
5.2	<b>ANÁLISE MORFOESTRATIGRÁFICA DOS DEPÓSITOS DE ENCOSTA NO BREJO DE ALTITUDE DE TAQUARITINGA DO NORTE</b> .....	77

<b>5.2.1</b>	<b>Análise espacial das seções verticais</b> .....	78
5.2.1.1	Seção vertical TQN 01 .....	78
5.2.1.2	Seção vertical TQN 02 .....	86
<b>5.2.2</b>	<b>Análise sedimentológica dos depósitos sedimentares</b> .....	91
<b>5.2.3</b>	<b>Micromorfologia de solos no depósito de colúvio</b> .....	104
5.2.3.1	Descrição de lâmina micromorfológica – PONTO TQN 01 (50 cm – base) .....	104
5.2.3.2	Descrição de lâmina micromorfológica – PONTO TQN 01 (110 cm – TOPO) ...	107
<b>5.2.4</b>	<b>Datação por Luminescência Ópticamente Estimulada (LOE) em minerais de feldspato</b> .....	109
5.2.4.1	Ponto 01 – TQN 01 (TOPO / BASE) .....	113
5.2.4.2	Ponto 02 – TQN 02 (BASE).....	114
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	116
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	118

## 1 INTRODUÇÃO

Compreender a evolução do relevo a partir da análise dos depósitos quaternários consiste em um importante recurso para identificar tanto a dinâmica geomorfológica atual, quanto aquela que se procedeu no decorrer do Período Quaternário. Tempo geológico este que foi influenciado por *inputs* climáticos que modelaram todas as formas de relevo, mobilizando, na maioria das vezes, sedimentos para os sopés das encostas. Esses materiais, quando depositados, guardam informações das condições ambientais do seu período de formação, contribuindo, assim, para a reconstrução da evolução da paisagem geomorfológica.

De acordo com Silva (2013), o Holoceno é uma época dentro do Período do Quaternário que registra grandes alterações climáticas globais que reajustou as taxas de intemperismo, as de pedogênese, os regimes fluviais, o nível dos oceanos e a distribuição espacial dos seres vivos, guardando em feições sedimentológicas registros paleoambientais e paleoclimáticos capazes de comprovar, no presente, dinâmicas que ocorreram no passado e que podem possibilitar cenários futuros.

Destarte, a paisagem atual é resultado do somatório dos processos históricos pelo qual ela passou e que influenciaram diretamente na elaboração e modificação das suas formas. Então, para compreender como o relevo tomou uma dada forma, é de suma importância buscar o conhecimento das mudanças climáticas que já foram vigentes na área e que deixaram seus registros de várias maneiras, através do relevo trabalhado e os depósitos correlativos, além das próprias modificações morfológicas dos sedimentos e do relevo em questão (CORRÊA, 2001; SILVA D., 2007; 2013; MELO R., 2014; 2019).

Para Ranulpho (2016), a compreensão da morfogênese quaternária do relevo atual passou a ser compreendida pela ação conjunta entre os ciclos glaciais e as mudanças paleoclimáticas associadas a esses nas latitudes tropicais, que desencadearam processos erosivos e de intemperismo, dando geofoma aos modelados até o presente. Dessa forma, possibilitando aos estudos geomorfológicos uma reconstrução ambiental através dos depósitos de encostas.

O autor citado acima, afirma, ainda, que o método de reconstrução paleoambiental através da abordagem morfoestratigráfica, aplicado nesse curto período geológico, é fundamental para a compreensão dos ciclos paleoclimáticos e sua influência na geomorfologia da paisagem, compreendendo os processos geomorfológicos associados aos *inputs* climáticos, os quais influenciam nas taxas de intemperismo e processos erosivos. Dentro dessa linha de pensamento, as encostas da área de estudo guardam um registro estratigráfico dos materiais

resultantes de processos denudacionais, morfotectônicos e pedogenéticos das áreas fontes circundantes, guardando assim vestígios dentro dos processos de sedimentação.

Corroborando com a temática deste trabalho, Melo (2019) afirma que a análise e compressão da evolução do relevo através dos depósitos estocados na paisagem e pela metodologia da morfoestratigrafia, caracteriza-se como um aliado para interpretar a dinâmica geomorfológica atual e pretérita. Proporcionando dados aos geógrafos e áreas afins de suma importância na reconstrução da paisagem geomórfica. Salienta-se a importância desta abordagem com ênfase na morfogenética e sistemas ativos, uma vez que cada unidade morfoestratigráfica identificada está alicerçada sobre materiais que resgatam a história erosiva/deposicional da área e permite a criação de dados inéditos sobre o ambiente de estudo.

Corrêa (2001), Silva (2013), Amorim (2015) Fônseca (2018), Melo (2019), Silva (2019), Arruda (2020), entre outros autores, comprovaram através de estudos na geografia física e métodos afins que no Nordeste do Brasil, em específico, áreas do semiárido e agreste, encontram-se registros deposicionais que contam uma história das mudanças ambientais no Quaternário e, sobretudo, no Holoceno, responsáveis pela modificação e esculturação do relevo, evidenciando a existência de ciclos úmidos alternados com fases áridas e semiáridas, para alguns autores. Sabe-se que as paisagens contemporâneas é resultado das forças exógenas, endógenas e atuação antrópica. Dessa forma, na busca de uma interpretação dos processos formativos envolvidos na gênese da unidade de relevo escolhida para esta pesquisa, os depósitos quaternários serão a grande ferramenta de compreensão da evolução paleoambiental para o município em questão. Os dados encontrados e discutidos são inéditos para a área e permitiram compreender a gênese do relevo.

Sendo assim, esta pesquisa tem por objetivo principal analisar, compreender e interpretar os compartimentos fornecedores e acumuladores de sedimento no município de Taquaritinga do Norte - PE, bem como sua interconexão espaço-temporal, buscando a confecção de um modelo geomorfológico baseado nas perspectivas paleoclimáticas e antrópicas para a área de Brejo de Altitude possibilitando uma reconstrução paleoambiental e climática. Utilizando-se de diferentes técnicas, como mapeamento geomorfológico, análises sedimentológicas e da abordagem morfoestratigráfica dos sedimentos, a fim de obter dados que propiciem a interpretação da evolução do relevo em estudo.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

A presente pesquisa buscou responder hipóteses levantadas em campo e por meio de discussões envolvendo a reconstrução da paisagem e que estão relacionadas aos estudos paleoambientais de caráter regional e local, buscando entender de que maneira as mudanças climáticas ocorridas ao longo do Pleistoceno Superior/Holoceno em todo o Planeta Terra atuaram sobre as paisagens geomorfológicas do Agreste Pernambucano, modificando-as e dando-as novas formas e materiais inconsolidados. Em específico, o Brejo de Altitude localizado no município de Taquaritinga do Norte e todo o seu entorno. Ambas as áreas possuem testemunhos geomorfológicos de dinâmica da paisagem.

Nesse sentido, a seguinte pesquisa visou estabelecer uma soma de dados geomorfológicos permitindo uma cronologia para os eventos denudacionais, esculptadores da paisagem, assim como entender que elementos morfogenéticos agiram diretamente sobre a modificação e transformação do relevo deixando testemunhos no sopé de encosta. Dessa forma, a pesquisa se justifica pela escassez de trabalhos de cunho paleoambiental no NE brasileiro, com peculiaridade aos Brejos Altitude no contexto geomorfológico e geológico do agreste pernambucano. As pesquisas anteriormente citadas, analisaram depósitos em outras unidades geoambientais.

Sendo assim, com base na temática e justificativa acima, faz-se necessário compreender se os eventos climáticos que foram capazes de deixar cicatrizes no relevo são apenas ápices de grande magnitude na precipitação, ou se foram tendências climáticas que permaneceram na região por certo tempo e que conseguiram alterar a paisagem geomorfológica, subsidiando a variação florística e novas formas de relevo.

Assim, o trabalho buscou contribuir de forma inédita para a área de estudo e áreas circunvizinhas, com uma linha de investigação ainda pouco explorada pela geografia e áreas afins no Nordeste do Brasil, atrelada as mudanças ambientais do Quaternário tardio e sua repercussão sobre os sistemas geomorfológicos/geológicos continentais com ênfase sobre os ambientes de encostas e depósitos de colúvio na reconstrução da paisagem.

## 1.2 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral dessa pesquisa tem a finalidade de interpretar as superfícies deposicionais presentes no Brejo de Altitude no município de Taquaritinga do Norte, tendo como foco sua gênese e os tipos de mecanismos desencadeadores que atuaram na área para a evolução da paisagem geomorfológica.

### 1.2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

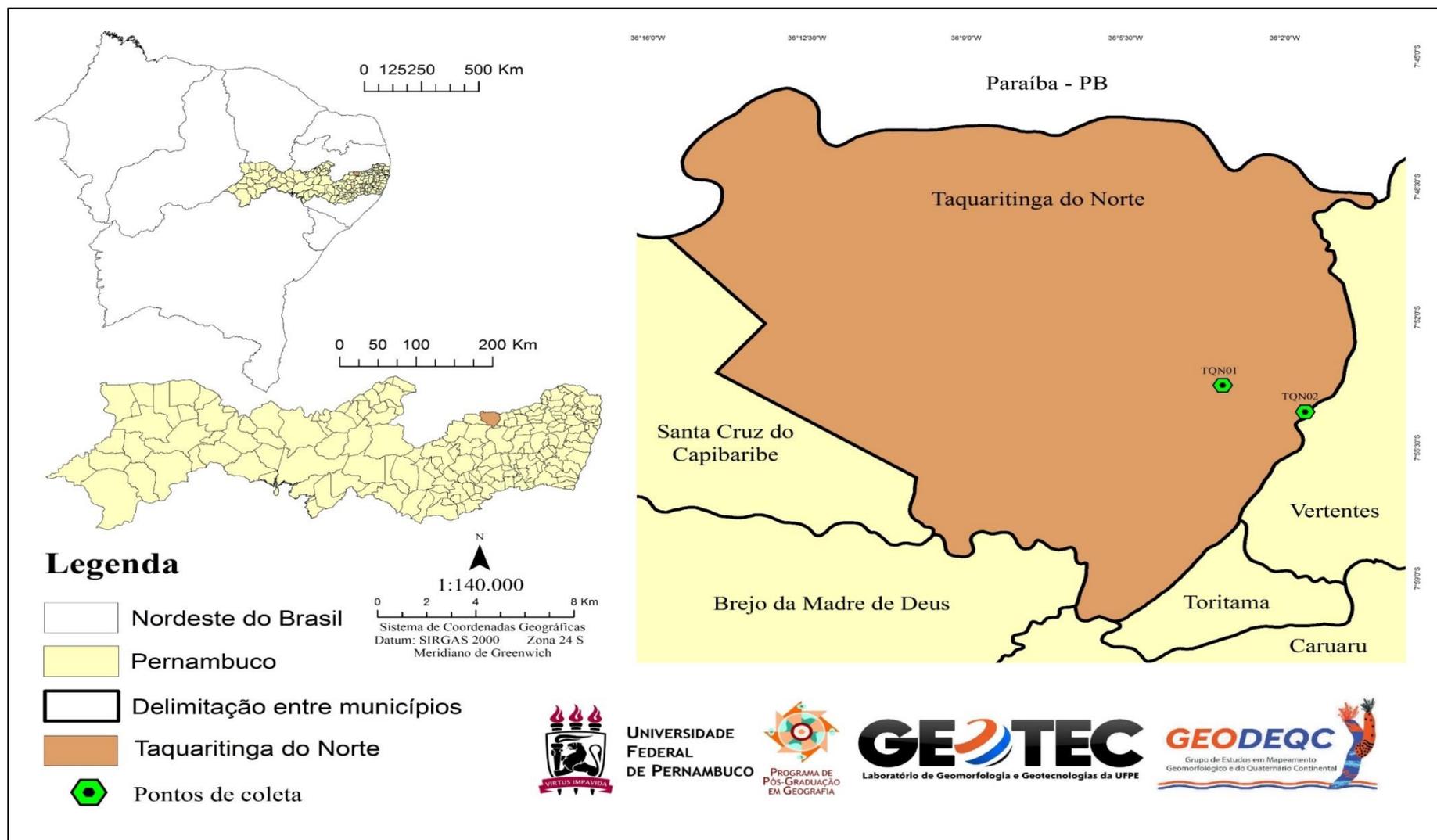
- Elaborar o mapeamento geomorfológico para o município de Taquaritinga do Norte – PE em escala de 1:150.000 e outro do Brejo de Altitude em escala de 1:80.000 na possibilidade de classificar as unidades morfoesculturais;
- Identificar e analisar a distribuição espacial dos depósitos sedimentares na área de estudo para compreensão da evolução do relevo dentro da escala geológica atual;
- Analisar as propriedades sedimentológicas e pedológicas dos depósitos estruturadores dos modelados agradacionais no intuito de interpretar o relevo com a evolução mórfica dos depósitos;
- Realizar análise geocronológica no intuito de compreender o período de estocagem dos sedimentos analisados;
- Avaliar qualitativamente as taxas de sedimentação *in situ* permitindo considerar sobre a dinâmica do relevo em questão para fins de planejamento ambiental e gestão territorial.

## **2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO**

### **2.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO**

O município de Taquaritinga do Norte está localizado no Agreste Pernambucano, em específico, na microrregião do Alto Capibaribe (Figura 1). Possui uma área total de 475,176 km<sup>2</sup>, com uma altitude média de 785 m em relação ao nível do mar. Limita-se a Leste com o município de Vertentes (cidade interiorana conhecida pela produção e comercialização de roupas); ao sul com Brejo da Madre de Deus (cidade histórica/cultural), Caruaru (cidade polo no agreste) e Toritama (cidade voltada para a produção e comercialização de roupas em jeans); a oeste com Santa Cruz do Capibaribe (maior produtora de confecções de Pernambuco) e a norte com o estado da Paraíba. Está a cerca de 192 km da capital do estado, Recife. Os pontos para análise em laboratório foram coletados em uma área de estudo específica, conhecida dentro da literatura como Brejo de Altitude, localizado no município em questão, com altimetria variando entre 500 a 1000m em média.

**Figura 1** – Mapa de localização do Município de Taquaritinga do Norte - PE



Fonte: Adaptado da CPRM (2010).

## 2.2 ARCABOUÇO GEOLÓGICO

A classificação geológica do município de Taquaritinga do Norte foi realizada com base nos dados da Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais (CPRM). A área de estudo abrange as seguintes feições: o Complexo Gnaissico-Migmatíticos Indiscriminados, Complexo de Vertentes, Complexo Surubim, Rochas Metaplutônicas e Suite Magmáticas (Figura 2), característicos dos períodos Paleoproterozoico, Mesoproterozoico e do Neoproterozoico, onde todas são pertencentes à Era Proterozoica (CPRM, 2001).

### 2.2.1 Unidade Paleoproterozóica

Esta unidade é onde se encontra a feição do Complexo Gnássico-Migmatíticos Indiscriminados (Pgm), que se estende a vários terrenos tectono-estratigráficos da Província Borborema do estado de Pernambuco. De acordo com Gomes *et al.* (2001), apresenta-se constituído de ortognaisses de composição granítica a tonalítica e, em menor proporção, monzonítica, monzodiorítica e diorítica.

### 2.2.2 Unidade Mesoproterozóica

Estão presentes nesta unidade as feições que predominam na área de estudo, o Complexo Vertentes (Mve) e as Rochas Metaplutônicas. Segundo Santos (2000), O Complexo Vertente corresponde a uma sequência metavulcano-sedimentar constituída por metapelitos, metaturbiditos, paragnaisses, metavulcanoclásticas, metadacitos, metamáficas e meta-intermediárias, além de metaultramáficas e gnaisses anfibolíticos, *sheets* de granito fino (g) e quartzitos.

Apesar da ausência de dados geocronológicos nesse complexo, uma idade mesoproterozóica é aqui atribuída, baseando-se em feições tectono/regionais, tendo em vista que a tectônica tangencial (Cariris Velhos) possa ter empurrado rochas “antigas” (Complexo Pão de Açúcar e *augen* gnaisses de Taquaritinga do Norte-PE) sobre rochas mais “jovens” (Complexo Vertentes).

Entretanto, se confirmadas as relações estruturais sugeridas por Sá *et al.* (1997) na região de Taquaritinga do Norte (PE), relações estruturais essas que sinalizam a possibilidade de haver um *fabric* (prévio) presente em para gnaisses (Complexo Vertentes) e ortognaisses paleoproterozóicos (Complexo Pão de Açúcar), e ausente nos *augen* gnaisses

mesoproterozóicos de Taquaritinga do Norte (PE), pode-se inferir uma idade paleoproterozóica para o Complexo Vertentes.

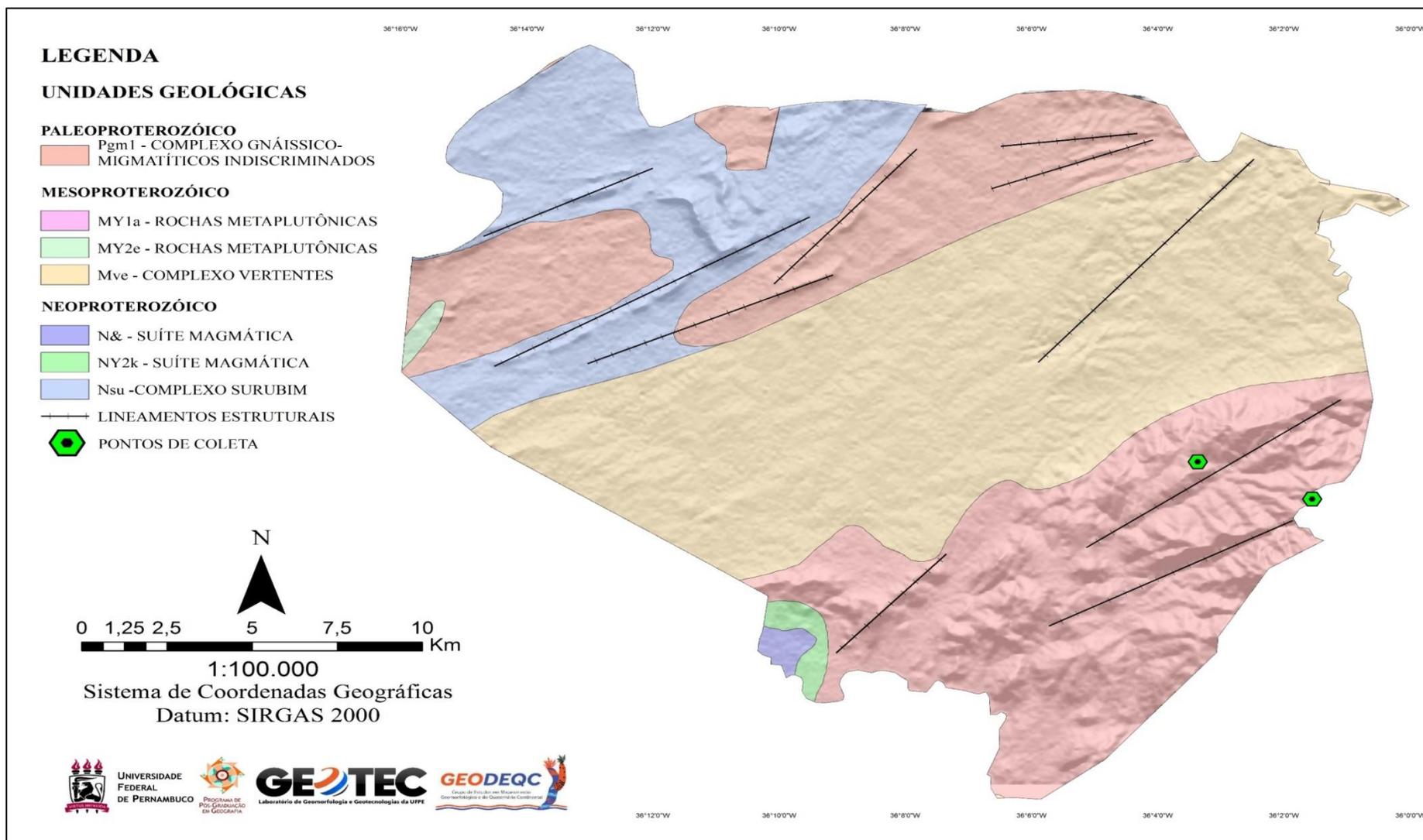
As Rochas Metaplutônicas são caracterizadas pelo *augengnaisse* da região de Taquaritinga do Norte (Myl) no terreno Rio Capibaribe, as quais foram estudadas por Sá *et al.* (1997). Nesse estudo, os autores relatam os dados litoquímicos deste plutonismo como de caráter metaluminoso e anorogênico/ intraplaca.

### **2.2.3 Unidade Neoproterozóica**

Nesta unidade mais recente, dentro do tempo geológico, estão inseridas as feições do Complexo Surubim e Suíte Magmáticas. O Complexo Surubim situa-se no Terreno Rio Capibaribe, sendo constituído por biotitagnaises com muscovita, granada e sillimanita, granada-biotita gnaisses e intercalações de calcários cristalinos e rochas calcissilicáticas. Ocorrem também muscovita-quartzitos que provavelmente constituem a base da sequência apresentada por Gomes *et al.* (2001).

A Suíte Magmática compreende com a intensa atividade magmática relacionada com a orogênese brasileira na Província Borborema, está representada por inúmeros corpos com dimensões e formas variadas, constituindo às vezes extensos batólitos. O plutonismo foi classificado segundo o seu posicionamento tectônico em relação ao evento brasileiro, levando-se em conta as relações de campo, os dados geocronológicos disponíveis e as características petrológicas dos plútons (GOMES *et al.*, 2001).

**Figura 2** – Mapa com unidades geológicas e lineamentos estruturais da área de estudo



Fonte: Adaptado da CPRM (2010).

### 2.3 ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

O Planalto da Borborema, unidade geomorfológica de maior estrutura geoambiental da região, estende-se ao longo de toda fachada oriental do Nordeste brasileiro abraçando diversos estados, no qual apresenta, na sua maioria, um conjunto de terras elevadas com altitudes superiores a 200 metros, e seus limites exibem uma série de desnivelamentos topográficos de grandes extensões e morfologias, cuja origem epirogênica está associado ao desmantelamento ocasionada pela Gondwana (separações dos continentes) e ao magmatismo intraplaca atuante ao longo do Cenozóico (CORRÊA *et al.*, 2010). Ações estas que ocorreram no passado, permitiram expor na paisagem atual um relevo variado de formas e características distintas.

Silva (2013), em seu trabalho, afirma que, na grande unidade Borborema, as vastas extensões de rochas metamórficas, associadas às faixas móveis pré-cambrianas, durante o Cenozóico foram submetidas à flexura do rebordo continental, resultando em um arranjo de blocos soerguidos, rebaixados e basculados que, ao sofrerem a esculturação pelos agentes exógenos, resultaram num modelado em cristas, pontões, inselbergs e depressões.

De acordo com Corrêa *et al.* (2010) o planalto da Borborema é formado por domínios morfoesculturais distintos, pois as escarpas orientais são submetidas às precipitações orográficas decorrente da umidade causada pelos ventos úmidos dos setores E-SE, enquanto a vertente norte-ocidental é exposta ao clima semiárido tropical, com estação seca prolongada e precipitações esporádicas de verão-outono, agravado pelo efeito da sombra pluvial. As escarpas a leste apresentam mantos de alteração espessos; já a oeste, observa-se distinção litológica dos modelados de dissecação diferencial, degraus de soerguimento tectônico e extensas paleosuperfícies regionais de gênese complexa.

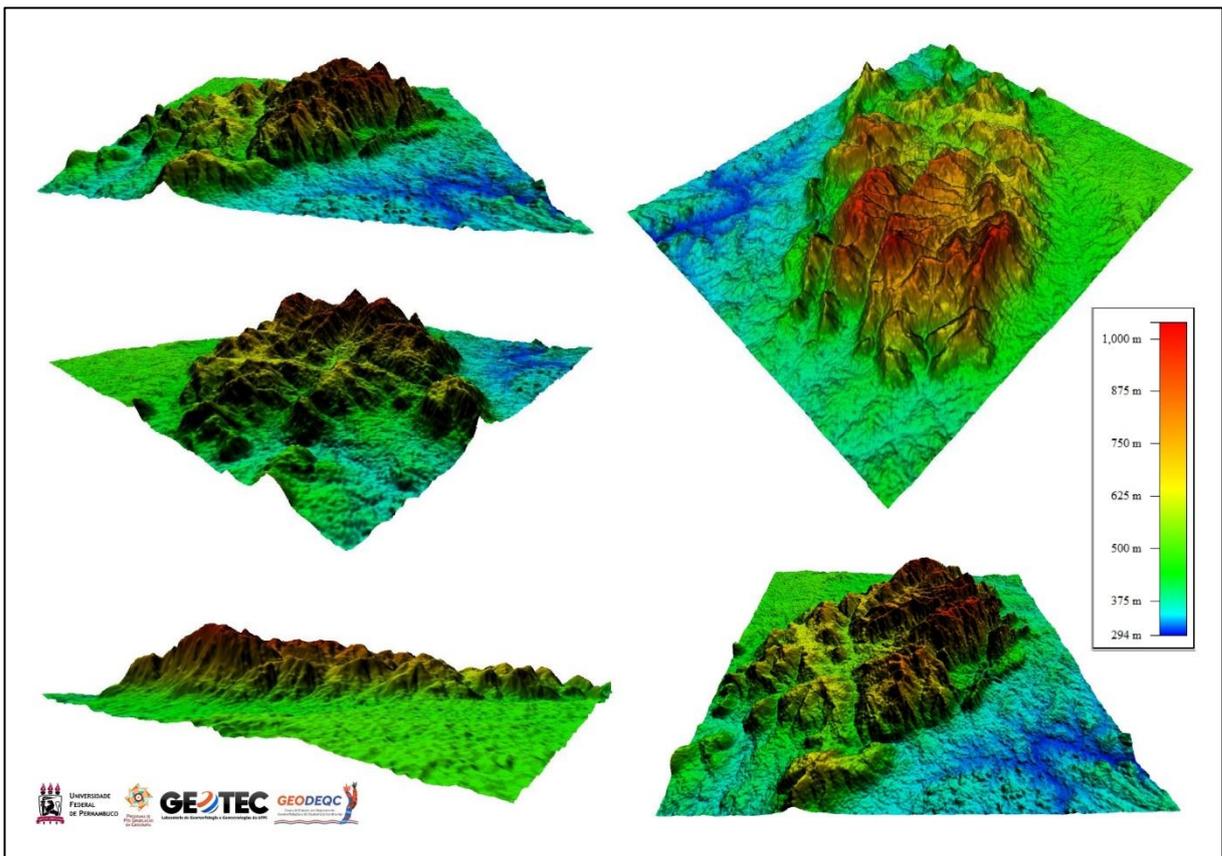
A proposta de compartimentação sugerida por Corrêa *et al.* (2010) leva em consideração diversos aspectos geológicos e geomorfológicos, destacando as seguintes unidades morfoestruturais: Cimeira Estrutural São José do Campestre, Cimeira Estrutural Pernambuco-Alagoas, Depressão Intraplanáltica do Pajeú, Depressão Intraplanáltica do Ipanema, Depressão Intraplanáltica Paraibana, Depressão Intraplanáltica Pernambucana, Maciços Remobilizados Pernambuco-Alagoas, Maciços Remobilizados do Domínio da Zona Transversal. Todas elas, atreladas a história evolutiva da paisagem e características únicas que as formam.

Assim, o município de Taquaritinga do Norte, está introduzido sob o embasamento cristalino da Província Estrutural da Borborema (Figura 3 e 4), confinado na unidade morfoestrutural dos Maciços Remobilizados do Domínio da Zona Transversal, conforme

apresentado pelo autor supracitado acima. Este domínio corresponde à área morfológicamente mais afetada pelos arqueamentos que atuaram sobre o planalto dando origem a unidades e morfologias, permitindo a exibição de cimeiras mais elevadas e os relevos mais vigorosos (Figura 5).

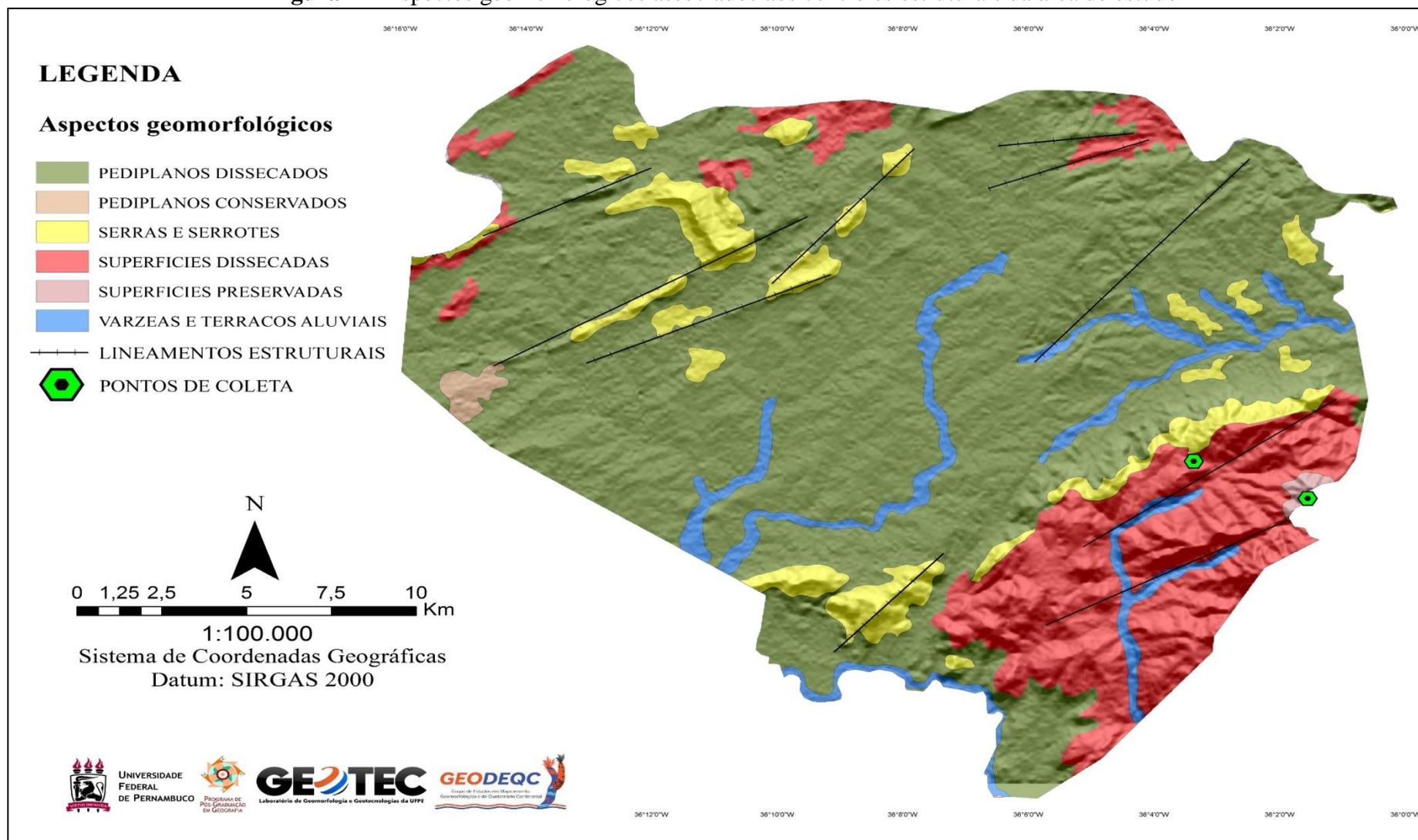
**Figura 3** – Bloco diagrama tridimensional do Brejo de Altitude de Taquaritinga do Norte

Este setor do planalto é foi uma região fortemente condicionada pela presença de intrusões brasilianas de diversas dimensões (Figura 6 a 11), que resultaram na paisagem em uma série de maciços residuais cristalinos, alguns com expressiva área aflorante, chegando a ser bem quilométrica (CORRÊA *et al.*, 2010). A proximidade entre essas superfícies somitais e a depressão sertaneja, estruturada nos Sistemas de Dobramentos neoproterozóicos, gera relevos fortes do tipo “montanhas dissecadas” com desníveis locais de até cerca de 1.000 metros (MABESOONE; NEUMANN, 1995; CORRÊA, 1997). Percebe-se uma familiaridade na formação dessas áreas em todo o NE do Brasil.



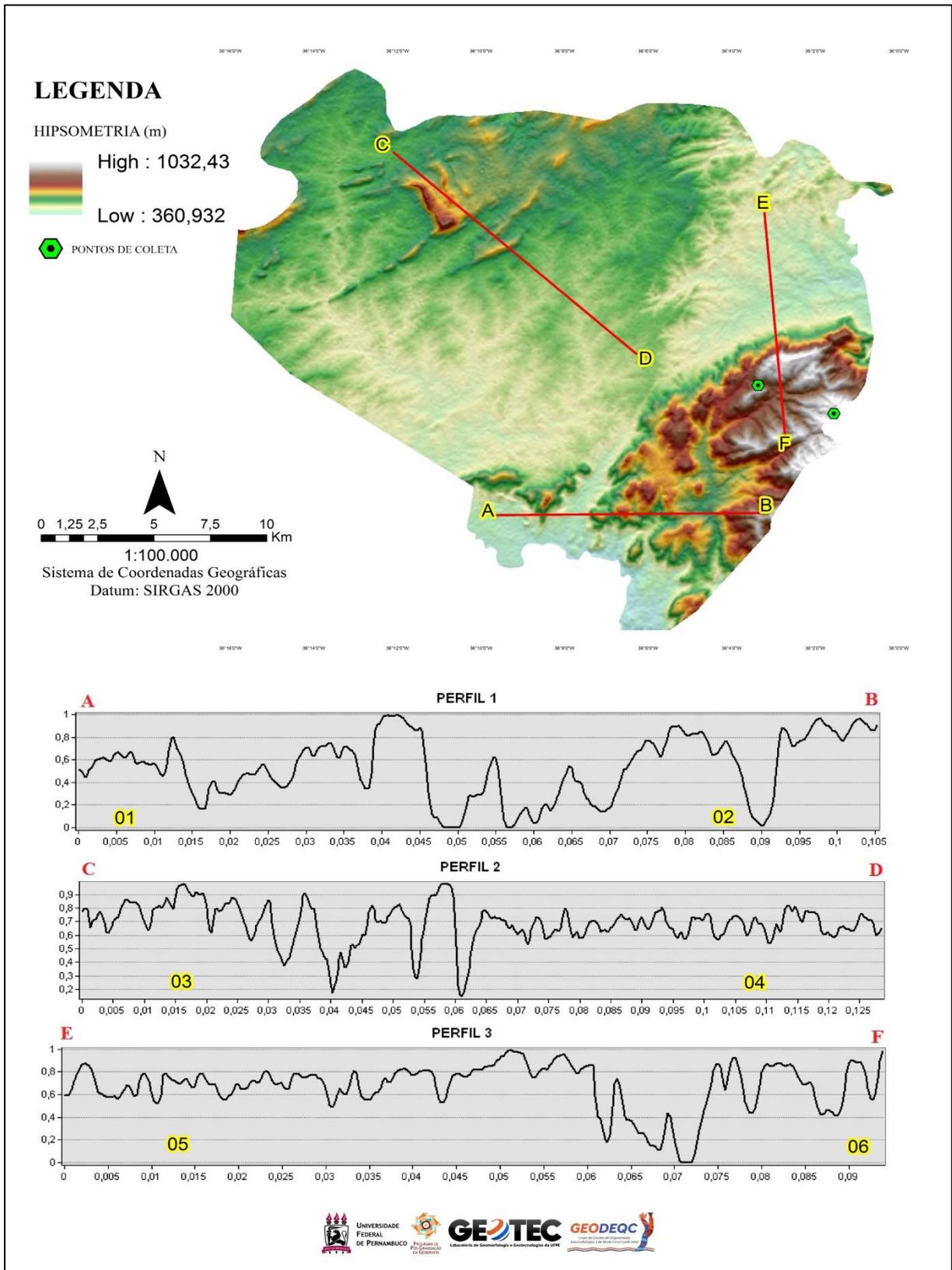
Fonte: Autora (2021).

**Figura 4** – Aspectos geomorfológicos associados aos controles estruturais da área de estudo



Fonte: Adaptado da CPRM (2010).

**Figura 5 – Mapa Hipométrico com extração de perfis longitudinais**



Fonte: Autora (2020).

**Figura 6 – 01** - Área de pedimento a sudoeste da cimeira de Taquaritinga do Norte - PE



**Fonte:** Autora (2020).

**Figura 7 – 02** - Foto da área na subida da cimeira entre 700m a 800m



**Fonte:** Autora (2020).

**Figura 8 – 03** - Foto tirada ao Norte do maciço residual



**Fonte:** Autora (2020).

**Figura 9 – 04** - Foto da Depressão Intraplânáltica a oeste da cimeira



**Fonte:** Autora (2020).

**Figura 10 – 05 -** Área de domínio entre pedimento ao sul e maciço residual a leste entre 300m a 600m



**Fonte:** Autora (2020).

**Figura 11 – 06 -** Topo da cimeira acima de 950m



**Fonte:** Autora (2020).

## 2.4 ASPECTOS PEDOLÓGICOS

Os solos presentes no município de Taquaritinga do Norte, segundo o Zoneamento Agroecológico de Pernambuco – ZAPE (SILVA *et al.*, 2001) são Argissolo Vermelho-Amarelo, Planossolos, Chernossolos Argilúvicos, Neossolos Litólicos, Neossolos Flúvicos, Luvissoleto, Latossolo Amarelo (Figura 12).

O Argissolo Vermelho Amarelo, localizado na direção SE-S, são solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte B textural imediatamente abaixo do A ou E, com argila de atividade baixa ou com argila de atividade alta, desde que conjugada com saturação por bases baixa ou com caráter alumínico na maior parte do horizonte B (SANTOS *et al.*, 2018). Quando estes solos ocorrem nas áreas que precedem o Planalto da Borborema, desenvolvidos de rochas cristalinas, ou sob influência destas, podem apresentar o caráter eutrófico ou distrófico, porém, raramente com alta saturação por alumínio, indicando baixa a média fertilidade natural.

O Planossolo, conforme Santos *et al.* (2018), são constituídos por um horizonte A ou E seguido de horizonte B plânico. Horizonte plânico sem caráter sódico perde em precedência taxonômica para o horizonte plíntico. Este solo encontra-se na direção NE-SO do município de Taquaritinga do Norte, juntamente com o predomínio dos Chernossolos Argilúvicos. O Chernossolos Argilúvicos é solo pouco profundo com horizonte superficial (SANTOS *et al.*, 2018).

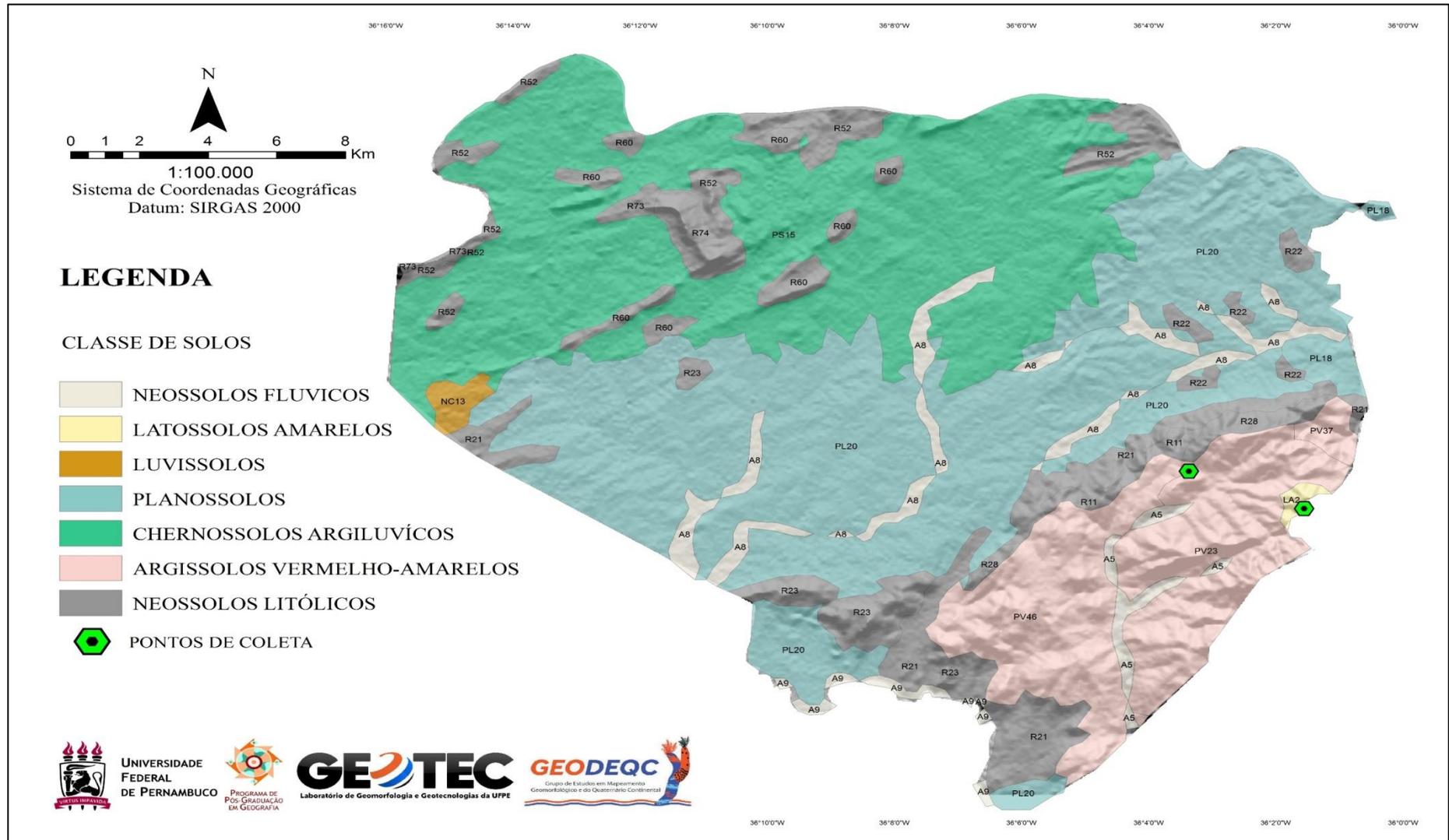
Os Neossolos Flúvicos são derivados de sedimentos aluviais com horizonte formado sobre camada ou horizonte C e que apresentam caráter flúvico dentro de 150 cm a partir da superfície do solo. Admitem um horizonte Bi com menos de 10 cm de espessura. Ausência de gleização expressiva dentro de 50 cm da superfície do solo. Este tipo de solo encontra-se nas proximidades da rede de drenagem da área de estudo.

Restrito a um pequeno fragmento da área está o Latossolo Amarelo, que são solos considerados bastante evoluídos, com pouca diferenciação entre os horizontes, constituídos por material mineral que evidencia avançado estágio de intemperização (SANTOS, 2017). Na região que antecede a Borborema, sob influência de rochas cristalinas, geralmente ocorrem nas encostas com alto grau de inclinação e nos topos dos morros ou elevações.

Os Neossolos Litólicos são solos pouco evoluídos, constituídos por material mineral e que não apresentam nenhuma das características que denotam um estágio avançado de evolução pedogenética. Apresentam horizonte superficial diretamente apoiado sobre a rocha

intacta ou fragmentada, com pouca alteração química a, no máximo, 50 cm da superfície do solo (SANTOS, 2017).

**Figura 12** – Mapa com classificações pedológicas da área de estudo



Fonte: Adaptado da ZAPE (2010).

## 2.5 ASPECTOS CLIMÁTICOS

Do ponto de vista climático, o Nordeste do Brasil é uma região com características climáticas e vegetacionais peculiares diferentes do território nacional. No que afirma Silva (2013), boa parte dessa região apresenta chuvas escassas e altas temperaturas o ano todo, o que não se observa em outros lugares na mesma faixa latitudinal (SILVA, 2013). Conforme apresentado por Nimer (1989), a alternância climática desse região se dá por mecanismos estáticos e dinâmicos que, juntos, desempenham um clima típico dessa região, o semiárido.

Ainda segundo Nimer (1989), para entender o clima da região, deve-se ter em mente que mecanismos climáticos estáticos atuam, como a posição longitudinal e topografia, associada aos mecanismos de circulação atmosférica. Segundo o autor, o conjunto de diferentes sistemas de circulação atmosférica e as características do relevo tornam a climatologia da região, especialmente no tocante à precipitação, uma das mais complexas do mundo.

O clima predominante no Agreste de Pernambuco é do tipo semiárido (tropical quente e seco), caracterizado por secas periódicas e temperaturas médias mais elevadas. Inseridos nas áreas semiáridas ocorrem “brejos de altitude” que consistem em zonas que apresentam destaque topográfico em relação às áreas circunvizinhas e representam verdadeiras “ilhas de umidade” (clima Tropical de altitude), contrastando com as regiões mais secas no entorno (LINS, 1989). O Município de Taquaritinga do Norte está entre os 23 brejos de altitude do estado de Pernambuco, no qual a sua temperatura e a pluviosidade se diferenciam das áreas que estão ao seu redor.

Entre os sistemas atmosféricos que atuam em Taquaritinga do Norte estão a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), o Vórtice Ciclônico da Atmosfera Superior (VCAS), Complexo Convectivo de Mesoescala (CCM) e fenômenos El Niño Oscilação Sul – ENOS.

Segundo Ferreira e Mello (2005), a ZCIT pode ser definida como uma banda de nuvens que circunda a faixa equatorial do globo terrestre, formada principalmente pela confluência dos ventos alísios do hemisfério norte com os ventos alísios do hemisfério sul, em baixos níveis (o choque entre eles faz com que o ar quente e úmido ascenda e provoque a formação das nuvens), baixas pressões, altas temperaturas da superfície do mar, intensa atividade convectiva e precipitação. A ZCIT é um sistema de grande relevância na determinação de quão abundante ou deficiente serão as chuvas no município de Taquaritinga do Norte.

Os Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN) que atuam sobre a região Nordeste do Brasil formam-se no oceano Atlântico, principalmente entre os meses de novembro e março, e sua trajetória normalmente é de leste para oeste, com maior frequência entre os meses de janeiro e fevereiro (FERREIRA; MELLO, 2005). De acordo com Amorim (2010), esse sistema influencia de forma significativa na precipitação da região, tendo como característica marcante a ocorrência de precipitações na sua periferia, enquanto no seu centro predomina céu claro ou pouquíssimas nuvens.

As condições climáticas da área de estudo também são influenciadas pelo sistema Complexo Convectivo de Mesoescala (CCM). Ferreira e Mello (2005) afirmam que esse sistema é um aglomerado de nuvens que se formam devido às condições locais favoráveis como temperatura, relevo, pressão, etc., e provocam chuvas fortes e de curta duração, normalmente acompanhadas de fortes rajadas de vento.

Segundo Silva (2007), um aspecto também a ser considerado para as variações interanuais das precipitações do Nordeste brasileiro é o evento El Niño Oscilação Sul – ENOS que é caracterizado por um aquecimento anormal das águas do Pacífico tropical centro-leste, produzindo centros ciclônicos e forte subsidência sobre o Norte e nordeste da América do Sul.

Essa variação entre períodos secos e chuvosos é intensificada quando o período de El Niño acontece conjuntamente com anomalias positivas no dipolo do Atlântico, favorecendo anos com baixas precipitações e a atuação conjunta do La Niña, com valores negativos do dipolo negativo do Atlântico promovendo anos com elevadas precipitações (FERREIRA; MELLO, 2005).

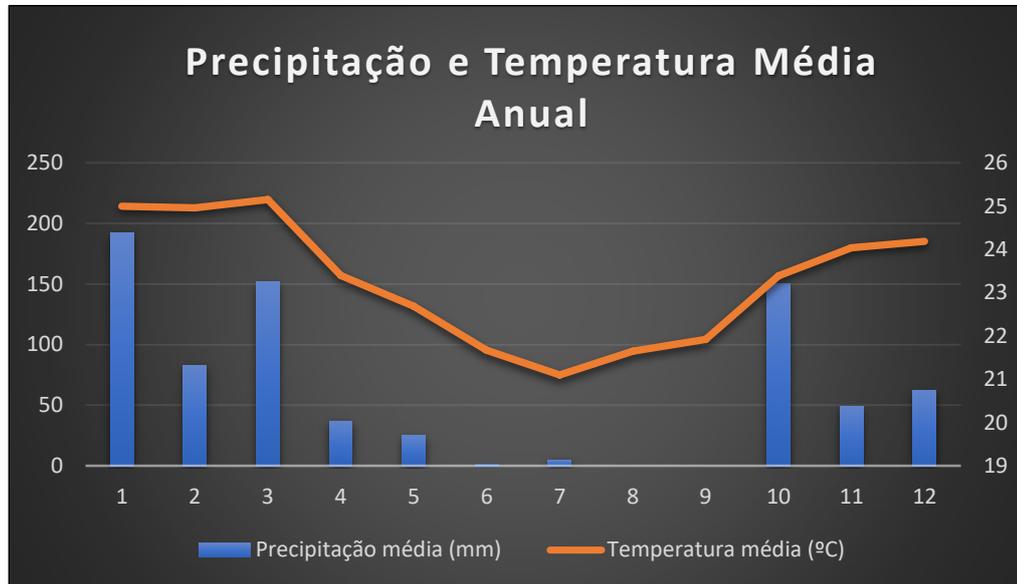
Segundo os autores supracitados, outro sistema que influencia na climatologia da região em estudo constitui os Distúrbios Ondulatórios de Leste, no qual se formam no campo de pressão atmosférica, na faixa tropical do globo terrestre, na área de influência dos ventos alísios, e se deslocam de oeste para leste, ou seja, desde a costa da África até o litoral leste do Brasil.

Diante do exposto, em Taquaritinga do Norte, a interação dos sistemas citados acima, associado com a sua topografia, permitem que temperaturas médias variem de 18°C a 28 °C. Os meses entre outubro a abril são os mais quentes. Já em relação ao índice de precipitação, o município apresenta em média 750 mm de chuvas anuais, concentradas nas estações outono-inverno (Figura 13).

No climograma abaixo (Figura 13), podemos observar que os meses entre outubro a março apresenta a maior concentração de chuvas do município, já entre os meses de junho a

setembro são os meses secos, com um baixo índice pluviométrico. A temperatura média varia entre 21° a 25°.

**Figura 13** – Climograma do ano de 2019 do município de Taquaritinga do Norte - PE



**Fonte:** Adaptado do Agritempo (2020).

## 2.6 ASPECTOS VEGETACIONAIS

A vegetação, em todo o tempo, exerceu um papel importante nos processos de intemperismo e transformação da paisagem geomorfológica (CORRÊA, 2001; FÔNSECA, 2018; SILVA, 2007; 2013). Sua importância resulta no fato de reduzir a quantidade de energia que chega ao solo durante a chuva, minimizando o impacto das gotas, reduzindo a remoção e erosão dos solos. Do ponto de vista espaço-temporal, a vegetação assume importância quando se tenta elucidar os tipos de formações vegetais que atuaram na gênese do relevo, através de suas modificações cíclicas do Quaternário, com fases de morfogênese/pedogênese, como indicado por Tricart (1977).

Os Brejos de Altitude se diferenciam na região do Agreste Pernambucano, favorecidos por condições naturais mais amenas que aquelas das caatingas circundantes. O relevo exerce uma função de barreira aos ventos úmidos, os quais alcançam maiores altitudes, resfriando-se e propiciando a formação de vegetações que variam entre florestas caducifólias ou subcaducifólias, até matas subperenes com espécies perenifólias.

De acordo com Andrade-Lima (1982), a hipótese mais aceita sobre a origem vegetacional dos brejos de altitude está associada às variações climáticas ocorridas durante o Pleistoceno (últimos 2,5 milhões - 11.800 anos), as quais permitiram que a floresta Atlântica penetrasse nos domínios da caatinga. Ao retornar a sua distribuição original, durante períodos interglaciais, ilhas de floresta Atlântica permaneceram em locais de microclima favorável.

Segundo Cabral *et al.* (2004), os brejos de altitude, localizados na região Agreste de Pernambuco e Paraíba, são formações com microclima diferenciado, onde, por efeito orográfico, a pluviosidade é bastante superior a do entorno, caracterizando o chamado “agreste subúmido”. Estende-se no agreste subúmido, ao longo das encostas oriental e sul-oriental do maciço da Borborema, que amplia-se para o interior, ocupando também aquelas terras mais elevadas do maciço, situadas nos limites ocidentais da região (MELO; ANDRADE, 1961).

O Brejo em Taquaritinga do Norte apresenta uma área aproximada de 59 km<sup>2</sup>. Trata-se de um conjunto de elevações com relevo suave, ondulado a forte ondulado, com declives às vezes acentuados, apresentando altitudes compreendidas entre 750 e 1.000m. Sua cobertura pedológica rica em Argissolos Vermelho-Amarelos e Latossolos favorecem uma dinâmica vegetacional diferente do contexto do agreste pernambucano. A vegetação original é formada predominantemente por floresta subcaducifólia e floresta caducifólia (Figura 14), ocorrendo, nas porções mais altas, floresta subperenifólia (RODRIGUES *et al.*, 2004).

A vegetação da Caatinga também se faz presente no município de Taquaritinga do Norte, ocorre na direção W-NO da área (Figura 15), com altitudes inferiores a 500m. Trata-se da região sota-vento, no qual o índice pluviométrico reduz de modo significativo.

**Figura 14** – Vegetação típica de Mata Atlântica nas áreas elevadas do Brejo de altitude



**Fonte:** Autora (2020).

**Figura 15** - Vegetação de Caatinga a oeste do Urbano



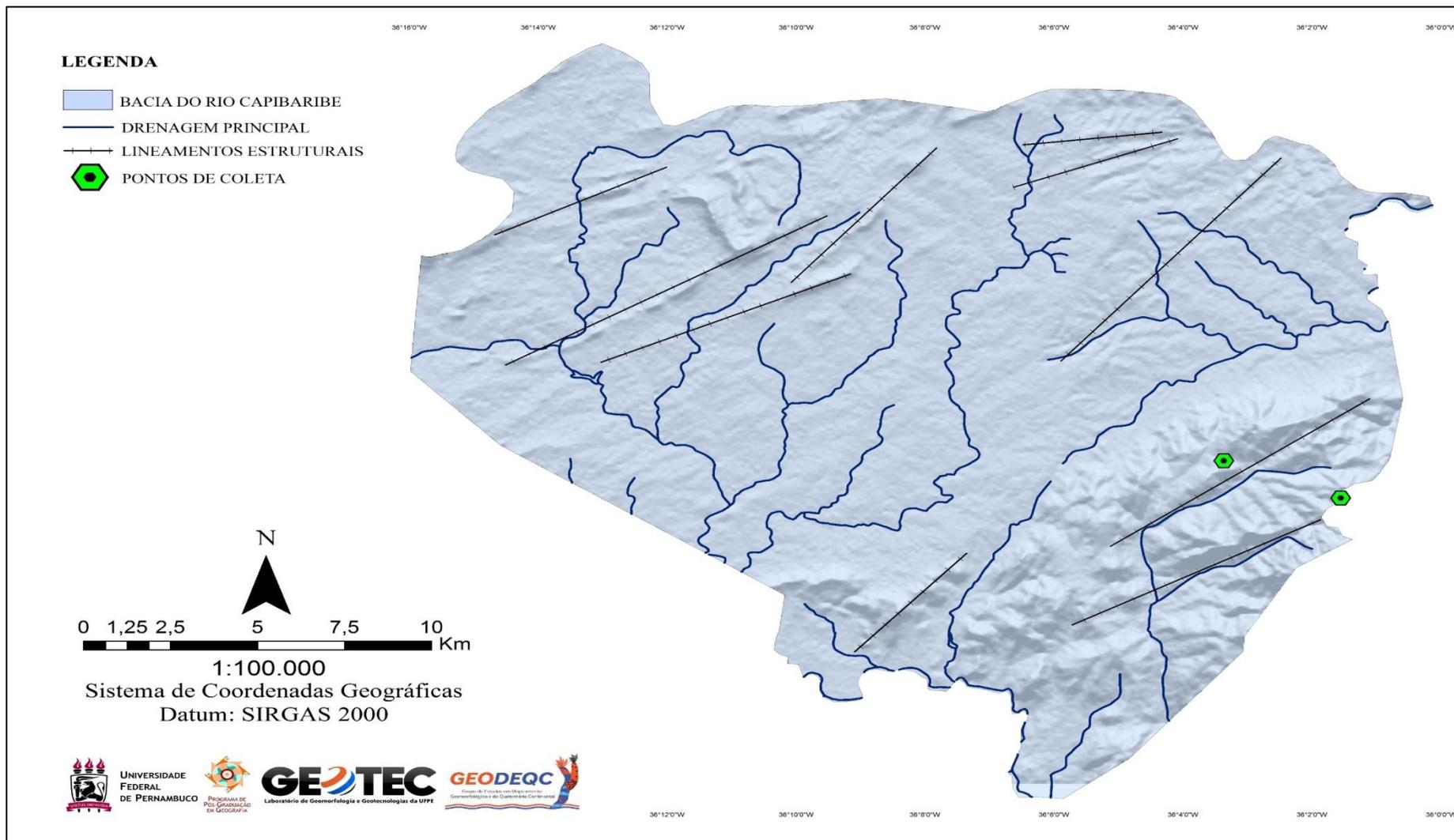
**Fonte:** Autora (2021).

## 2.7 REDE DE DRENAGEM

Dentre as várias funções da água, pode-se destacar o seu papel como agente modelador do relevo da superfície terrestre, controlando a formação e o comportamento mecânico dos mantos de intemperismo e rocha. A drenagem, em si, representa o elemento mais atuante na esculturação da paisagem geomorfológica, atuando como unidade chave no processo erosivo e deposicional. Na geomorfologia, a drenagem sempre está orientada às condições estruturais, tectônicas e às formas do relevo. A área de estudo apresenta zonas de cisalhamentos que alojam os principais canais da região (CHRISTOFOLETTI, 1980; CORRÊA, 2001; SILVA, 2013; FÔNSECA, 2018).

O município de Taquaritinga do Norte encontra-se totalmente inserido nos domínios da Bacia Hidrográfica do Rio Capibaribe (Figura 16), fazendo parte do Alto curso da bacia do Capibaribe, no qual se estende da nascente no município de Porção/PE até o município em questão. O principal corpo de acumulação é o Açude Taquaritinga que abastece algumas áreas rurais e pontos estratégicos. Todos os cursos d'água no município têm regime de escoamento intermitente e o padrão de drenagem é o dendrítico (CPRM, 2005). Toda a rede de drenagem presente na área de estudo não é considerada como braços fluviais principais, somente redes que abastecem o Rio Capibaribe.

**Figura 16** – Mapa com rede de drenagem da área de estudo



Fonte: Adaptado da CPRM (2010).

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO-METODOLÓGICO

A partir de uma vasta busca e um levantamento bibliográfico realizado neste trabalho, verificou-se que há uma quantidade satisfatória de pesquisas que tratam da análise integrada da paisagem através do uso da abordagem geossistêmica associada ao período quaternário e aos depósitos sedimentares para reconstrução paleoambiental e/ou paleoclimática no Nordeste do Brasil, enfatizando os trabalhos de: Corrêa (2001); Azambuja (2007); Melo (2008); Souza (2008); Galvão (2012); Ribeiro (2002); Ramos (2014); Silva (2013); Lima (2014); Barros (2014); Amorim (2015); Tavares (2015); Lima (2015); Monteiro (2015); Silva (2016); Ranulpho (2016); e os mais recentes como Fônseca (2018); Barros (2018); Melo (2019); Souza (2019); Silva (2019) e entre outros, que muito tem contribuído para o entendimento dessa vertente dentro das Geociências para o Nordeste do Brasil. No entanto, poucos ainda são os trabalhos envolvendo a temática central em áreas de brejos de altitude. Os trabalhos mencionados acima foram utilizados como base na construção do referencial teórico metodológico abaixo. Em alguns autores, principalmente os que enquadravam-se na mesma linha de pensamento e de pesquisa usaram, em boa parte, as mesmas referências na promoção da geomorfologia do quaternário para o NE do Brasil.

Este capítulo, portanto, apresenta uma discussão teórica e metodológica sobre o Período do Quaternário e os estudos geomorfológicos, os depósitos sedimentares do quaternário tardio e o uso da abordagem morfoestratigráfica na reconstrução ambiental, trazendo como elementos a relevância desses estudos para o entendimento das dinâmicas ambientais e sua complexidade para a área de estudo.

#### 3.1 O PERÍODO QUATERNÁRIO E OS ESTUDOS GEOMORFOLÓGICOS

O Período Quaternário se refere às seções sedimentares mais jovens da era Cenozóica, formado por duas épocas. O Pleistoceno é a época mais antiga e longa, cuja idade basicamente está estimada em 2,58 Ma, enquanto a época mais recente, o Holoceno, abrange apenas os últimos 11.000 da história geológica da Terra (ICS, 2010). Ao longo desse período, cerca de 16 glaciações (com duração média de 100.000 anos) sucedidas por eventos interglaciais quentes de curta duração (média de 20.000 anos) conduziram múltiplas pulsações climáticas e de diferentes intensidades, as quais, pela disposição cíclica dos eventos, foram reconhecidas como a principal característica desse período (SALGADO-LABOURIAU, 1994; 2007). Essas pulsações de energia ocorreram de forma heterogênea no Planeta e permitiram

desencadear uma série de atividades geológicas e geomorfológicas. A saber, os aspectos morfológicos atuais das grandes unidades de paisagem.

Segundo Wilson *et al.* (2000), esse período geológico de 2,6 milhões de anos, que abrange as épocas do Pleistoceno e Holoceno, é singular e bem característico na história da evolução da Terra por várias razões: a) único tempo em que ambos os pólos norte e sul foram cobertos por placas de gelo; b) período que apresenta singularidades nos padrões relativamente regulares e repetidos de mudanças climáticas sobre taxas de tempo entre 102 e 105 anos; c) onde as mudanças climáticas podem ser estudadas em grau de resolução muito maior do que qualquer outro tempo geológico por meio de testemunhos distintos; d) muitas das heranças da paisagem natural são relíquias do último período glacial que terminou há cerca de 11 mil anos e hoje compõem a base de análise das ciências geomorfológicas. De acordo com critério paleontológico, os sedimentos Pleistocênicos são aqueles que possuem 70% dos fósseis correspondentes às espécies viventes, e os Holocênicos aqueles depósitos que só abriguem espécies viventes (SUGUIO, 2005). Ambos, permitem apresentar ao corpo científico evidências das mudanças ocorridas no passado.

O Quaternário, bastante discutido e analisado na geologia e geomorfologia, é marcado por profundas mudanças climáticas globais de grande pontualidade e impacto no relevo, no qual interfere diretamente na circulação atmosférica e seus processos, temperatura e precipitação ao longo das zonas climáticas em todo o planeta, na mudança no nível do mar e dinâmica costeira em boa parte das linhas de costa, mudança considerável na fauna e cobertura florística representado pelos elementos da biodiversidade, como também na organização antrópica no espaço.

Convém ressaltar que as mudanças ambientais desse período geraram as formas de relevo das paisagens atuais e o substrato sedimentar que estrutura esse relevo. Com base nos estudos do Quaternário, busca-se compreender os processos geomorfológicos que atuaram no passado e como estes processos deixaram evidências na paisagem atual.

Segundo Scheidegge (1986), os processos que moldam o relevo, devido a suas taxas de evolução e de erosão, não permitem a existência de relevos muito mais antigos, permitindo que estas ações estejam totalmente dentro da escala de tempo do Quaternário, e indo um pouco além. É durante este período que houve intensas variações climáticas, geomórficas, pedológicas e estruturais que influenciaram diretamente nas taxas de denudação, na pedogênese, nos regimes fluviais e nos depósitos inconsolidados da paisagem (MOURA, 2007). A importância do estudo das feições, estruturas e dos depósitos/sedimentos quaternários se deve à possibilidade de reconstituir as condições paleoambientais e até mesmo

paleoclimáticas, as quais fornecem conhecimentos fundamentais para a compreensão da dinâmica atual de diferentes paisagens (SUGUIO, 1999). O relevo e o clima são indicadores ambientais fundamentais e essenciais na dinâmica de uma paisagem.

De acordo com Missura (2005), a análise da origem geológica e evolução do relevo, através dos depósitos sedimentares aprisionados, constitui-se em uma atividade de extrema importância para a ciência geográfica, objetivando identificar evidências ligadas aos processos formadores e esculpidores do relevo. Assim, os sedimentos estocados durante o quaternário tornam-se importantes registros dos processos que exerceram o controle na evolução da paisagem. É por meio deles que conseguimos inferir um período de maior e menor energia no ambiente. Os índices climáticos são considerados hoje a maior resposta para as questões ambientais.

Portanto, caracterizar o período do Quaternário é entender e compreender como os processos geomorfológicos que atuaram no passado de maneira bastante expressiva, deixando evidências nos monumentos geológicos e intensificando os eventos geomorfológicos que ainda estão na paisagem, seja de forma parcial ou total, resistindo às intempéries e a erosão, diferentemente de outras evidências que já foram em grande parte exumada da superfície terrestre, atuam para a formação da paisagem atual, visto que o estudo dos processos atuais nos permite correlacionar com processos pretéritos prevendo a resposta do sistema, desta forma reconstruindo a paisagem pretérita (MELO, 2008).

A compreensão do passado é a chave dos estudos para o entendimento dos processos futuros e assim vice-versa. Sendo assim, os fatos analisados acima são de suma importância para a finalidade dessa pesquisa, pois a área de estudo está diretamente ligada aos processos geomorfológicos que formaram a paisagem atual durante o período do Quaternário. Os brejos de altitude possuem condições diferentes do seu entorno, assim, a dinâmica da paisagem possui uma outra roupagem geomorfológica.

### 3.2 DEPÓSITOS DO QUATERNÁRIO TARDIO

A análise da origem e evolução do relevo através dos depósitos correlativos constitui-se em uma atividade de extrema importância, objetivando identificar evidências ligadas aos processos formadores do relevo. Ciente de que esses eventos esculpiram e modelaram as feições da atualidade e a força desses eventos estão registrados nos sedimentos que foram estocados na paisagem. Assim, os sedimentos gerados e depositados durante o quaternário tornam-se importantes registros, para as geociências, dos processos que exerceram o controle

na evolução e dinamização da paisagem, principalmente nas regiões quentes e úmidas (MISSURA, 2005). É nessas regiões que o clima exerce um controle mais efetivo e de maior alcance. A depender da força discutida e do fenômeno climático em questão os sedimentos produzidos, em escala de análise, deixa de ser local e passa a ser regional.

Para Silva (2013), os sedimentos depositados, muitas vezes no sopé da encosta ou em antigas paleolagoas e/ou marmitas de dissolução, durante o Quaternário e seus modelados de acumulação resultantes, tornaram-se importantes registros dos processos geomórficos que exerceram controle sobre a evolução da paisagem, principalmente nos contextos geotectônicos plataformais da zona tropical, seja sob a forma de notáveis relevos deposicionais ou de uma sequência de estratos inumados que revele a história evolutiva da paisagem.

Neste sentido, ao longo de todo o período Quaternário, a formação do relevo já é um processo existente atreladas as suas formas estão muitas vezes correlacionadas aos processos deposicionais que incidiram no correr de seu tempo. Ou seja, os processos físicos, químicos e biológicos e a depender do tempo, a ação antrópica, modelaram essas feições residuais. Como a finalidade da pesquisa vincula-se à dinâmica do relevo e seus aspectos morfodinâmicos dentro da geomorfologia e áreas afins, torna-se necessário elucidar as noções sobre os modelados deposicionais.

Segundo Suguio (2001), os depósitos quaternários possuem relação intrínseca com a topografia atual, sendo imprescindível, portanto, distinção entre as superfícies originadas por erosão de rochas mais antigas e aquelas elaboradas pela deposição de sedimentos quaternários. Ciente de que estes materiais foram provenientes do material mais próximo e depositados por ação da gravidade e/ou eventos cíclicos atrelados a precipitação.

O autor, supracitado acima, afirma que a importância dos depósitos sedimentares quaternários está no registro das grandes mudanças paleoambientais que ocorreram em toda a superfície do Planeta Terra, especificamente no local de análise, vinculados aos paleoclimas que foram capazes de organizar e desorganizar muitas unidades e às paleolinhas de costa como importantes reflexos na biosfera. Os depósitos quaternários estão distribuídos em formas de relevo distintas, comumente apresentando alguma relação genética com as feições constituintes de cada paisagem (MOURA, 1994). As unidades geoambientais que serão trabalhadas aqui, são típicas de um clima mais seco e baixo índice pluviométrico na atualidade.

Segundo Dott (1983), os depósitos encontrados e discutidos na literatura geralmente são caracterizados por eventos raros (episódios ímpares e de grande força) e de alta

magnitude, constituindo a erosão e posteriormente a sedimentação episódica; tal registro é formado pelos vários desvios em relação a um comportamento médio (ou padrão) de cada ambiente deposicional e compreende intervalos de tempo que oscilam de dezenas a milhões de anos. Alguns fatores, como volume do depósito – que reflete a intensidade do processo; frequência de eventos; e o grau de modificação pós-deposicional do depósito, têm grande importância na elaboração da sedimentação episódica (DOTT, 1983). A depender do ambiente, o estoque poderá ser atribuído pela força desse evento, excesso de precipitação e/ou gravidade da encosta.

A formação de tais depósitos, segundo Mabesoone (1983), estaria ligada a uma abordagem sistêmica (soma de todos elementos e processos), onde os processos seriam definidos pelo tipo de energia que regula o sistema e que estaria associada aos aspectos fisiográficos da área (relevo, clima, vegetação e etc). Assim, estes apresentariam as características dos elementos que possibilitaram a sua formação. O autor ainda sugere que a geometria seria o elemento limitante à produção de sedimentos, onde esta estabelece a forma do ambiente.

O autor supracitado acima, também aponta que duas categorias de elementos sejam determinantes: os elementos físicos e a ação biológica. Sendo esses parâmetros ainda regulados pela fisiografia da paisagem, além de clima e tectônica. Os elementos da geodiversidade possuem relação intrínseca e permitem uma sintonia entre eles, permitindo a erosão e deposição aconteça de forma regulada. Tais depósitos englobam diversos ambientes deposicionais e fácies, como os ambientes aluviais e fluviais e as fácies coluviais e eluviais. Nesta pesquisa serão abordados os processos deposicionais eluviais e coluviais.

### **3.2.1 As Fácies Eluvial**

A fácies eluvial, encontrados em boa parte dos ambientes que possuem rocha fresca, deriva da desintegração e decomposição da rocha-mãe que permanece *in situ* como material residual. Dependendo de sua posição topográfica e grau de exposição, eles podem ser prontamente atacados pela erosão, o que torna sua ocorrência restrita na paisagem (SILVA, 2013). Nesse quesito, a rocha mãe é considerada na literatura como ambiente que fornece sedimentos.

Para Bigarella *et al.* (1994), usar os termos elúvio ou saprólito, possuem o espectro de significado bastante comum, pois para todo material alterado pelo intemperismo (independente do processo) que permanece *in situ*, esse material aparece muitas vezes

estruturando a paisagem, principalmente sobre topos de interflúvios. Entretanto, sua espessura diminui conforme aumenta o grau de inclinação da encosta. Os eventos adjacentes como vento e chuva permitem a mobilização desse material. A gravidade é outro sujeito ativo nesse processo.

Segundo Corrêa (2001), a energia que tem maior atuação e posicionamento nesse modelado ambiental, principalmente para ambientes típicos do Nordeste do Brasil, é a química que resulta da degradação da rocha-mãe por diversos eventos, sendo o transporte o fator limitante ao desenvolvimento desse tipo de ambiente, posteriormente sua deposição em ambientes favorável. Para o autor, seu material apresenta formas das mais diversas, pois seu arranjo depende da atuação do intemperismo e do tempo, podendo exibir seus minerais as formas instáveis ou estáveis, de acordo com grau de alteração. O sedimento quando analisado por técnicas especiais, permite compreender esse material. Para o autor em questão, a textura do material varia conforme o resultado da degradação da rocha-mãe, porém, tais depósitos não possuem estrutura sedimentar propriamente dita, mas apresentam uma zonação em função da pedogênese. Sabe-se que cada ambiente responde de uma forma em relação ao processo inicial.

Thomas (1994) conjuga alguns fatores que podem controlar/mediar a penetração do intemperismo: sabe-se que o primeiro e muito importante é o clima regional, particularmente a quantidade de precipitação; mineralogia da rocha-mãe e textura (levar em consideração o processo de gênese); ocorrência de fraturamentos ou enclaves; regime tectônico cratônico antigo sob o novo modelado do orogênico moderno; relevo inicial e grau de dissecação da paisagem; e idade da superfície sobre a qual o perfil se desenvolve.

Os depósitos eluviais são bastante definidos, no campo, por suas relações geométricas. Isso é possível ser observado em campo. Eles ocorrem normalmente como coberturas delgadas sobre a rocha-mãe e, quando são remobilizados encosta abaixo, passam lateralmente a colúvio, o que ocorrerá de acordo com o ângulo da encosta (SILVA, 2013). A partir do momento do transporte e deposição desse material, o mesmo deixa de ser elúvio e passa a ser colúvio.

Sendo assim, foi observado, em campo, que os pontos de coleta analisados na área de estudo são resultantes das fácies eluviais que se apresentam nas áreas mais elevadas e que, por diversos fatores, atualmente estão depositados nos sopés das encostas. Esses depósitos são caracterizados por serem colúvios e possuem uma história ambiental preenchida por processos e eventos.

### 3.2.2 As Fácies Colúviais

Os depósitos colúviais, na maioria das vezes, são constituídos por materiais sedimentares que foram transportados e/ou depositados por ações da gravidade, dos ambientes oriundos do elúvio e que se depositaram no sopé das encostas. Mabesoone (1983) diz que tais depósitos são, em muitos casos, similares à fácies eluvial: são normalmente delimitados na base pelo embasamento rochoso, exibem má seleção de materiais e originam-se de áreas fontes muito próximas (as áreas fornecedoras, sempre estão muito próximas). Em geral, os sedimentos colúvionares compartilham as mesmas características que os da fácies eluvial. O que vai diferenciar, em boa parte dos casos, é a geometria do grão, as rupturas e outras características distintas do material colúvial.

Thomas (1994) optou por definir colúvio, material sedimentar, como um termo impreciso que agrupa muitos tipos diferentes de elementos e processos. Ele também reconheceu que, apesar de os colúvios serem sempre interpretados como uma consequência de grandes mudanças climáticas regionais para condições mais áridas ou mais úmidas que mudaram a morfologia da paisagem, estes também podem ocorrer como consequência de eventos menores, de alta magnitude, que, eventualmente, ultrapassem patamares formativos dentro dos sistemas de encostas. O colúvio é uma unidade que possui uma história evolutiva impregnada em seu material.

Segundo Casseti (2005), os colúvios são materiais vinculados a processos de transporte, seja ele mecânico ou por gravidade, ao longo das encostas, pouco estratificados ou que não apresentam estratificação, os quais são facilmente diferenciados dos solos originados *in situ*. Muitas vezes, são identificados pela ocorrência de paleopavimentos que os separam das unidades sotopostas e/ou sobrepostas, delimitando as várias deposições de camadas colúviais. Quando a rocha fresca é intemperizada e esse material não é transportado, com o passar do tempo, o processo ativo será o de pedogênese nesse antigo saprólito.

Deste modo, pode-se definir o material colúvial como sendo o resultado final pós transporte do material eluvial que foi transportado por movimentos gravitacionais e/ou processos ativos de grande energia ao longo da encosta e que se depositou em setores com menores declividades da paisagem, apresentando este pouca seleção. Corrêa (2001) argumenta que, para o entendimento destes depósitos, faz-se necessário a compreensão da paisagem antiga e seus desdobramentos na paisagem atual, porém, boa parte desses materiais, os colúvio, que apresentarão melhor preservação estão localizados na parte de menor

gradiente deposicional, ao passo que estarão menos preservados em áreas com ocorrência de depósito de tálus, colúvios e leques já que estão mais expostos aos processos exógenos.

Suguio (2001), denomina colúvio como depósitos sedimentares incoerentes com aspecto terroso, comumente maciço e de composição em geral areno-argilosa, típicos de ambientes do trabalho em específico, embora possam conter fragmentos rochosos de tamanhos diversos e mais ou menos intemperizados. Sabe-se que a rocha possui pontos de fraqueza e de maior dureza, resisitindo aos processos intempéricos.

Arelado ao pacote coluvial, o seu mecanismo de formação está relacionado à lenta movimentação viscosa do regolito (ou manto de intemperismo) *in situ*, mais ou menos umedecido em água. O transporte poderá ser rápido e/ou lento, de acordo com a energia sofrida no momento. Um exame mais acurado pode até revelar várias gerações de colúvios, separadas por “linhas de pedra” ou “linhas de seixos” (*stonelines*), compostas em geral por fragmentos minerais de outros ambientes e/ou da rocha mãe que foi remobilizado representando, muitas vezes, paleopavimentos detríticos dispostos mais ou menos paralelamente às vertentes (SUGUIO, 2005). Nos ambientes mais secos, conforme literatura, a presença de descontinuidades é bastante comum. Visto que eventos mais ativos ocorreram e estes conseguiram ser registrados.

Os depósitos de colúvio têm sua gênese intimamente relacionada com os aspectos climáticos locais/ regionais, permitindo a ocorrência de movimentos de massa, estes, por sua vez, ocorrem sob influência de movimentos gravitacionais gerados, dentre outros, pela ação da água – um certo nível de precipitação além do esperado. Os tipos de movimentos de massa são variados, dentre os mais comuns pode-se destacar: Queda/deslizamentos – compostos por fragmentos de rochas de variados tamanhos em decorrência da ação da gravidade; Fluxo de detritos – movimentação rápida, por sobre a encosta, de um fluxo composto por material de natureza plástica; Corrida de lama – composto por material variado com predominância de silte e argila em uma solução com cerca de 30% de água (GUERRA, 2006; 2011).

De acordo com o trabalho de Melo (2014), os depósitos coluviais, são formados na sua maioria e em sua complexidade pelos fluxos de gravidade das áreas mais elevadas, visto que estes constituem um dos mais importantes processos geomórficos modeladores da superfície terrestre. A autora enfatiza que os fluxos de gravidade se resumem ao deslocamento de materiais encosta abaixo, sob a influência da gravidade e morfologia das encostas (grau de inclinação é outro condicionante importante), desencadeados por interferência direta de outros agentes independentes, como a água, chuva, gelo ou ar, reduzindo a resistência das rochas ou solos aos processos de transporte; embasamento cristalino são mal selecionados, menos

angulosos e originado de área fonte próxima. Somente em laboratório é possível distinguir o que é elúvio de colúvio.

Em 2003, Suguio em sua pesquisa, demonstrou que os fluxos gravitacionais (movimentos de massa decorrentes de grandes eventos climáticos e/ou grau de inclinação da encosta), correspondem aos mecanismos de transporte de sedimento paralelamente ao substrato, com maior ou menor participação da gravidade. Ciente que os movimentos são capazes de desorganizar e/ou organizar unidades. A apresentação desses advém de diversas formas, tanto em relação aos tamanhos e naturezas dos materiais, bem como em relação às escalas temporais e espaciais em que se processam os fenômenos.

Os movimentos de massa são reconhecidos, na literatura, como um dos mais importantes processos geomórficos modeladores da superfície terrestre e ocorre principalmente em ambientes úmidos e subúmidos, com exceção as áreas com eventos pontuais de grande magnitude e baixa ocorrência. Esses constituem e possibilitam o deslocamento/escorregamento de materiais encosta abaixo sob influência da gravidade e morfologia das encostas, desencadeados por interferência direta de outros agentes independentes, como a água, chuva, vento e etc, reduzindo a resistência das rochas ou solos aos processos de transporte (SILVA, 2013). Os escorregamentos permitem um alívio de energia no topo e possibilita uma nova reorganização dos materiais.

Já para os ambientes áridos e subúmidos, a autora acima afirma que os fluxos de detritos atrelados a questões climáticas constituem a principal forma de movimentos de massa geradores de colúvios. Pois, os fluxos remobilizam o elúvio, muitas vezes, e permite que o sedimento seja estocado em uma área receptora. Boa parte dos materiais encontrados, são derivados por tempestades de alta magnitude e baixa recorrência, retirando os detritos que se acumulam nas bacias de primeira ordem/áreas formadoras de materiais.

Segundo Corrêa *et al.* (2008), os principais fatores que contribuem para a formação de depósitos coluviais no NE do Brasil, em específico no semiárido Pernambucano, está associado à declividade e ao direcionamento da vertente a barlavento (unidade de maior contraste na região) onde seus depósitos correlativos representam provas de dinâmica ambiental variada, são marcados pela alternância entre extremos de umidade e aridez (CORRÊA *et. al.*, 2008). Nestas áreas as condições climáticas são bastantes ativas e permitem constantemente a remobilização desse material.

Assim, cada desnível no relevo, pode ser espaço para o desenvolvimento de um pequeno depósito, cada fragmento da paisagem é capaz de contar uma história sobre a superfície na qual está instalada por meio de técnicas geomorfológicas específicas; cada

cobertura coluvial no sopé das encostas que formam rampas são testemunhas das oscilações geoclimáticas ambientais quaternárias que permitiram a elaboração de períodos de deposição e erosão (MODENESI, 1992). Na literatura, é possível correlacionar tais depósitos no semiárido nordestino com eventos de grande magnitude que ocorreu pelo mundo, entre eles, temos os eventos climáticos extremos como os *herinch*.

Clapperton (1993), ao se referir em sua pesquisa sobre os colúvios, o autor sugere o mesmo como indicadores paleoambientais de grande relevância e contribuição. O autor supracitado, endossa que a origem dos depósitos sedimentares, hoje estocados e presentes na paisagem, pode estar associada a condições climáticas de grande torrencialidade episódica em períodos de menor aridez e pouca cobertura vegetal na paisagem. Genericamente, os colúvios parecem estar associados a condições de mudanças climáticas no princípio do Holoceno, ou em fases anteriores do Pleistoceno (SILVA, 2013). Percebe-se que existe um padrão na forma de deposição dessas unidades na realidade do NE do Brasil.

Diante disso, a importância destes colúvios, como sedimentos ativos, está relacionada à possibilidade de os mesmos indicarem fatores que ajudem a esclarecer sua gênese, transporte e deposição, contribuindo assim, para a reconstrução da história geomórfica das paisagens por meio da morfoestratigrafia. A reconstrução paleoambiental e paleoclimática torna-se percussores necessário para a geografia física e no planejamento urbano.

### 3.3 USO DA ABORDAGEM MORFOESTATIGRAFICA NA RECONSTRUÇÃO AMBIENTAL

A análise geomorfológica dos ambientes atuais constitui a base para a compreensão da sequência evolutiva da paisagem no passado geológico recente. Sendo assim, um aspecto essencial para tal entendimento está na associação do registro estratigráfico aos estudos geomorfológicos como instrumento material para a interpretação da evolução da paisagem (SILVA, 2013).

Nesse sentido, a análise morfoestratigráfica torna-se uma ferramenta de grande relevância para a geografia física, em específico aos estudos dos depósitos do Quaternário. Essa abordagem, dentro da literatura é caracterizada por relacionar as formas de relevo à composição dos materiais litológicos relacionados aos eventos formativos, transporte e deposição, contribuindo assim com a interpretação da evolução da paisagem. Para Suguio (1999), tais informações é de suma importância para a reconstituição da história da evolução geomorfológica de uma área, onde possam ser identificadas as superfícies e seus materiais,

estabelecendo dessa forma a relação de antiguidade entre as unidades e sua correlação com áreas mais amplas. Quando compreendidos tais informações, é possível analisar a dinâmica geomorfológica de uma determinada área. E muitos interesses podem surgir, já que os dados ofertados contribuem para o planejamento e ordenamento territorial dentro da temática ambiental.

Este termo surgiu com Frye e Willman (1962), quando em seu estudo, definiram as unidades morfoestratigráficas atrelado diretamente aos corpos litológicos identificados, basicamente, através das múltiplas formas de relevo a eles associadas, podendo ou não ser distintos litologicamente das unidades contíguas, subordinando, assim, a estratigrafia às formas de relevo. De acordo com os autores, uma unidade morfoestratigráfica é um “corpo sedimentar identificável, antes de tudo, pela forma exibida em superfície, e distinguível ou não, pela litologia e/ou idades das unidades adjacentes”. Assim, cada depósito encontrado quando identificado *in situ*, a depender da quantidade das unidades é possível conceituar estratigraficamente.

Meis e Moura (1984), embora admitissem o caráter pragmático de tal abordagem, consideraram que as unidades morfoestratigráficas definidas por Frey e Willman (1962) subordinavam a estratigrafia das formas de relevo. Desta forma, propuseram que o conceito de morfoestratigrafia fosse restringido às condições em que seja possível detectar, com base na litoestratigrafia (destinado ao estudo estratigráfico que permite a compreensão do empilhamento ou sucessão estratigráfica vertical de unidades litológicas e de lacunas neste empilhamento e a continuidade lateral dessas unidades cujos limites podem ser diacrônicos) ou aloestratigrafia (estudo de unidades estratigráficas definidas por superfícies de descontinuidade que envolvem estas unidades e que permitem o seu mapeamento geológico), uma relação genética direta entre o depósito e a forma topográfica. Esta concepção enfatiza a necessidade de reconhecimento de superfícies deposicionais, tornando-se fundamental a realização de análises estratigráficas detalhadas.

Os trabalhos relacionados à abordagem morfoestratigráficas no Nordeste brasileiro, para fins de reconstrução ambiental, vem crescendo nos últimos anos, assim podemos destacar autores como: Corrêa (2001); Tavares (2015); Gurgel (2012); Silva (2013); Ramos (2014); Amorim (2015); Lima (2015); Melo (2019).

Corrêa (2001), precursor no NE do Brasil, abordou a história ambiental do semiárido nordestino em seu trabalho nos compartimentos elevados do Planalto da Borborema, constatando uma história episódica no limiar Pleistoceno/Holoceno para a região. No maciço da Serra da Baixa Verde, área de brejo de altitude, a análise estava voltada para os depósitos

de encosta, os colúvios, sob a forma de rampas e aventais, que foram escolhidos sob sua importância e relevância para a reconstrução da dinâmica geomorfológica da área. As idades obtidas pelo autor permitiram concluir que no limiar Pleistoceno/Holoceno, a paisagem foi marcada por uma remobilização maciça das coberturas rudáceas para os eixos de drenagem das encostas durante os períodos de maior aridez do UMG. De 7.500 a 4.500 anos AP, Holoceno Médio, com o máximo da umidificação e antes da estabilização da nova cobertura vegetal, os regolitos foram intensamente remobilizados, com ocorrência de diversos episódios de coluvionamento, possivelmente desencadeados por pequenos fluxos de detritos e corridas de lama. Sabe-se que este trabalho pioneiro permitiu compreender a formação de depósitos coluviais com as condições climáticas nos últimos 10 mil anos na região.

Gurgel (2012), em sua pesquisa, apresenta a sedimentação quaternária ocorrida no Maciço do Pereiro, localizado na Província da Borborema, em específico na divisa entre os estados do Ceará, Rio Grande do Norte e Paraíba. A pesquisa demonstrou que dentro das bacias e ao longo das escarpas há pouco armazenamento de sedimentos oriundos do Quaternário, desta forma, seus depósitos coluviais são originados das próprias escarpas, tendo em vista que o processo de coluvionamento teria sido ativo nos últimos 46 ka, o que resultou, principalmente, em uma estratigrafia de idade inversa dos colúvios.

Segundo o trabalho supracitado acima, esta inversão de idade é relacionada com a reformulação de sedimentos coluviais e seus movimentos nas escarpas. A natureza espasmódica dos processos que moldaram a paisagem do Maciço do Pereiro demonstra que os solos e sedimentos refletem a última erosão e ciclo sedimentar. Isso se reflete na expressão quaternária de colúvios e no preenchimento do Maciço do Pereiro. Desta forma, foi possível observar que a erosão ocorreu principalmente pelo recuo escarpa. A autora ainda afirma que este processo ocorreu sob condições semiáridas semelhantes às de hoje e que foi possível identificar uma nova bacia quaternária, denominada como Bacia Merejo (GURGEL, 2012).

Para Silva (2013), foi importante considerar que as sequências deposicionais constituem o único registro material preservado que explica a história evolutiva da paisagem e a associação entre forma e depósito tem-se mostrado como um instrumento imprescindível à interpretação da dinâmica ambiental, representando o elo que une os processos ocorridos no passado e que ocorrem no presente, dentro do contexto evolutivo da paisagem geomorfológica. Em seu trabalho, as conclusões a respeito da evolução ambiental para as áreas de Fazenda Nova e Afrânio foram baseadas na análise morfoestratigráfica dos depósitos de encostas - os colúvios - e marmitas de dissolução. Seu trabalho, também pioneiro no

Nordeste do Brasil, utilizou de um proxy de metodologias até então limitadas para época, a exemplo o uso de fitólitos na reconstrução da paisagem.

De acordo com os dados obtidos por Silva (2013), as idades obtidas em sua pesquisa, está atrelada aos níveis estratigráficos datáveis que atestam os eventos deposicionais que estão sob dependência de agentes desencadeadores de gêneses distintas: eventos climáticos regionais ocorridos desde o penúltimo stadial do Pleistoceno até o UMG para as áreas de Afrânio, e a partir do Holoceno inferior em Fazenda Nova. Destarte, a interpretação da dinâmica geomorfológica, através do registro sedimentar encontrado nas encostas e marmitas de dissolução, forneceram bases para a elucidação de interações entre as mudanças temporais de longo e curto prazo nos processos geomorfológicos no Quaternário tardio na região, cujas repercussões ainda são visíveis na paisagem. Conforme resultado da autora, as duas áreas de análise estavam sob influência direta de condições climáticas do passado que reorganizaram alguns processos geomorfológicos.

Segundo Ramos (2014), a abordagem morfoestratigráfica visa correlacionar o estudo das formas à temporalidade e características intrínsecas dos materiais estruturadores da paisagem. A correlação entre as formas de relevo e os depósitos superficiais torna-se de grande valia para o resgate da história erosiva/deposicional da área de estudo. Trata-se de uma análise baseada na avaliação das características sedimentológicas da área, sua relação com os atributos do relevo e sua posição na paisagem, a fim de desvendar a sequência histórica da evolução geomorfológica. O grão de sedimento coluvial permite desvendar a história evolutiva da paisagem geomorfológica.

Ainda de acordo com Ramos (2014), em específico ao objetivo de seu trabalho, os resultados das análises sedimentológicas das amostras analisadas apresentaram resultados bem homogêneos, demonstrando que os depósitos coluviais foram derivados por sedimentação gravitacional do tipo corrida de lama, através de fenômenos de episódios espasmódicos durante chuvas torrenciais em clima semiárido com área fonte proximal (RAMOS, 2014). Ou seja, as condições climáticas na região aconteceram quase que de forma cíclica e permitiu a existência da deposição coluvial e posteriormente sua deposição.

Alguns anos depois, para Tavares (2015), a abordagem morfoestratigráfica se relaciona diretamente com a geometria dos sedimentos e a sua disposição na superfície terrestre, atuando como um indicador cronológico. Quando depositados e analisados em laboratório, cada mineral é analisado unicamente e o que é considerado são a esfericidade e o arredondamento. Assim é possível fazer uma junção dos depósitos truncados a partir das características dos minerais e suas respectivas áreas fontes. Para a interpretação estratigráfica

dos depósitos quaternários do Nordeste brasileiro, é necessário reconstruir as formas resultantes e a dinâmica recente dos sistemas físicos da superfície terrestre.

Em sua pesquisa realizada, de acordo com o autor acima, foram encontradas duas idades distintas, a primeira de 97ka para o nível de terraço mais próximo do rio Mumbaba, onde indica que este terraço teve sua gênese após o barramento do rio Paraíba, onde o mesmo teve tempo suficiente para estruturar o terraço de nível mais baixo no antigo vale do rio Paraíba. A sua outra idade foi de 25ka em um depósito característico de fluxo de detritos (atrelado a questões ambientais-climáticas), onde é possível observar uma estreita relação cronológica com a fase de última deposição do lamito superior da sequência dos tabuleiros pleistocênicos. Dessa forma, o autor afirmou que as coberturas sedimentares e as feições morfotectônicas não foram originadas de um único evento de soerguimento e consequente rebaixamento de superfície (TAVARES, 2015).

Já no trabalho de Amorim (2015), ele afirma que compreender como os processos morfoclimáticos atuam sobre os modelados requer a distribuição dos eventos formativos dentro de certos intervalos de tempo, não apenas ajustando a dinâmica ambiental a um modelo de análise, mas sim evidenciando como os fenômenos e suas intensidades são individualizados em diferentes segmentos cronológicos. Em seu trabalho, foi analisada a Bacia do Riacho Bruscas PE-PB, onde, desde o início do Holoceno, sedimentos têm sido gerados e evacuados das encostas, gerando depósitos coluviais e aluviais, em escalas temporais de deposição inferiores a  $10^3$  anos e com intervalos de inatividade geomorfológica de 1 a 2 Ka. Essa configuração reflete a intensidade de mudanças de curto prazo de origem climática na dinâmica da paisagem geomorfológica.

Dessa forma, o autor acima, concluiu que a estrutura superficial da paisagem área de estudo é o resultado de 07 fases climáticas que atuaram principalmente ao longo do Holoceno. As 05 primeiras fases apresentam comportamento inerente às variações climáticas e as duas últimas já passam a ter influência humana. O autor reitera ainda que a ocorrência de processos geomorfológicos formadores de depósitos de encosta na área de estudo tem seus gatilhos vinculados às variações climáticas globais, regionais e ao contexto local. Tendo em vista que alguns depósitos e condições ambientais encontradas no Maciço da Baixa Verde não são encontrados regionalmente (AMORIM, 2015).

Já Lima (2015), enfatiza que a abordagem morfoestratigráfica associada ao mapeamento geomorfológico ajudará na identificação e caracterização das unidades deposicionais que se encontram na área de estudo. A forma do relevo e as unidades a ela sujeitas dizem muito sobre o que pode ser encontrado no trabalho de campo. Nesse caso, as

propriedades sedimentológicas, pedológicas e os perfis estratigráficos dos depósitos serão imprescindíveis, uma vez que tais possibilitam fazer relações diretas entre os materiais e os eventos paleoambientais que os desencadearam, favorecendo, por sua vez, a compreensão da gênese local do relevo.

Em seu trabalho, Lima (2015) permitiu processar e cruzar as informações e demonstra que registros de deposição sobre um setor do entorno do Planalto Sedimentar do Araripe, nos municípios de Crato e Barbalha/CE, estão estocados na paisagem pelos menos desde os últimos 75.000 anos. A autora, afirma ainda, que estes sinalizam a continuidade dos processos morfogenéticos na esculturação das encostas e no recuo da cimeira estrutural do planalto sedimentar, submetidas aos eventos de chuvas torrenciais comuns ao Nordeste continental, resultantes da instabilidade climática e associada ao UMG com clima mais frio e seco (LIMA, 2015).

Recentemente um estudo elaborado por Melo (2019), a autora utilizou os aspectos morfológicos e geomorfológicos presentes no Maciço Estrutural de Água Branca- AL para definir elementos que possibilitaram a reconstrução da dinâmica geomorfológica dos depósitos sedimentares estruturadores de morfologias de encosta, fluvial e pedimentar, onde ela buscou elucidar sua gênese, com vistas a elaborar uma proposição de evolução geomorfológica em bases cronológicas. Em seus resultados, foi possível inferir que a ocorrência de três períodos climáticos dentro do Holoceno/Holoceno superior, que desencadearam fluxos gravitacionais e formaram os depósitos analisados neste trabalho, sendo esses em ordem crescente de antiguidade: Pequena Idade do Gelo, Paleo-ENOS e Fim do Ótimo Climático. Percebe-se que as condições climáticas do passado foram desencadeadores da estocagem de boa parte dos sedimentos encontrados e analisados no NE do Brasil.

Partindo deste pressuposto, se entende que a análise morfoestratigráfica dos depósitos é imprescindível para realizar uma cronologia das transformações ambientais que ocorreram na área de estudo, tornando-se uma ferramenta fundamental na evolução geomorfológica da paisagem. O uso da conceituação atrelada aos aspectos metodológicos, somados, tornam-se imprescindíveis na reconstrução paleoambiental da paisagem.

## 4 METODOLOGIA

A metodologia, de modo geral, é composta por quatro etapas principais que se subdividem devido à quantidade de procedimentos realizados em cada etapa, que são: levantamento bibliográfico, levantamento e produção cartográfica, trabalhos de campo e análises laboratoriais.

### 4.1 LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO

Esta etapa consistiu na busca, leitura e fichamentos de uma variedade de obras como livros, teses, dissertações, artigos, relatórios técnicos e manuais cartográficos, que tratam das diversas temáticas abordadas nesta pesquisa, a fim de fundamentar de forma teórica e metodológica todos os conceitos e procedimentos contemplados neste trabalho. Foram também buscados e analisados trabalhos pré-existentes na área de pesquisa que tratassem dos aspectos geomorfológicos gerais no município de Taquaritinga do Norte e do Estado de Pernambuco, e que tivessem como objetivo principal a reconstrução ambiental e dinâmica geomorfológica.

### 4.2 PRODUÇÃO CARTOGRÁFICA E CONSTRUÇÃO DE BANCO DE DADOS DA ÁREA DE ESTUDO

Uma das formas mais relevantes de se representar espacialmente os elementos terrestres é o mapeamento. Essa ferramenta de cunho geográfico vem se difundindo cada vez mais em diversas ciências, principalmente na atualidade, com o apoio das geotecnologias (geoprocessamento, sensoriamento remoto, SIG, etc.). No âmbito da Geografia Física Aplicada, o uso das geotecnologias se tornou essencial, agregando valor a esse ramo da ciência geográfica. Através desse aparato, tornou-se possível o levantamento, monitoramento e espacialização gráfica dos recursos naturais em países de dimensões continentais como o Brasil (SOUZA *et al.*, 2010).

Essa etapa consistiu no levantamento e análise de materiais cartográficos pré-existentes da área de pesquisa, tomando-os como referência para a construção da análise ambiental e para a produção de novos mapeamentos. Os mapas pré-existentes utilizados são provenientes de órgãos estaduais e federais.

#### **4.2.1 Material de apoio aos mapas confeccionados**

Foram tomados como referência os seguintes mapas: Mapa de Geodiversidade do Estado do Pernambuco produzido pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM) em parceria com o Ministério de Minas e Energia para o estado de Pernambuco na escala de 1:500.000 (2010); Mapa de classes solos produzido pela Zoneamento Agroecológico do Estado de Pernambuco (ZAPE) (2001) na escala de 1:100.000.

Ao todo foram produzidas nove cartas (geomorfológico, morfoestrutural, declividade, hipsometria, lineamentos estruturais, drenagem, geológico, pedológico). As bases cartográficas utilizadas foram convertidas a projeção cartográfica Universal Transversal de Mercator (UTM), Datum Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas de 2000 (SIRGAS - 2000).

#### **4.2.2 Mapa geológico em escala de detalhe e de lineamentos estruturais**

O mapa geológico foi elaborado por meio da extração de informações sobre os litotipos de arquivos no formato shapefile (.shp), folha SB.24-D-V-14 Santa Cruz do Capibaribe, 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 q20\_13\_sbe (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, e do Modelo Digital do Terreno (MDT) – imagem Alos Palsar, resolução de 12,5 m, cenas ALOS Granule: ALPSRP075375ZN.

#### **4.2.3 Mapeamento geomorfológico/morfoestrutural/morfoescultural**

Para a produção do mapa geomorfológico, os procedimentos técnicos utilizados seguiram os critérios estabelecidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE em seu Manual Técnico de Geomorfologia (2009). A classificação também seguiu a preconizada no referido manual, por ser considerada a que melhor representa o relevo brasileiro, principalmente para ambientes semiárido, composto por alguma áreas cristalinas herdadas da orogênese brasileira, que, por serem particularidades desse ambiente, necessitam

de uma abordagem específica, já que representam uma realidade climato-geomórfica excepcional dentro do contexto brasileiro (AB’SABER, 2007).

O mapeamento geomorfológico foi produzido na escala de 1:100.000 no *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). O mapeamento morfoestrutural e morfoescultural foi elaborado na escala de 1:50.000, também no *software* ArcGis 10.3, usando imagens do Modelo Digital de Terreno – MDT, com resolução espacial de 1 metro, disponibilizado pelo Projeto Pernambuco Tridimensional – PE3D (PERNAMBUCO, 2016).

Ambos os mapeamentos estão organizados hierarquicamente em unidades morfoestruturais e delas subdividiram-se unidades menores que correspondem às feições morfoesculturais. Para Corrêa *et al* (2010), as morfoestruturas representam categorias que respondem pelas formas maiores do relevo, tratadas em escala regional. Já as morfoesculturas são consideradas áreas menores que foram esculpidas por processos exógenos, como os elementos climáticos e a drenagem (OLIVEIRA *et al.*, 2007).

#### **4.2.4 Mapa com classificações pedológicas**

Para o mapeamento das classes de solo tomou-se as bases cartográficas disponibilizadas pela Zoneamento Agroecológico do Estado de Pernambuco - ZAPE (2001) produzidas na escala de 1:100.000.

#### **4.2.5 Atividades de campo e coletas de materiais**

Foram realizados três atividades de campo para fins de reconhecimento da área, validação dos mapas, análise morfoestratigráfica de perfis e coleta de sedimentos. Os campos de reconhecimento ocorreram entre os meses de janeiro a março de 2019. As demais atividades de campo foram realizadas entre os meses de abril e maio de 2019.

Durante os trabalhos de campo foram utilizados diversos equipamentos fundamentais para a obtenção das informações. Dentre esses equipamentos, destacam-se aparelhos dotados de GPS (*Global Positioning System*), câmera fotográfica, cadernetas de campo, mapas básicos (localização, litoestrutural, pedológico e drenagem) em tamanho A3, machadinha para limpar os perfis, sacos plásticos para coleta, etiquetas, papel milimetrado para morfoestratigrafia, prensa, jornais, tesoura de jardinagem, trena, pranchetas, etc.

Para a coleta de sedimentos coluviais foram escolhidos pontos estratégicos como cortes para construção habitacional e margens de estradas (Quadro 1). O processo de coleta se iniciou com a limpeza do perfil por meio de raspagem para a retirada do material superficial exposto às ações externas do ambiente, após esse procedimento foi possível visualizar as camadas de sedimento e, portanto, fazer a medição do pacote sedimentar por inteiro e das camadas. Em perfis onde as camadas estavam bem delimitadas foi coletado 1 kg de cada camada, em perfis mais homogêneos a coleta foi feita a partir da diferenciação de cada camada. A análise sedimentológica nesse trabalho justifica-se pela sua importância dentro da compreensão da dinâmica de processos superficiais da paisagem, em especial processos de erosão.

**Quadro 01** – Pontos de coleta de sedimento

PONTOS DE COLETA DE SEDIMENTOS	COORDENADAS GEOGRÁFICAS	
	Latitude	Longitude
Ponto 1 – Subida para cimeira do município. Quinta de um terreno em construção.	7°53'48.8"S	36°03'21.6"W
Ponto 2 – Abertura de estrada no topo da cimeira.	7°54'31.5"S	36°01'21.2"W

**Fonte:** Autora (2021).

A análise morfoestratigráfica justifica-se por esclarecer o processo de formação das coberturas superficiais, que, em alguns casos, é um fator de desequilíbrio do sistema em relação à ocorrência de processos erosivos, portanto, o arcabouço estratigráfico pode ser um componente facilitador desses processos. Para a análise, foram observadas a disposição, quantidade, espessura e estrutura das camadas sedimentares, assim como a presença de minerais flutuantes dentro do pacote sedimentar. Após a análise do perfil, o registro foi feito por meio de fotografias, extração de coordenada geográfica e desenhos representativos em papel milimetrado, que posteriormente foram trabalhados no *software* de design gráfico Corel Draw.

### 4.3 ANÁLISES EM LABORATÓRIO

#### 4.3.1 Abordagem Morfoestratigráfica

A associação do registro estratigráfico com a análise geomorfológica é um importante instrumento de compreensão da evolução das paisagens atuais (CORRÊA, 2001; SILVA, 2013). Dessa forma, os materiais coletados foram submetidos a variados tipos de análises: Granulometria e Pipetagem, Morfoscopia, Análise Pedológica por Micromorfologia de Solos, além da Datação em LOE, conforme métodos utilizados por Silva (2013), Tavares (2015), Fônseca (2018), Melo (2019). As informações morfoestratigráficas obtidas com estas análises, juntamente com dados pedológicos, serão fundamentais para estabelecer a correlação dos depósitos sedimentares com a tectônica local e as alterações climáticas quaternárias.

Assim, a análise morfoestratigráficas foi realizada com base nas propriedades sedimentológica e pedológicas que serão identificadas durante o mapeamento das áreas de encosta (colúvios) no topo da cimeira da área de estudo. A semelhança na gênese dos sedimentos terrígenos que preenchem as áreas de estoque, acarretou na necessidade de adicionar técnicas pedológicas que visassem à compreensão da evolução pós-deposicional dos depósitos, permitindo traçar ligações entre as unidades com características semelhantes.

#### 4.3.2 Análise Granulométrica

Para a análise granulométrica foram separadas amostras de 100g de sedimento inconsolidados. Em seguida, foi colocada em uma solução contendo 20g do dispersante hexametáfosfato de sódio e 500 ml de água, agitada por 20 minutos para desflocular e deixada em repouso por até 24h. Após o período de repouso, a amostra foi submetida à lavagem para separação dos sedimentos finos (silte e argila) e grossos (areia e cascalho), colocados para secar na estufa a uma temperatura de 60°C.

Quando seca, a amostra foi novamente pesada e depois peneirada em jogos de peneira com intervalos sucessivos de 1 *phi* ( $\phi$ ) para a determinação de areia muito fina, areia fina, areia média, areia grossa e cascalho. Os valores obtidos em grama para cada fração granulométrica foram submetidos a tratamento seguindo os parâmetros estatísticos de Folk e Ward (1957). Com isso, foram calculados o diâmetro médio, o grau de seleção, grau de assimetria e curtose (Tabela 1, 2 e 3).

**Tabela 1** – Escala quantitativa de Folk e Ward (1957) para descrição do grau de seleção

<b>Grau de seleção</b>	<b>Valor</b>
Muito bem selecionada	< 0,35
Bem selecionada	0,35 a 0,50
Moderadamente selecionada	0,50 a 1,00
Pobremente selecionada	1,00 a 2,00
Muito pobremente selecionada	2,00 a 4,00
Extremamente mal selecionada	> 4,00

Fonte: Autora (2021).

**Tabela 2** – Escala quantitativa de Folk e Ward (1957) para descrição do grau de assimetria

<b>Assimetria</b>	<b>Valor</b>
Assimetria muito negativa	-1,00 a -0,30
Assimetria negativa	-0,30 a -0,10
Aproximadamente simétrica	-0,10 a 0,10
Assimetria positiva	0,10 a 0,30
Assimetria muito positiva	0,30 a 1,00

Fonte: Autora (2021).

**Tabela 3** – Escala quantitativa de Folk e Ward (1957) para descrição de valores de curtose

<b>Curtose</b>	<b>Valor</b>
Muito platicúrtica	< 0,67
Platicúrtica	0,67 a 0,90
Mesocúrtica	0,90 a 1,11
Leptocúrtica	1,11 a 1,50
Muito leptocúrtica	1,50 a 1,30

Fonte: Autora (2021).

### 4.3.3 Pipetagem

Este procedimento diz respeito à separação dos finos. Tendo como alvo a separação das frações silte e argila, foram utilizadas as recomendações do trabalho de Gale e Hoare (1991), que consiste na obtenção de 20g de amostra representativa pelo método de quarteação.

Utilizando a peneira de 62µm o material foi lavado em solução de 5g de Hexametáfosfato de sódio para 1000ml de água destilada. Seguindo a tabela de tempo e profundidade em relação à temperatura em que as amostras devem ser coletadas, o material, contendo diferentes tamanhos de partículas, foi pipetado e depositado em beakers previamente pesados e numerados. Feito isso, o material coletado foi transferido para estufa e

secado a temperatura de 60°C, onde, após a secagem, os beakers foram pesados para averiguação da quantidade de material coletado.

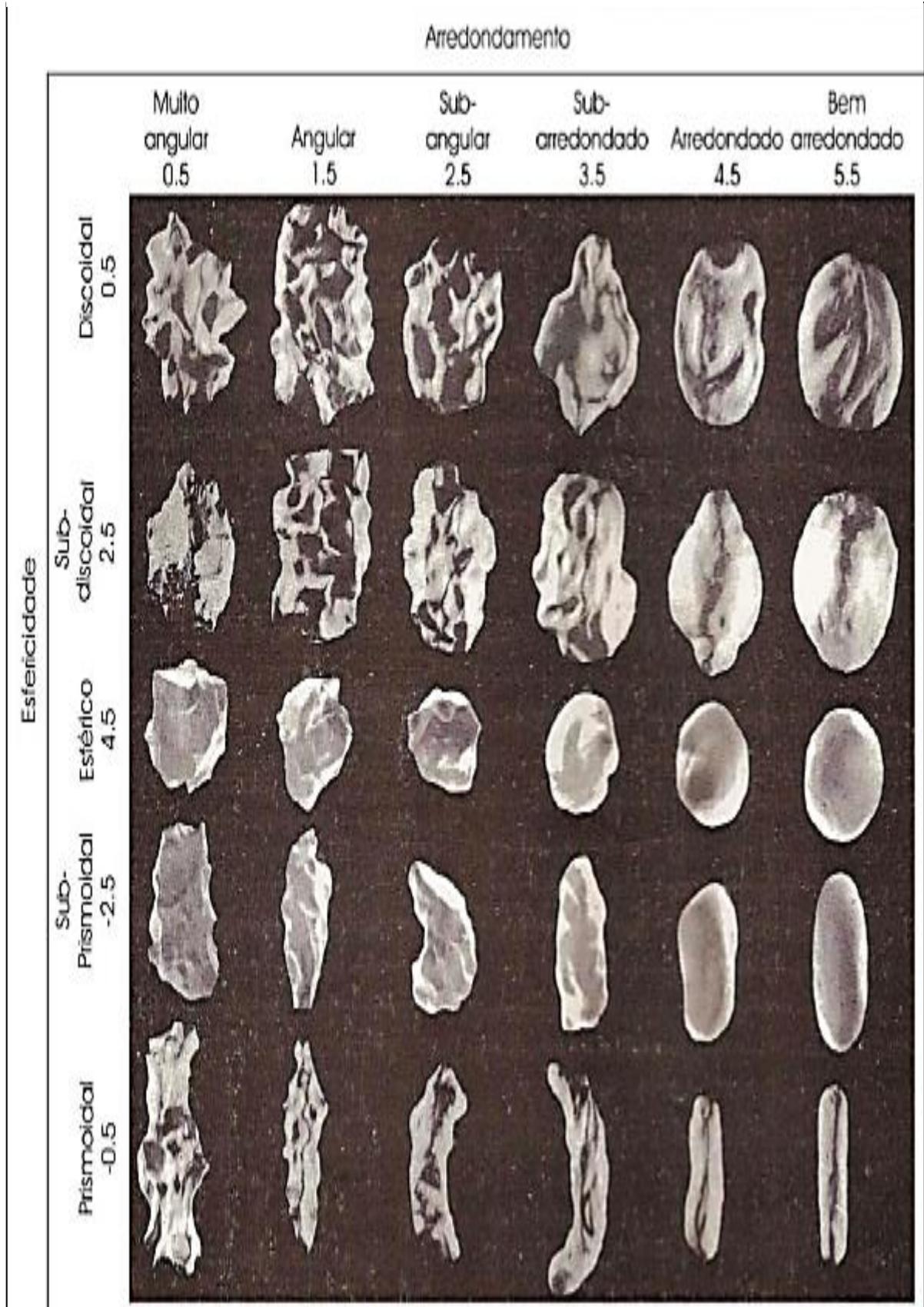
#### 4.3.4 Morfoscopia

Quanto a morfoscopia, as amostras foram analisadas de acordo com os seguintes atributos: forma, grau de arredondamento e esfericidade do grão, textura (brilho, fosco e polido), opacidade (transparente e opaco) e composição mineralógica (material homogêneo ou heterogêneo). Essa análise foi realizada visualmente a partir da comparação entre a projeção máxima do contorno da partícula e um conjunto de imagens, cujo arredondamento é previamente calculado de acordo com o procedimento descrito por Tucker (1995).

Para cada amostra, foram selecionados 100 grãos da fração 0,250mm e visualizados através da lupa binocular tecnival (com aumento de 4x e 2x). O tamanho da fração justifica-se por representar o ponto de ruptura entre o predomínio do transporte por tração (grãos > 0,400mm) e por suspensão (grãos < 0,200mm) (LIMA, 2015).

Esta análise permite caracterizar qualitativamente e quantitativamente o material, possibilitando a identificação dos processos operantes durante a dinâmica deposicional da área de estudo. Visando tornar mais objetivo o grau de arredondamento avaliado, foram definidas as categorias: muito angular (0,5); angular (1,5); subangular (2,5); subarredondado (3,5); arredondado (4,5); e bem arredondado (5,5); e, para o grau de esfericidade, foram definidas as seguintes categorias: esfericidade alta (0,5 e 4,5); esfericidade média (-2,5) e baixa esfericidade (-0,5), cujo arredondamento foi previamente calculado de acordo com o procedimento descrito por Tucker (1995) (Figura 17).

**Figura 17** – Diagrama representando os diferentes graus de arredondamento e esfericidade dos minerais que serão analisados



Fonte: Adaptado de Powers (1982 *apud* TUCKER, 1995).

As análises sedimentológicas foram realizadas nas dependências do Laboratório de Geologia e ambientes sedimentares do Departamento de Geologia no Centro de Tecnologias e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE.

#### **4.3.5 Micromorfologia de Solos**

Para a análise micromorfológica, primeiramente, foi necessária a análise dos perfis, tendo em vista a dureza dos sedimentos (processo de vertisolização). Após a primeira etapa, constatou-se a existência das unidades estratigráficas, estas foram nomeadas e rotuladas de acordo com sua feição, localidade e profundidade, a qual foi extraída tendo como referência a base do perfil. Após este momento inicial, foram extraídas as amostras indeformadas com o mínimo de perturbação, com o auxílio de pequenas caixas de papel duro (caixa de kubiena) com dimensões de 5 cm x 5 cm x 5 cm. Estas amostras foram orientadas, possibilitando a identificação do topo do perfil, viabilizando o estudo da direção do transporte de material dentro do solo. Posteriormente, as mesmas foram secas ao ar livre para eliminação do excesso de umidade e foi realizada a impregnação dos blocos das amostras indeformadas com o objetivo de torná-las resistentes para que fossem laminadas.

O material foi impregnado com uma mistura de resina plástica Araldite XGY-1109 100%, 10% de endurecedor HY-951 e 40 a 50% de acetona P.A. As condições de impregnação não devem afetar o arranjo dos constituintes ou mudar suas propriedades ópticas. Desta forma, optou-se por uma resina plástica conhecida comercialmente como Araldite, que apresenta baixa toxicidade, endurecimento e polimerização mais rápidos, e grau de contração mais baixo do que a da resina de poliéster. Para cada amostra, foram realizadas pelo menos três sessões de impregnação por capilaridade obtida a vácuo seco, em intervalos de 24 h, para melhor penetração da resina na amostra.

Neste processo foi utilizada uma bomba de vácuo conectada a um dessecador que abriga a resina e as amostras. Com a polimerização, a amostra tornou-se resistente, mas sem perder a estrutura original, o que permitiu proceder com o seu corte e a sua laminação. O endurecimento completo das amostras ocorreu após duas a três semanas.

Após o endurecimento das amostras, deu-se sequência à sua laminação. Cada bloco foi cortado em máquina de disco diamantado em duas partes e, por último, cada fatia foi polida em um disco em rotação com abrasivo e água, até alcançar uma superfície lisa e plana o suficiente para ser colada em lâmina de vidro.

As amostras coladas foram desbastadas e polidas manualmente com abrasivo (carborundum) até a espessura de 30 micra quando, finalmente, o material ficou adequado para estudos microscópicos. Tais procedimentos foram realizados no Laboratório de Laminação do Departamento de Geologia da Universidade Federal de Pernambuco.

As lâminas foram analisadas utilizando-se o microscópio trinocular Leica DM 2500 P, com câmera Leica EC 3 acoplada, e do software Leica Application Suite - LASEZ versão 1.4 disponível no Laboratório de Departamento de Geologia da UFPE, onde foram descritas para cada amostra o grau de desenvolvimento da agregação, tipos de microestrutura e distribuição relativa dos constituintes (esqueletos, poros e plasmás). A interpretação de tais feições diagnósticas do solo foi realizada de acordo com as definições do Manual de Microscopia de Solo e Micromorfologia de Stoops (2003).

#### **4.3.6 Datação por LOE**

No que afirma Corrêa (2001), o uso de métodos de datação por luminescência, abrangem uma diversidade de técnicas baseadas no acúmulo de cargas radioativas produzidas por uma população de elétrons retidos em minerais cristalinos. Esses métodos são capazes de estabelecer o período de tempo transcorrido desde que a população aprisionada de elétrons foi liberada pela última vez.

Diante da multiplicidade de técnicas, nesta pesquisa foi utilizado o protocolo SAR (Single Aliquot Regeneration), com o objetivo de estabelecer uma cronologia dos eventos deposicionais ocorridos ao longo do Holoceno, visto que, este poderá estipular padrões desde eventos climáticos regionais de grande magnitude, até episódios erosivos recentes que formetaram alterações nos padrões de uso da terra (BEZERRA *et al.*, 2008; SILVA, 2013; FÔNSECA, 2018; SILVA, 2019; MELO; 2019). Portanto, o protocolo SAR é feito para determinar uma idade média dentre várias alíquotas. As amostras foram conduzidas ao método SAR com 30 alíquotas, ou seja, são feitas 30 curvas de calibração e encontradas 30 idades, para se tirar uma média.

A luminescência opticamente estimulada (LOE) pode ser utilizada para estimar o tempo transcorrido desde que os clastos componentes de um sedimento foram expostos pela última vez à luz do sol, portanto, a técnica fornece a idade da última estabilização do depósito. Considerando-se que a luminescência nos minerais naturais é uma função da exposição à radiação ambiental, pode ser esvaziada por exposição à luz durante o transporte e a deposição. A datação óptica vale-se do fato de que a luz do sol libera os elétrons de armadilhas sensíveis

existentes na estrutura cristalográfica do cristal de quartzo ou feldspato. A liberação dos elétrons aprisionados por estímulo luminoso reduz o sinal da LOE a zero. Quando os grãos são soterrados e permanecem fora do alcance da luz solar, eles começam a acumular uma população de elétrons aprisionados devido ao efeito da radiação ionizante emitida pelo decaimento de radioisótopos contidos no próprio depósito. Uma parte desta radioatividade natural origina-se dentro dos próprios grãos de quartzo e feldspato (radiação beta), mas a dose de radiação é oriunda, principalmente, do depósito em si (radiação gama). Se o fluxo de radiação ionizante for constante, então o tempo de soterramento pode ser determinado pela medição da dose armazenada nos grãos, dividida pelo fluxo da radiação ionizante ambiental (dose ambiental).

Conforme Silva (2013) e Melo (2019), a técnica de datação tem como objetivo principal determinar uma cronologia dos eventos deposicionais ocorridos ao longo do Período do Quaternário, visto que este poderá estabelecer padrões desde eventos climáticos regionais de grande magnitude, até episódios erosivos recentes que manifestaram alterações nos padrões de uso do solo.

A coleta foi realizada em dois perfis estratigráficos utilizando tubos de PVC de 30cm de comprimento. Os tubos foram inseridos em pontos estratégicos, onde verificou-se mudanças nos gradientes do solo. Não havendo contato com a luz do sol, em seguida os canos foram recobertos com sacos plásticos da cor preta e embalados para análise. O procedimento ocorreu no Departamento de Energia Nuclear (UFPE), Laboratório de Datação, onde foram encaminhadas três amostras no total.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

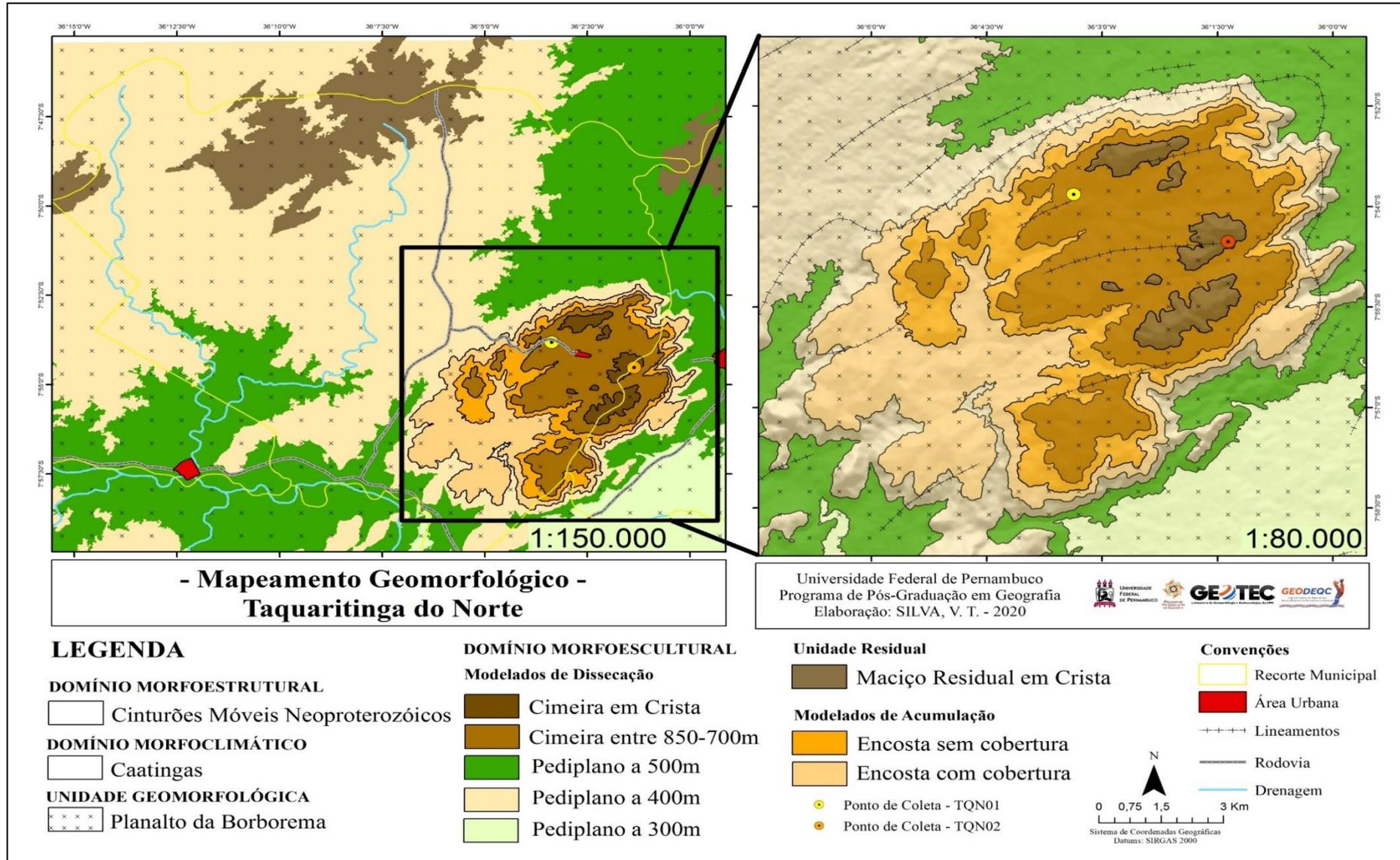
### 5.1 MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO CONFORME METODOLOGIA DO IBGE

A reconstrução do relevo através das múltiplas abordagens permite compreender, em vários aspectos, a dinâmica que proporcionou a morfologia dessa paisagem. Conforme Arruda (2020) as unidades presentes em um determinado espaço geográfico são de suma importância aos estudos das geociências e áreas afins, pois armazenam registros incólumes das diversas mudanças paleoambientais e paleoclimáticas que ocorreram no recente tempo geológico, o quaternário.

Para compreender essas características distintas do relevo em questão, foi confeccionado um mapeamento geomorfológico específico, contendo as unidades morfoestruturais, morfoclimáticas e as unidades morfoesculturais. Ressalta-se mencionar que tais informações são pioneiras sobre as estruturas e morfogênese do relevo em questão, na tentativa de compreender os processos erosivos-deposicionais do município de Taquaritinga do Norte, em específico, a área de Brejo de Altitude, que se destaca em relação aos ambientes circunvizinhos.

Com base nas classificações adotadas, percebe-se que o município possui formas antigas datadas da Era Proterozoica e que estão sendo desgastadas por meio dos processos superficiais e climáticos (Figura 18). As formas descritas abaixo são, em sua totalidade, resultados de intensos processos erosivos e intempéricos que modificaram o relevo da paisagem em questão. A área de coleta está localizada nas encostas das unidades de cimeira.

**Figura 18** – Mapeamento geomorfológico elaborado conforme metodologia adaptada do IBGE



Fonte: Autora (2020).

### **5.1.1 Domínios Morfoestruturais**

Á área de estudo, e todo o município, está dentro dos Cinturões Móveis Neoproterozóicos que são classificados como os maiores táxons dentro de um contexto regional na compartimentação estruturada do relevo formadas durante o Ciclo Orogênico Brasileiro, nesse caso a Província da Borborema. Estas estruturas estão organizadas em relação aos fatores geomorfológicos atuantes, sob o arcabouço geológico dominante, pela natureza das rochas, pelos sistemas exógenos e endógenos (Figura 18).

De acordo com Côrrea *et al.* (2010), a área está inserida no compartimento dos Maciços remobilizados no Domínio da Zona Transversal. É neste domínio onde são exibidas as cimeiras mais elevadas e os relevos mais vigorosos, pois corresponde à área mais afetada pelos arqueamentos que operaram sobre o planalto.

### **5.1.2 Domínio Morfoclimático**

A área de estudo está localizada em superfícies geologicamente antigas dentro de um contexto regional típico semiárido. Em especial, sua área de Brejo de Altitude possui uma elevação maior, somado a um clima e vegetação distintos das áreas circunvizinhas. As áreas elevadas possuem vegetações típicas do bioma da Mata Atlântica e o entorno típico do bioma Caatinga (Figura 18).

### **5.1.3 Região Geomorfológica**

A área da pesquisa está inserida dentro do Planalto da Borborema. Essa região é caracterizada por apresentar um conjunto de terras elevadas que culminam entre 650 a 1000 metros de altitude, que se estende no Nordeste Oriental do Brasil, manifestando vários desnivelamentos em seus limites (Figura 18).

### **5.1.4 Unidade Geomorfológica**

#### **5.1.4.1 Modelados de Dissecação Estrutural**

#### 5.1.4.1.1 Cimeira em Crista

Corresponde aos níveis mais conservados da área, com dissecação vertical nos topos do compartimento planáltico e com uma morfologia de topo em crista, apresentando cobertura em eluvial e, em algumas áreas, vegetação bastante densa. Na área em estudo, apresentam-se em cotas altimétricas bastante distintas a mais de 850m (Figura 19).

**Figura 19** – Cimeira em Crista nas áreas mais elevadas do Município (Setas Vermelhas)



Fonte: Autora (2021).

#### 5.1.4.1.2 Cimeira entre 850-700m

Esta unidade corresponde aos níveis menos conservados de dissecação vertical nos topos. Na área em estudo, apresentam-se em cotas altimétricas distintas, variando entre 700 e 850m. Apresentam morfologia de topo suavemente ondulada ou em crista, com cobertura elúvial e vegetação densa (Figura 20).

**Figura 20** – Cimeira mais rebaixada à leste das cimeiras em Crista (Seta Vermelha)



**Fonte:** Autora (2020).

#### *5.1.4.1.3 Maciço Residual em Crista*

Para a área, é caracterizado como corpo intrusivo isolado que se destaca do entorno pela sua diferença altimétrica e morfologia distinta. Trata-se de corpo granítico que aflora no pediplano a 400m sob a influência, sobretudo, do intemperismo físico. Sua morfologia está associada aos sistemas da região com cobertura dentrítica e vegetação típica da caatinga (Figura 21).

**Figura 21** – Maciço Residual a Leste do Brejo do Altitude de Taquaritinga do Norte



**Fonte:** Autora (2021).

#### *5.1.4.1.4 Pediplanos*

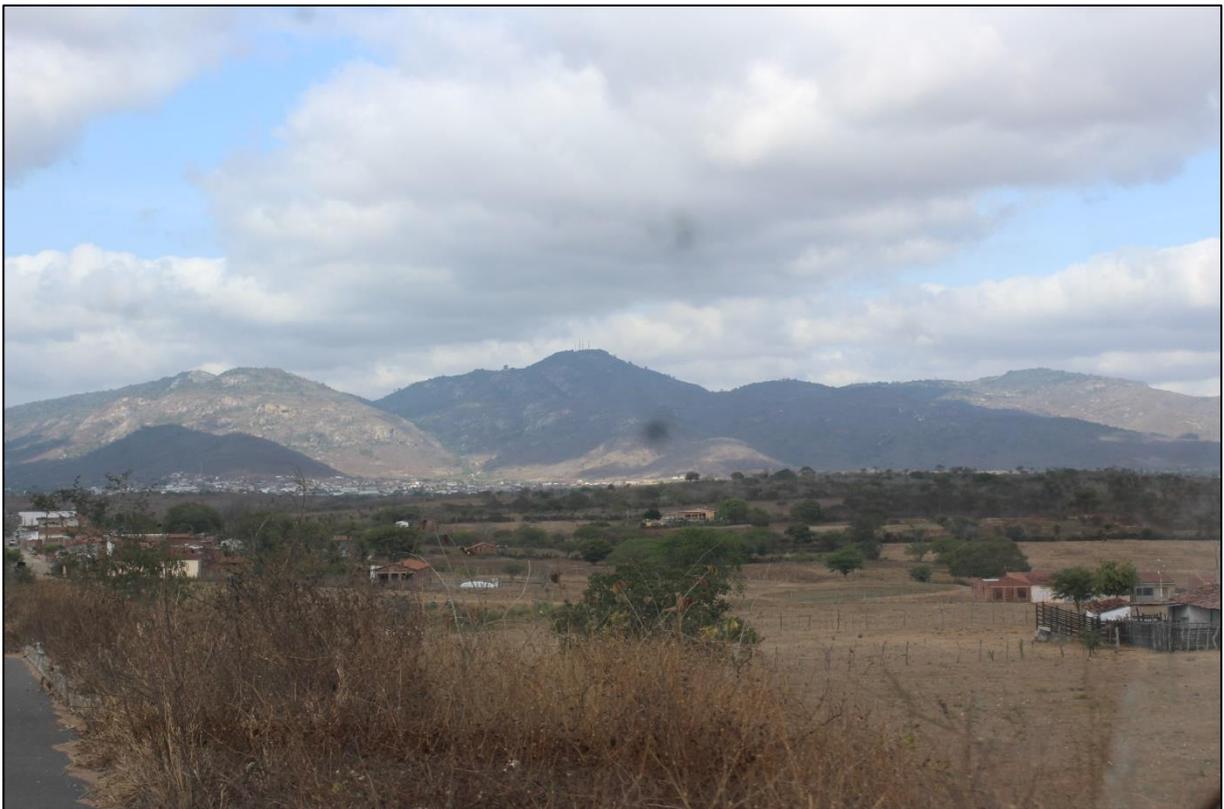
São caracterizados por terem uma topografia plana e suavemente inclinada, áreas aplainadas, ou então superfícies de aplainamento dentro do Planalto da Borborema. Essa unidade foi resultado de processos de pediplanação durante condições climáticas semiáridas (Figura 22 e 23). A dissecação dos Pediplanos foi o resultado de condições climáticas úmidas alternando com condições semiáridas.

**Figura 22** – Panorâmica do pediplano a 400m. Ao fundo Brejo de Altitude do município



**Fonte:** Autora (2021).

**Figura 23** – Pediplano a 300m. De Fundo (Seta Vermelha) Brejo de Altitude pertencente à Taquaritinga do Norte



**Fonte:** Autora (2021).

#### 5.1.4.2 Modelados de Acumulação Estrutural

##### 5.1.4.2.1 *Encostas com cobertura*

Situam-se na transição entre as cimeiras elevadas e caracterizam-se por serem feições deposicionais inclinadas, associadas à coalescência de depósitos elúvio-colúviais. Em algumas partes, apresenta-se com vegetação arbustiva bastante densa (Figura 24).

**Figura 24** – Encosta com cobertura vegetal



**Fonte:** Autora (2020).

##### 5.1.4.2.2 *Encostas sem cobertura*

Na área, são unidades que circundam a superfície das cimeiras, apresentando forte ondulação em algumas partes, com ausência de sedimentos de encosta, muitas vezes com a presença de afloramentos rochosos, e são caracterizados por terem certa inclinação (Figura 25).

**Figura 25** – Encosta sem cobertura ao norte do Brejo de Altitude



**Fonte:** Autora (2020)

## 5.2 ANÁLISE MORFOESTRATIGRÁFICA DOS DEPÓSITOS DE ENCOSTA NO BREJO DE ALTITUDE DE TAQUARITINGA DO NORTE

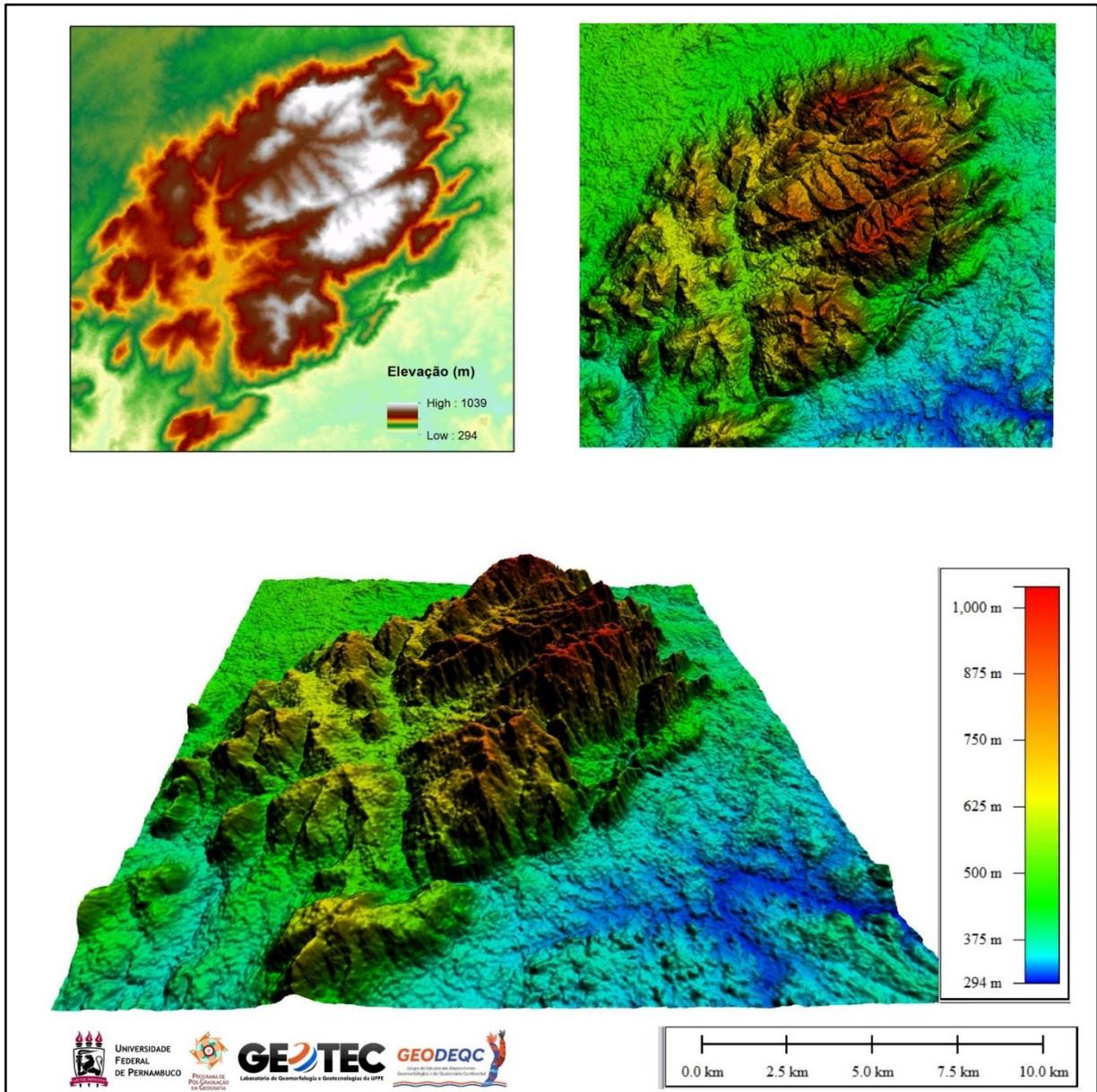
Compreender de forma sistemática o conjunto morfoescultural da paisagem, somado com sua deposição sedimentar, muitas vezes coluvial, faz-se necessário o uso da abordagem morfoestratigráfica na reconstrução de paleoambientes. Dessa forma, o uso da análise sedimentológica responde questões cruciais a respeito do ambiente hoje depositado, associado muitas vezes a regimes e *inputs* climáticos no passado.

No que afirma Ramos (2014), a diferenciação entre o tamanho e a seleção dos grãos, tal como a quantidade de material, sejam eles finos e/ou grossos, forma e textura, são elementos que, quando analisados de forma objetiva e em conjunto, permitem gerar um cenário a respeito dos processos ocorridos no ambiente durante a remobilização, transporte e a deposição do material até sua estabilização na paisagem recente.

Dando segmento a esta perspectiva, como as unidades deposicionais mantêm uma relação estreita com a presente morfologia superficial, torna-se necessária uma comparação entre a geometria do depósito e a forma superficial para a criação de um modelo adequado de evolução morfoestratigráfica da paisagem (CORRÊA, 2001). A área analisada está inserida no Brejo de Altitude do município em questão (Figura 26).

Os pontos de coleta ficaram restritos: 1º ponto à encosta dentro da área urbana e o 2º ponto em encosta no topo da cimeira, visto que nelas se localizavam os principais pontos de estocagem de sedimento na área de estudo. O trabalho contempla dois pontos de coleta e, para melhor visualização, seções verticais foram elaboradas, sendo denominadas: Depósito 1 - no Brejo de Taquaritinga do Norte - TQN 01 e Depósito 2 - no Brejo de Taquaritinga do Norte TQN 02.

**Figura 26** – Modelagem Tridimensional do Brejo de Altitude. Área de coleta e análise do estudo (Estrela Vermelha – TQN01 e Estrela Amarela TQN 02)



Fonte: Autora (2020)

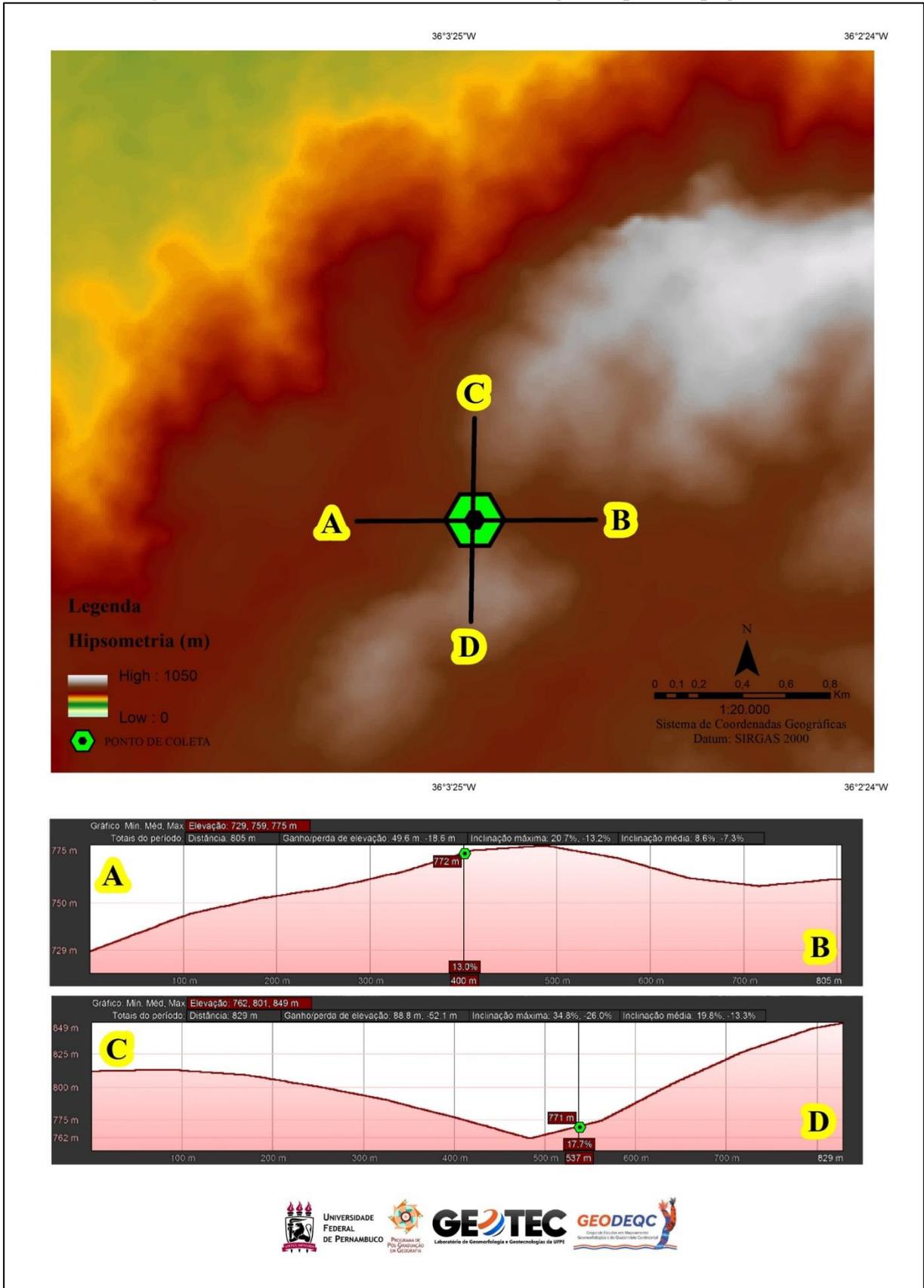
## 5.2.1 Análise espacial das seções verticais

### 5.2.1.1 Seção vertical TQN 01

O Primeiro ponto de coleta (Figura 27 e 28) está localizado em um depósito coluvial na área urbana do município de Taquaritinga do Norte. Encontra-se em um corte realizado para construção habitacional (Figura 29), próximo à principal rodovia do município e a cerca de 771 m de altitude. O perfil da base ao topo mede 1,60cm, resultando na coleta das seguintes amostras: TQN 50 e TQN 140 (Figuras 30, 31 e 32). As amostras foram coletadas a

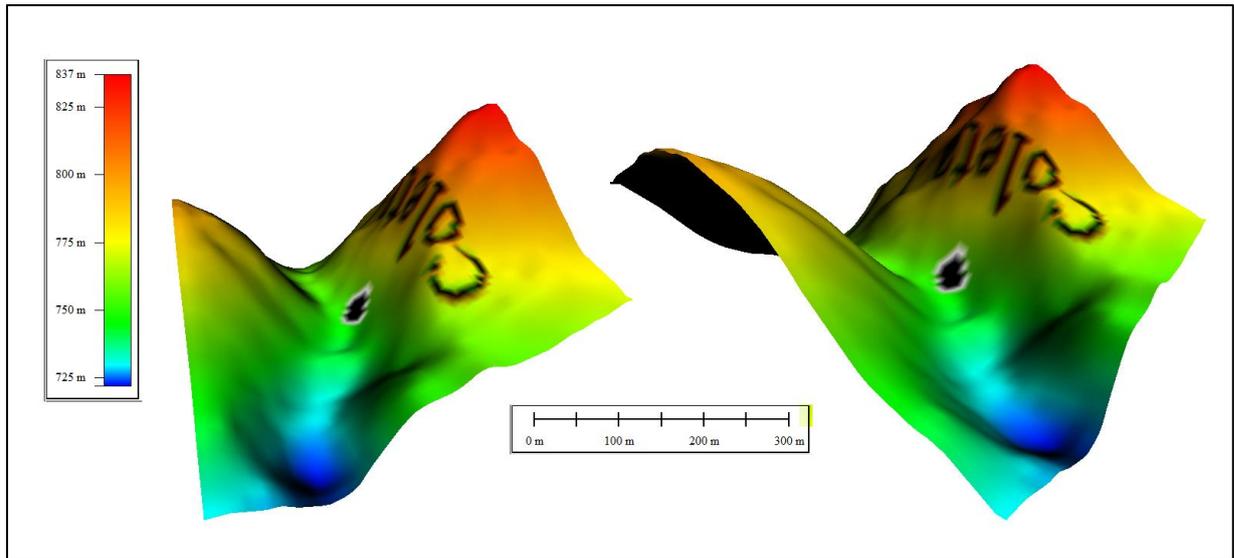
50 cm e 140 cm da base ao topo. Foram escolhidos esses intervalos, pois, durante a análise *in situ*, percebeu-se uma descontinuidade no pacote que possivelmente poderia estar ligado a eventos climáticos e/ou movimentos de deposição diferentes.

**Figura 27** – Ponto de coleta TQN01 e extração de perfil topográfico



Fonte: Autora (2020).

**Figura 28** – Bloco diagrama em 3D da área de coleta TQN01



**Fonte:** Autora (2020).

**Figura 29** – Área de coleta TQN01 no início da área urbana.



**Fonte:** Autora (2020).

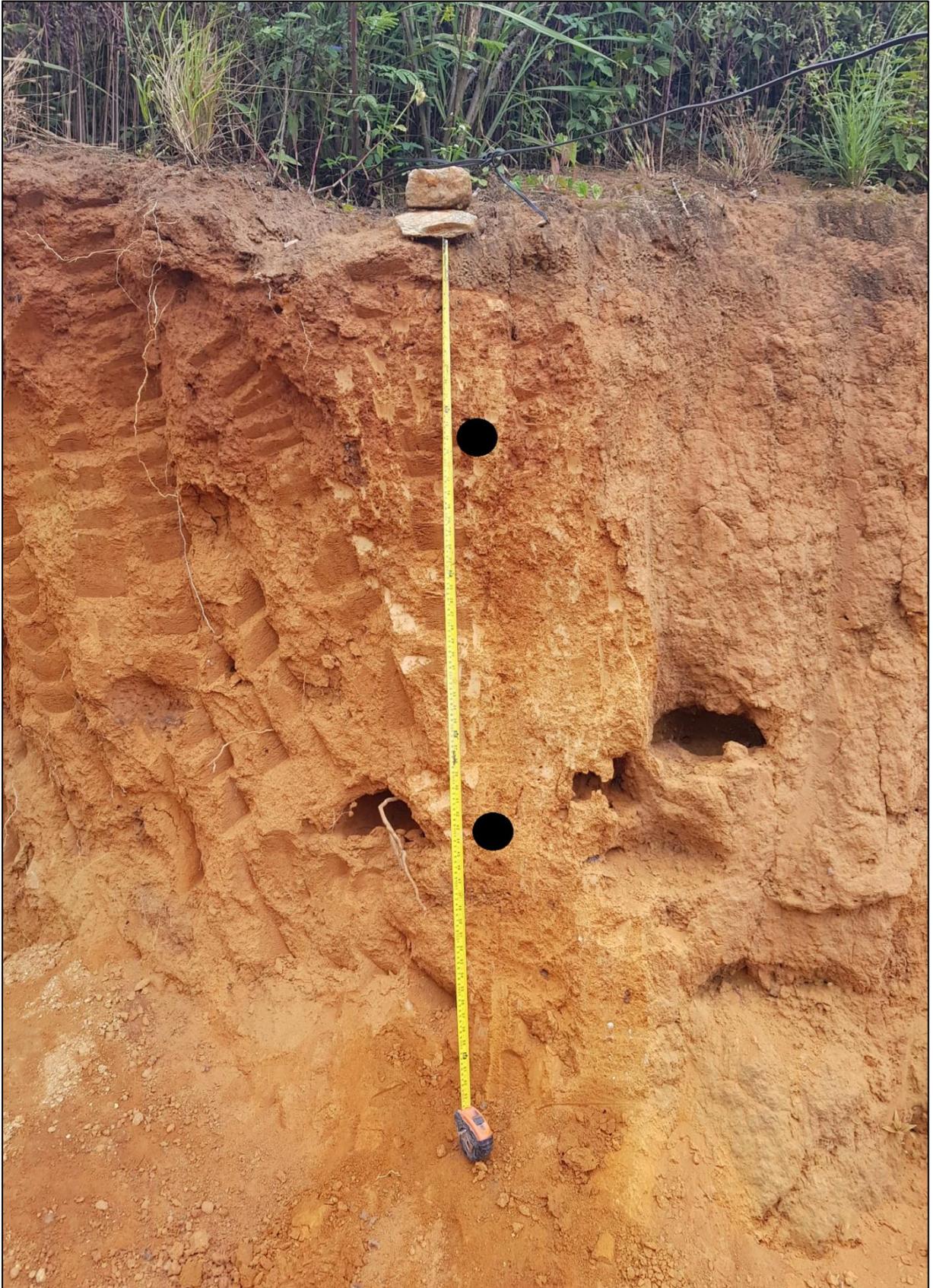
**Figura 30** – Ponto de coleta da seção TQN01



**Fonte:** Autora (2020).

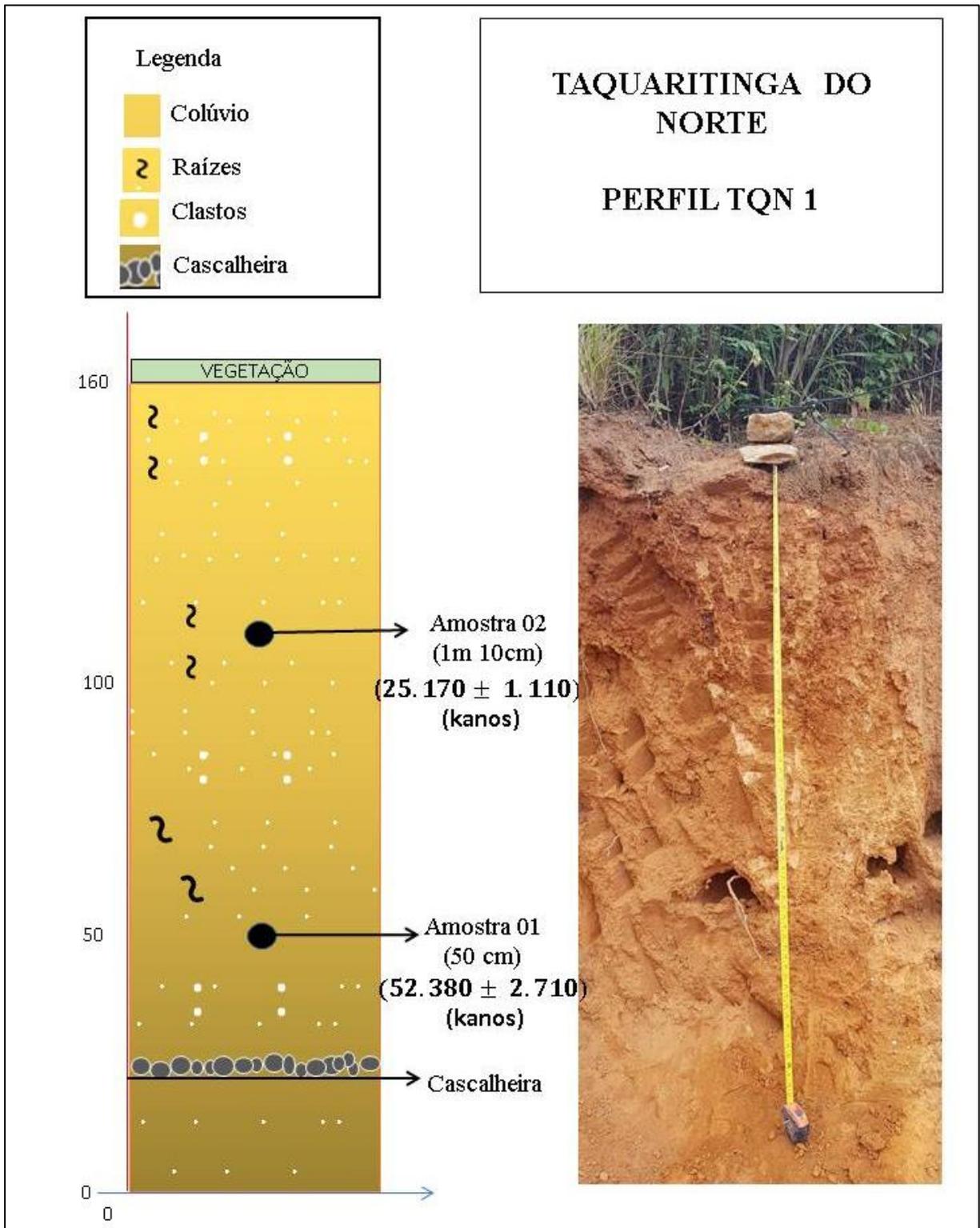
De modo geral, o material coletado *in loco* (Figuras 30, 31 e 32) foi analisado como argilosa-arenosa com presença de clastos flutuante na sua matriz. Também foi possível identificar uma descontinuidade dentro desse pacote, a cerca de 25 cm da base (Figuras 33 e 34). Observa-se que todo material coluvial encontrava-se depositado acima do embasamento cristalino.

**Figura 31** – Medição do depósito de colúvio com marcação de ponto de coleta



**Fonte:** Autora (2020).

**Figura 32** – Análise do perfil TQN 01



Fonte: Autora (2021).

**Figura 33** – Extração dos canos para datação em LOE do quartzo



Fonte: Autora (2020).

**Figura 34** – Presença de descontinuidade no perfil analisado



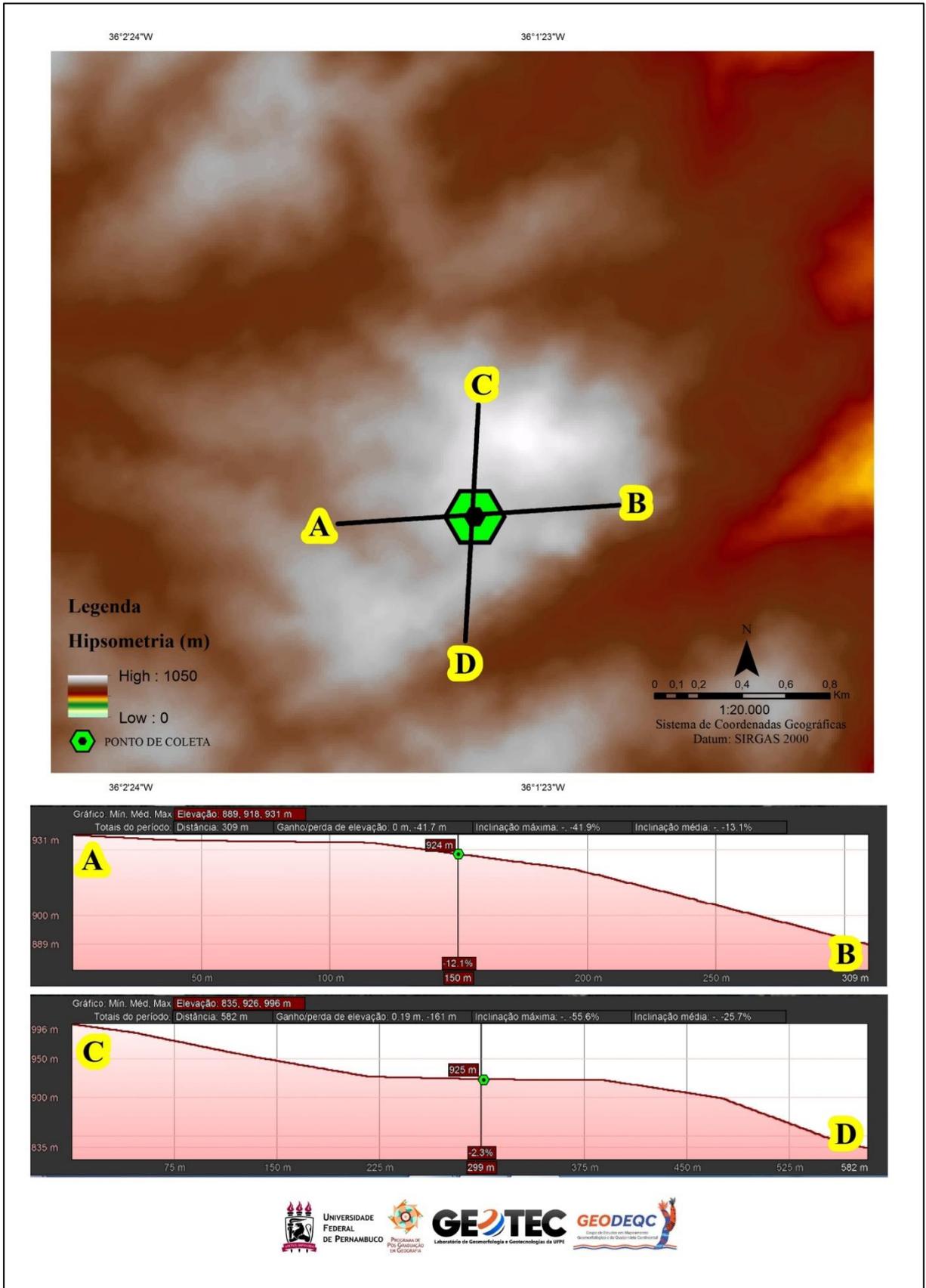
Fonte: Autora (2020).

#### 5.2.1.2 Seção vertical TQN 02

O segundo ponto de coleta localiza-se próximo ao topo da cimeira do município (Figura 35), a cerca de 927m. O acesso é livre, direção de quem vai visitar o pulo de asa delta na rampa do Pepê. O perfil se apresentava bem compactado (Figura 36 e 37), de caráter homogêneo e com medição total de 1,50cm.

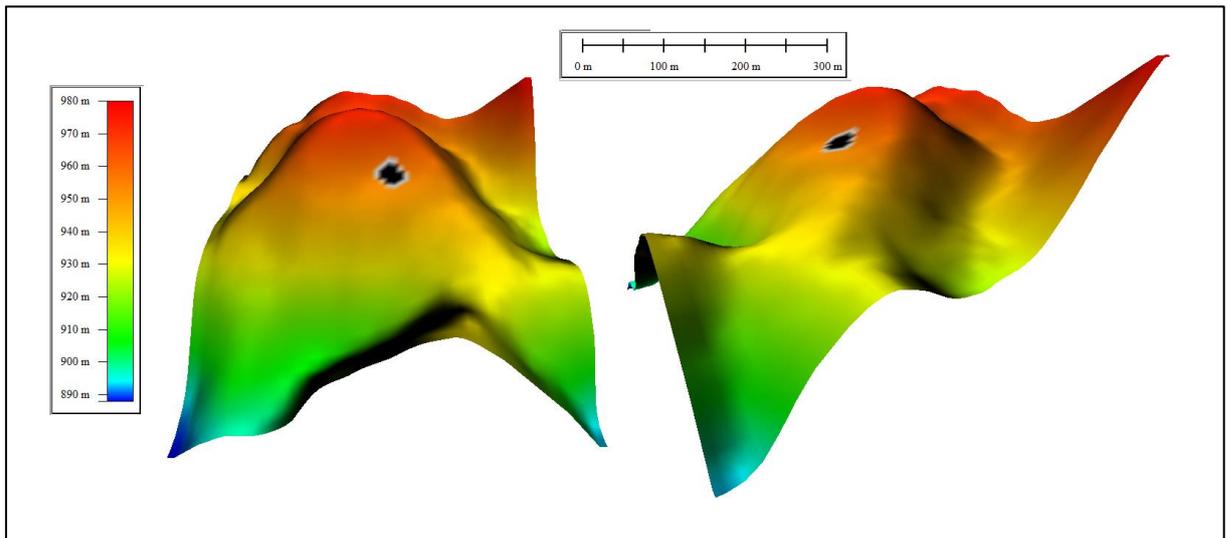
Após medição do perfil (Figura 38), coletou-se a 40cm da base. Através da observação no campo, o material é homogêneo, e, no geral, sua composição é argilosa (Figura 39). Não foi possível observar *in loco* uma descontinuidade dentro do perfil. Devido à alta compactação de material, foi difícil realizar a coleta para dados de datação e amostras indeformadas para estudo micromorfológico, resultando na coleta de apenas 1 amostra: TQN 040 (Figura 40).

Figura 35 – Ponto de coleta TQN02 e perfil topográfico



Fonte: Autora (2020).

**Figura 36** – Bloco diagrama em 3D da área de coleta TQN02



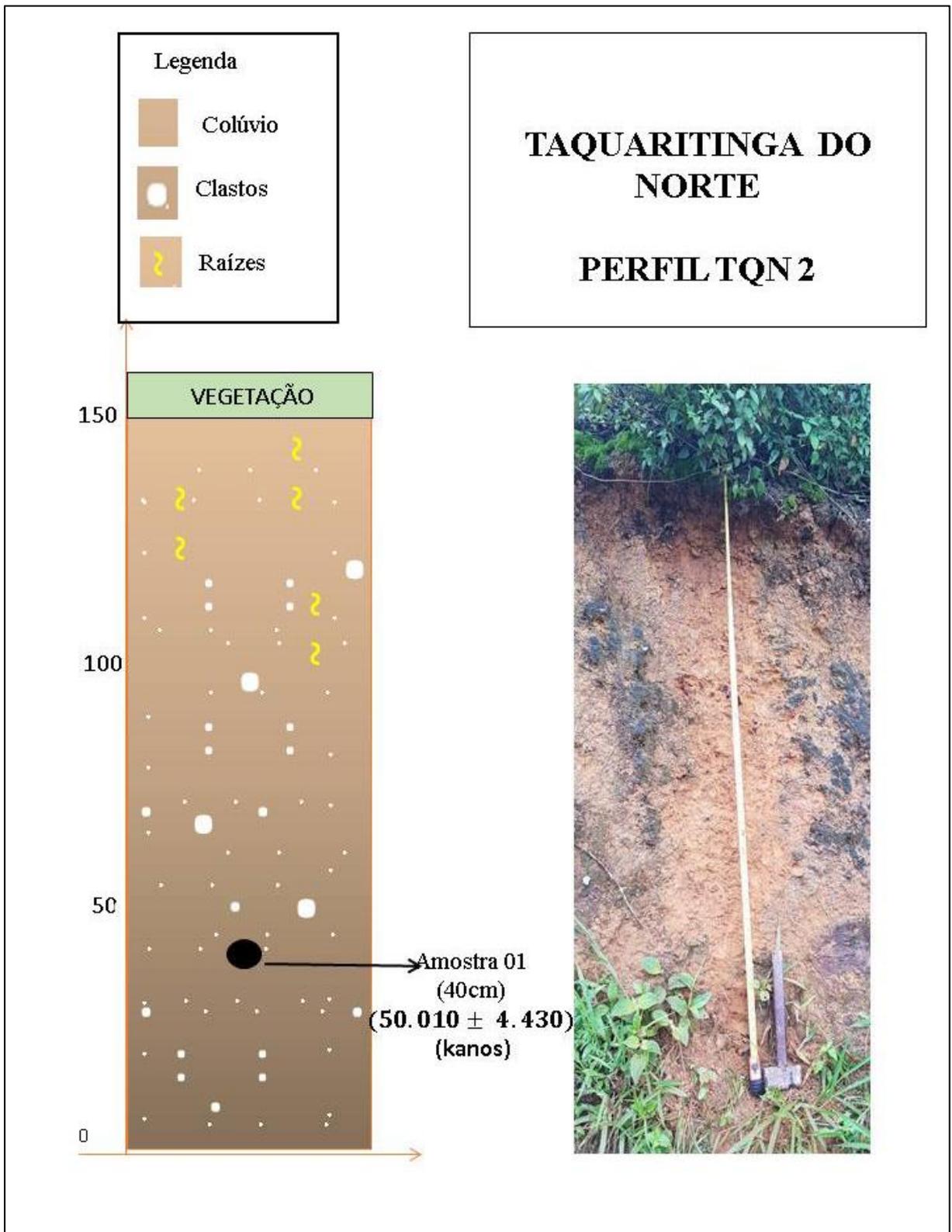
**Fonte:** Autora (2020).

**Figura 37** – Área de coleta TQN02 no topo da cimeira no município de Taquaritinga do Norte



**Fonte:** Autora (2020).

**Figura 38** – Análise do perfil TQN 02



Fonte: Autora (2020).

**Figura 39** – Análise do perfil TQN02 e coleta de sedimentos



**Fonte:** Autora (2020).

**Figura 40** – Medição do perfil coluvionar TQN02 na cimeira



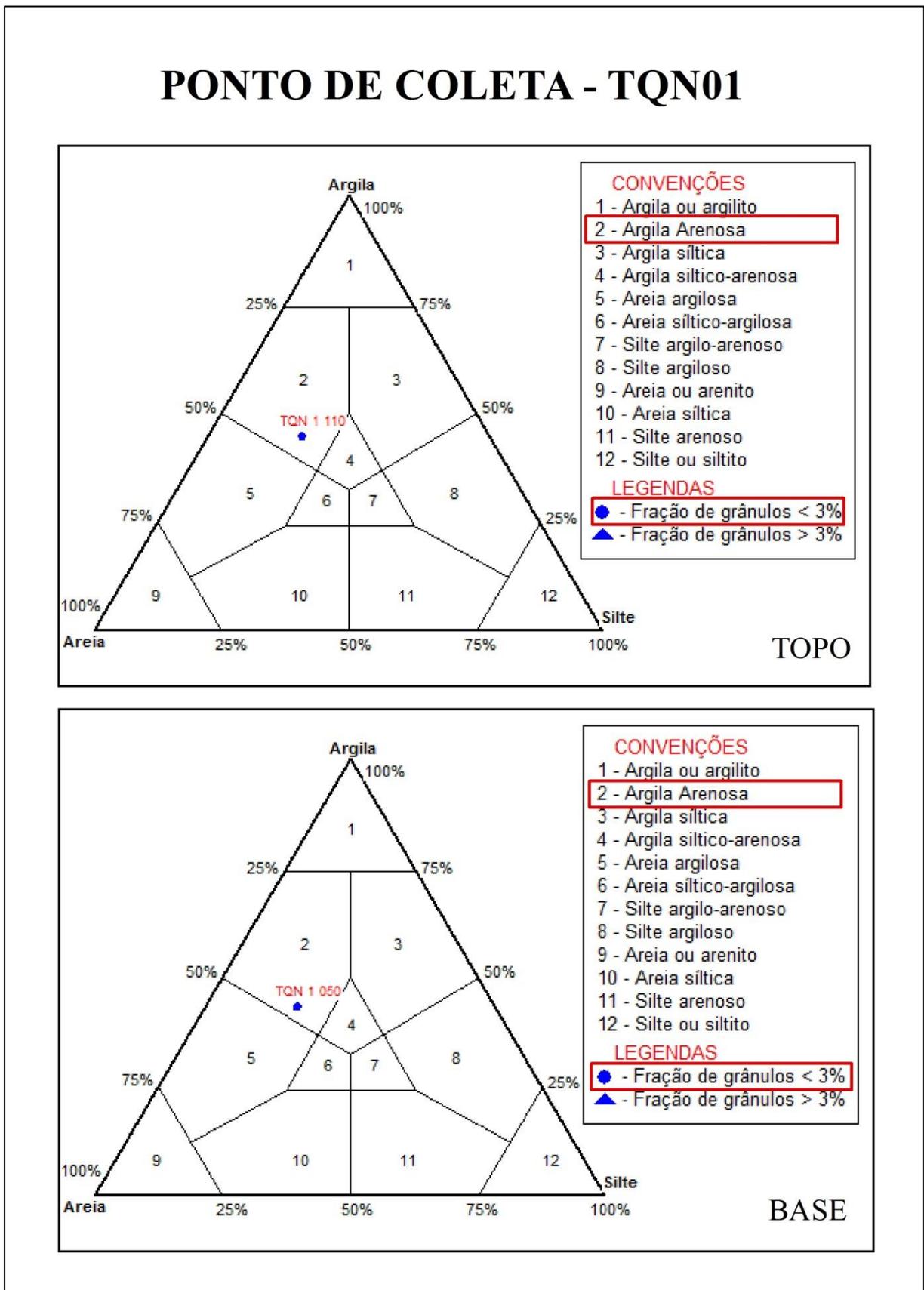
**Fonte:** Autora (2020).

### **5.2.2 Análise sedimentológica dos depósitos sedimentares**

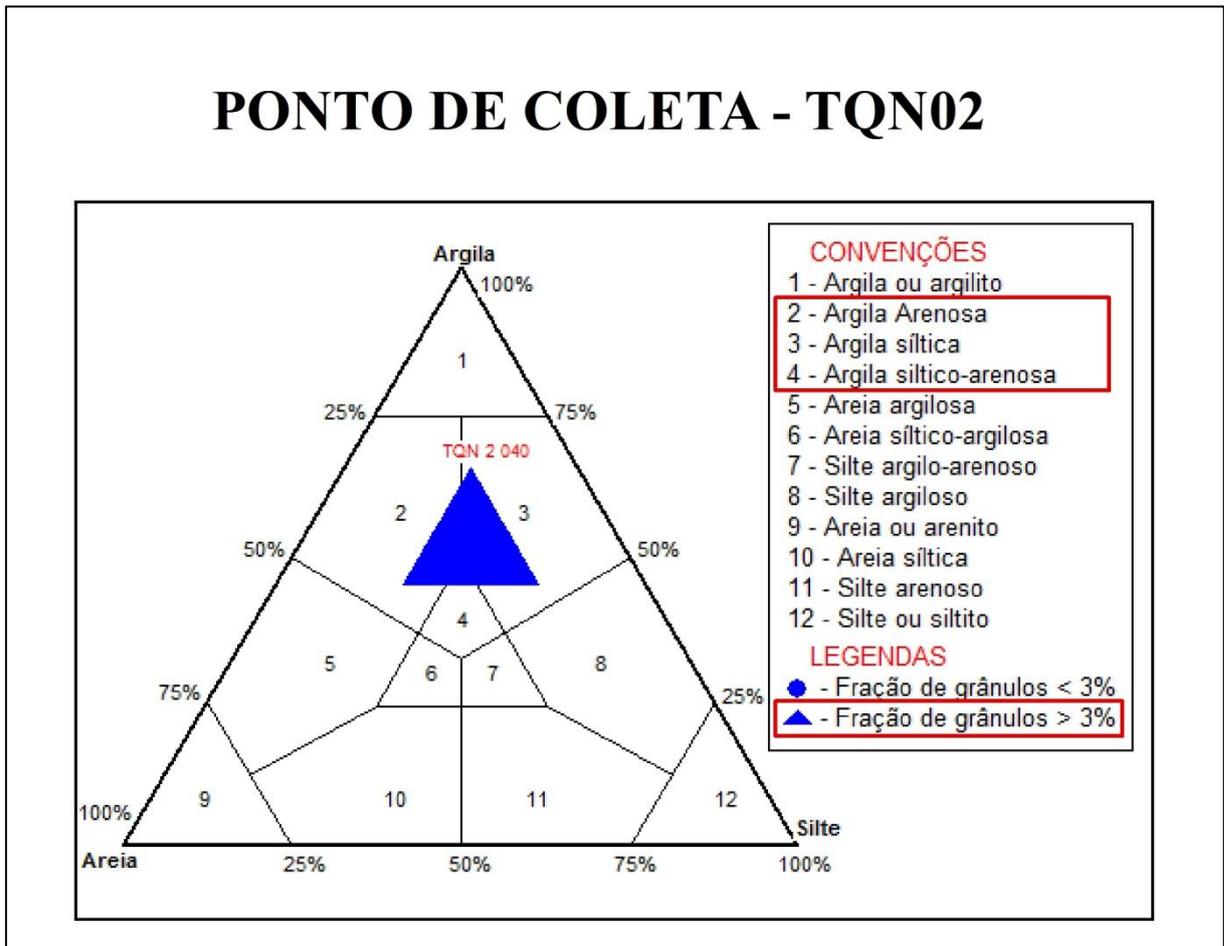
Para caracterizar as unidades deposicionais, foram executadas as análises sedimentológicas das amostras com o intuito de definir a granulometria, morfoscopia e os parâmetros estatísticos. Baseado em Folk e Ward (1957) foram calculados os valores de curtose, seleção e assimetria.

Com base na granulometria (Figuras 45 e 46), os resultados obtidos para os depósitos analisados mostram que as classes modais para a matriz dos sedimentos demonstraram tanto o processo quanto a maturidade dos sedimentos (Tabela 04), no qual a predominância de classes modais ficou entre areia argilosa e argila siltico-arenosa, exibindo o retrabalhamento do material nas encostas (Figuras 41 e 42). De acordo com o diagrama Folk e Ward (1957), no ponto 01, as frações granulométricas apresentam um predomínio de areia argilosa da base ao topo. Já no ponto 02 de coleta, a granulometria varia de argila arenosa à argila siltico-arenosa (Figuras 47 e 48).

**Figura 41** – Diagrama triangular segundo Folk e Ward para os sedimentos TQN01



Fonte: Autora (2020).

**Figura 42** – Diagrama triangular segundo Folk e Ward para os sedimentos TQN02

Fonte: Autora (2020).

**Tabela 4** – Resulta dos estatísticos conforme Folk Ward (1957) para os dois pontos analisados

	<b>Média</b>	<b>Classificação</b>	<b>Mediana</b>
<i>TQN01 - BASE</i>	5,924	Argila Arenosa	7,586
<i>TQN01 - TOPO</i>	5,98	Argila Arenoa	7,661
<i>TQN02 - BASE</i>	5,067	Argila Arenosa – Argila Siltico-arenosa	7,749

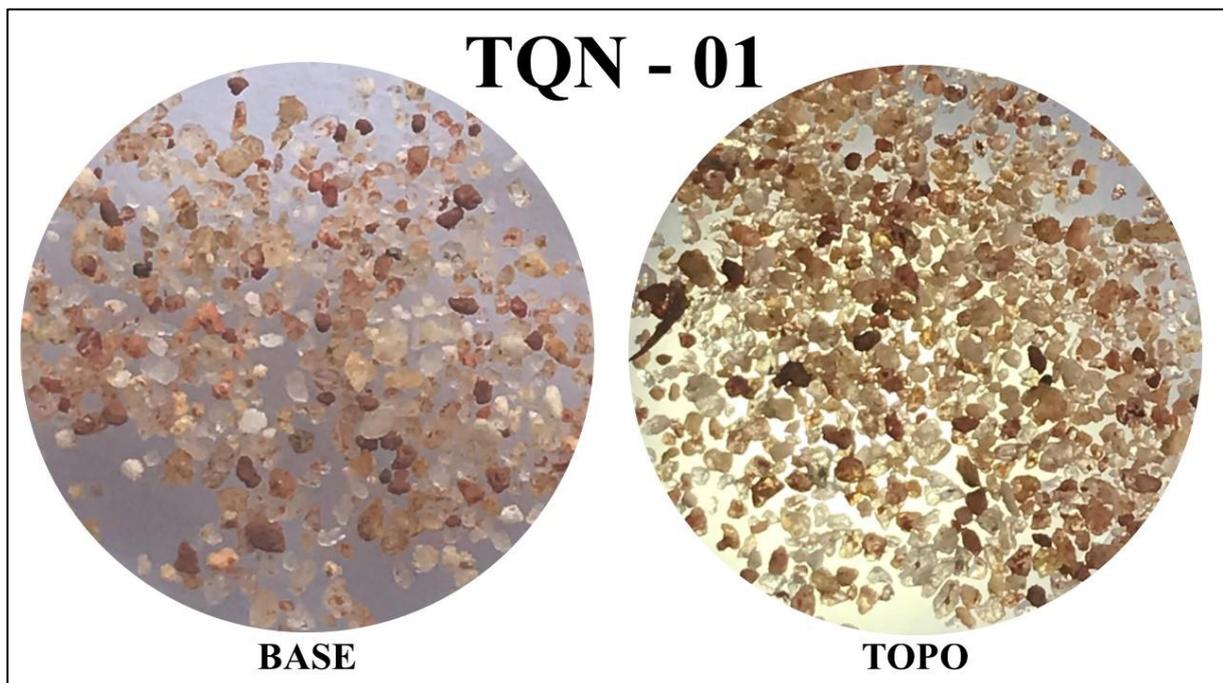
Fonte: Autora (2020).

A análise morfoscópica das amostras apresenta uma distribuição bastante heterogênea quanto à forma dos grãos. Quanto à esfericidade, as classes que predominaram são esférica, sub-discoidal e sub-prismoidal (Figuras 43 e 44). Os graus de arredondamento variaram de angular, sub-angular a sub-arredondado (Tabela 05). Essa análise contribui para caracterizar

e interpretar a natureza dos depósitos e os tipos de processos que atuaram no ambiente em que foram transportados e depositados. Diante das características predominantes dos sedimentos, obtidos na morfoscopia, atestam que o material foi pouco trabalhado em seu transporte, indicando um curto deslocamento e a proximidade da área fonte.

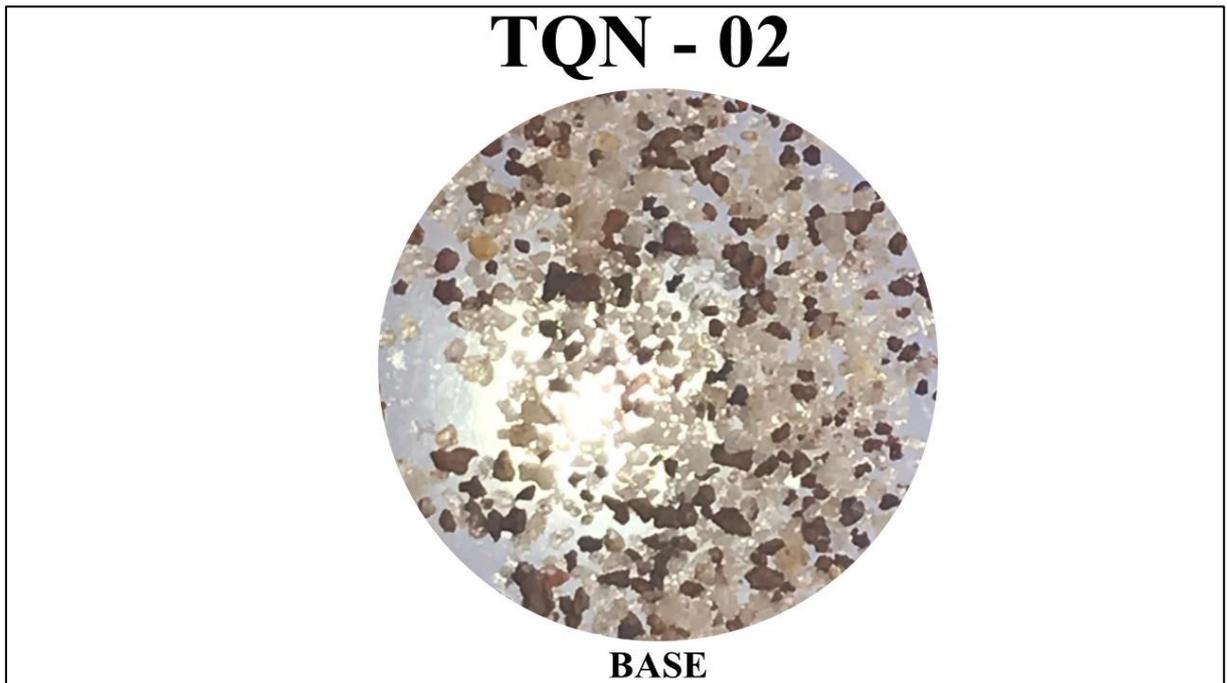
Em relação à mineralogia, os principais minerais destacados nas amostras são o quartzo, feldspato, plagioclásio, minerais opacos e zircão, esses minerais se encontram em vários estágios de alteração, indicando que foram pouco retrabalhados devido ao seu curto transporte (Figuras 43 e 44).

**Figura 43** – Morfoscopia dos sedimentos do ponto TQN01



**Fonte:** Autora (2020).

**Figura 44** – Morfoscopia dos sedimentos do ponto TQN02



**Fonte:** Autora (2020).

**Tabela 5** – Análise morfooscópica da fração 0,25 mm do ponto TQN01 e TQN02

	AMOSTRA	AMOSTRA	AMOSTRA
PROPRIEDADE	TQN01 - BASE	TQN01 - TOPO	TQN02 - BASE
<b>DISTRIBUIÇÃO POR TAMANHO</b>	Heterogêneo	Heterogêneo	Heterogêneo
<b>AGREGAÇÃO</b>	Pouca Agregação	Pouca Agregação	Pouca Agregação
<b>ESFERICIDADE</b>	Prismoidal – 5% Sub-Prismoidal – 18% Esférico – 45% Sub- Discoidal – 26% Discoidal – 6%	Prismoidal – 7% Sub-Prismoidal – 20% Esférico – 40% Sub- Discoidal – 28% Discoidal – 5%	Prismoidal – 6% Sub-Prismoidal – 20% Esférico – 40% Sub-Discoidal – 30% Discoidal – 3%
<b>ARREDONDAMENTO</b>	Muito Angular – 9% Angular – 40% Sub-Angular – 17% Sub-Arredondado – 19% Arredondado – 10% Bem Arredondado – 5%	Muito Angular – 18% Angular – 40% Sub-Angular – 14% Sub-Arredondado – 11% Arredondado – 16% Bem Arredondado – 1%	Muito Angular – 7% Angular – 37% Sub-Angular – 20% Sub-Arredondado – 29% Arredondado – 7% Bem Arredondado – 0%
<b>TEXTURA SUPERFICIAL</b>	Brilhante – 49% Polida – 29% Fosca – 22%	Brilhante – 40% Polida – 39% Fosca – 21%	Brilhante – 60% Polida – 20% Fosca – 20%
<b>OPACIDADE</b>	Transparente – 50% Opaco – 29% Translúcido – 21%	Transparente – 35% Opaco – 25% Translúcido – 40%	Transparente – 45% Opaco – 40% Translúcido – 15%
<b>MINERAIS DIVERSOS</b>	Quartzo, Plagioclásio, Argila, Mineral opaco.	Quartzo, Feldspato potássico, Zircão, Argila	Quartzo, Feldspato e mineral opaco.

**Fonte:** Autora (2020).

Em conformidade aos parâmetros de Folk e Ward (1957), o resultado do grau de seleção dos sedimentos, para todas as amostras dos perfis, variou entre 3,088 a 4,071, classificando como muito pobremente selecionadas a extremamente mal selecionado, que

anteriormente fora analisado a partir dos dados da granulometria, que indica uma grande variação no intervalo de tamanho dos grãos (Tabela 6).

**Tabela 6** – Parâmetros estatísticos das unidades deposicionais dos pontos TQN01 e TQN02

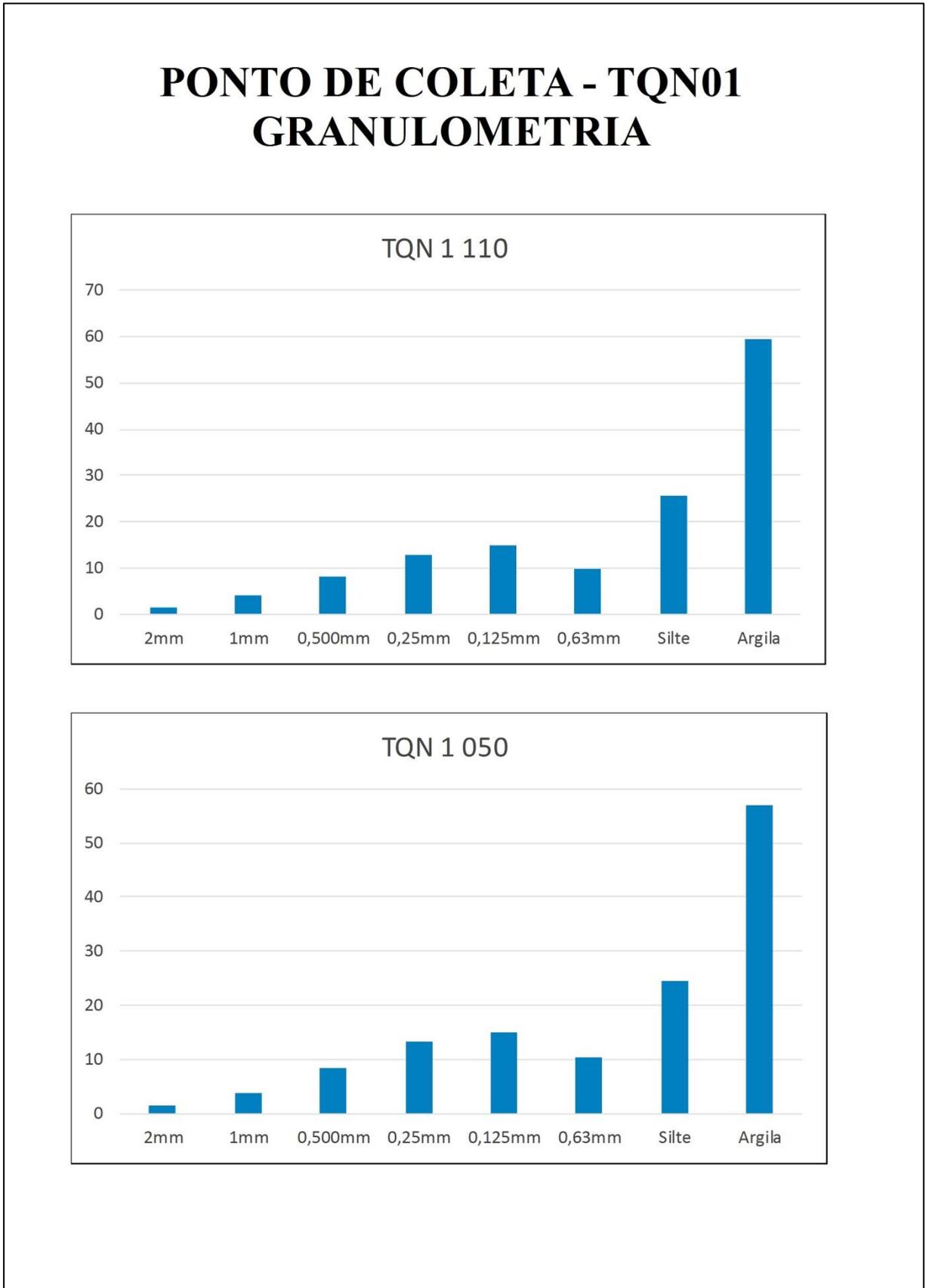
AMOSTRAS	SELEÇÃO	ASSIMETRIA	CURTOSE
TQN01 - BASE	3,088 - Muito pobremente selecionado	-0,7046 – Muito negativa	0,597 - Muito platicúrtica
TQN01 - TOPO	3,068 - Muito pobremente selecionado	-0,7204 - Muito negativa	0,6045 - Muito platicúrtica
TQN02 - BASE	4,071 – Extremamente mal selecionado	-0,8017 – Muito negativa	0,6051 - Muito platicúrtica

**Fonte:** Autora (2020).

No caso da assimetria, os valores podem ser definidos como positivos (unidirecional) relacionados com as fácies areno-argilosa, ou negativos (bidirecional), direcionado as fácies argiloarenosas e argilo-sílticas. Esse parâmetro possibilita entender a natureza do fluxo do transportador dos sedimentos. Desta maneira, assimetria para todas as amostras foi classificada como muito negativa, variando entre -0,70 a -0,80, esse resultado demonstra que a maioria dos sedimentos finos desses depósitos foram carregados pelo escoamento (Figuras 47 e 48).

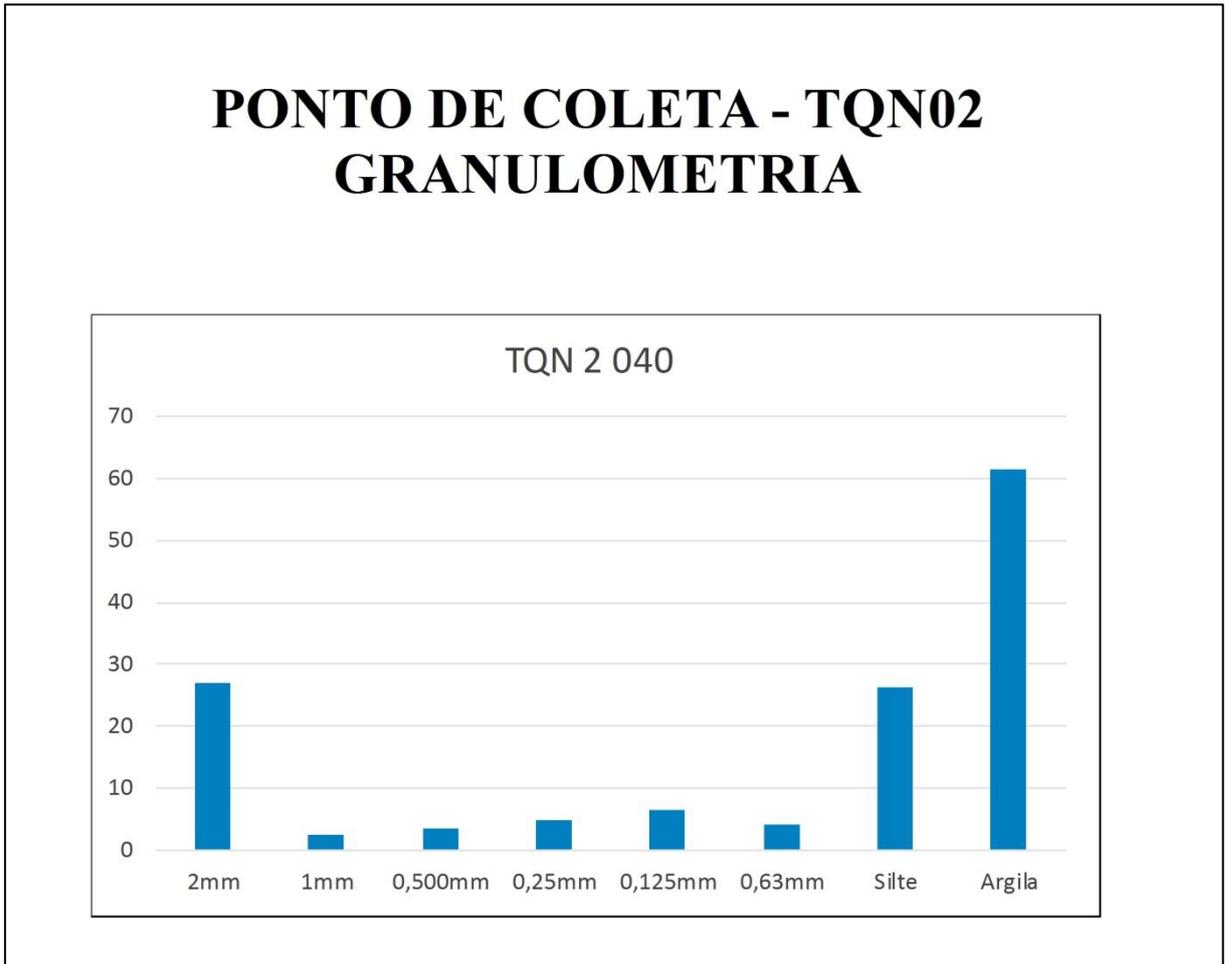
A curtose gráfica consiste no grau de achatamento da distribuição granulométrica em relação a uma curva representativa de uma distribuição normal. A curva de distribuição da curtose é classificada como: platicúrtica (achatada), mesocúrtica (normal) ou leptocúrtica (alongada). Em relação à curtose das amostras dos perfis, todas foram classificadas de muito platicúrtica, com curva de distribuição achatada, indicando curto processo de transporte.

As amostras também foram submetidas ao diagrama Pejrup (1988). Esse parâmetro avalia as condições hidrodinâmicas que atuaram no processo de deposição dos sedimentos. No que de respeito às amostras coletadas, o resultado apresentou uma hidrodinâmica moderada (Figuras 49 e 50).

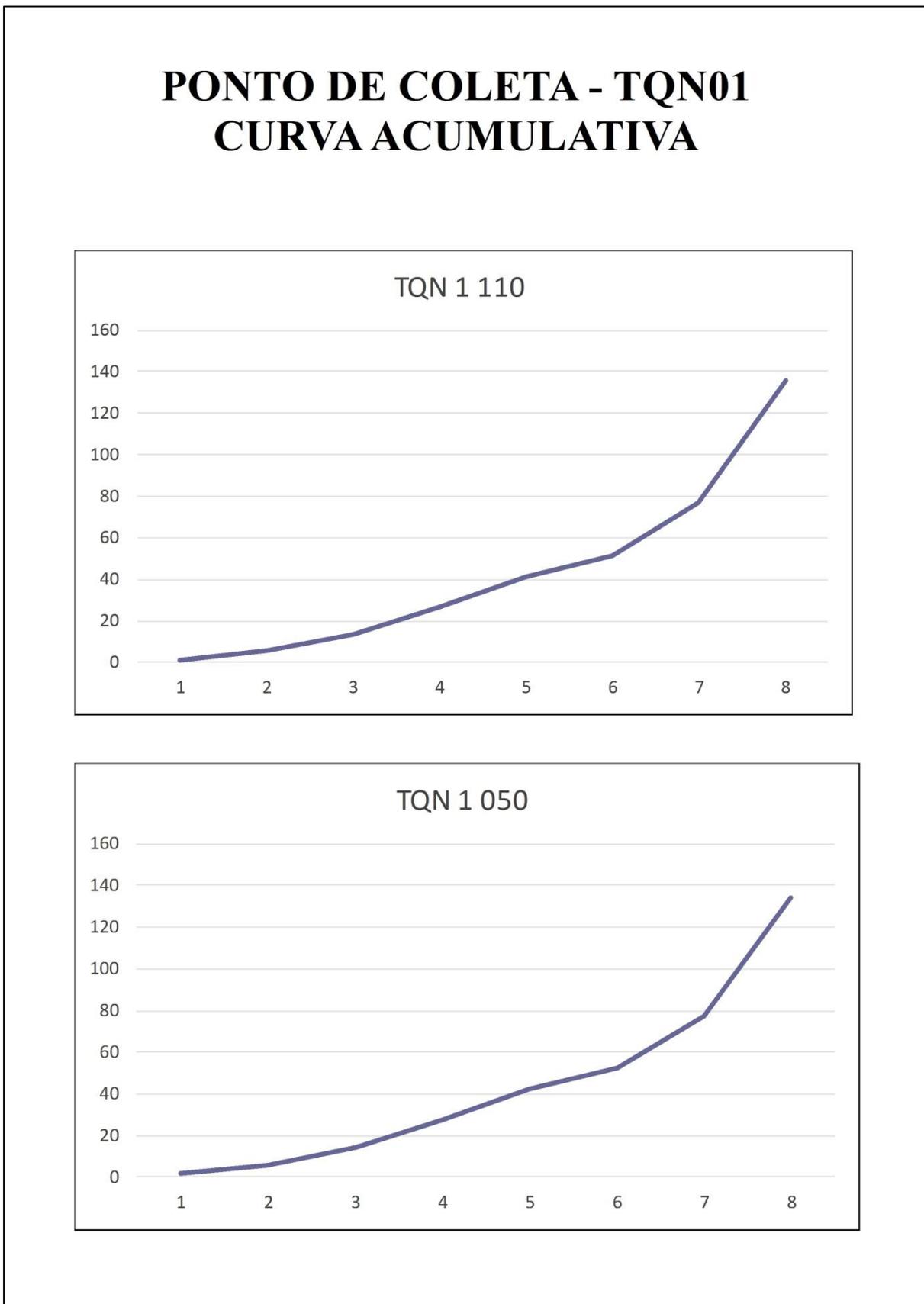
**Figura 45** – Distribuição granulométrica do ponto TQN01

Fonte: Autora (2020).

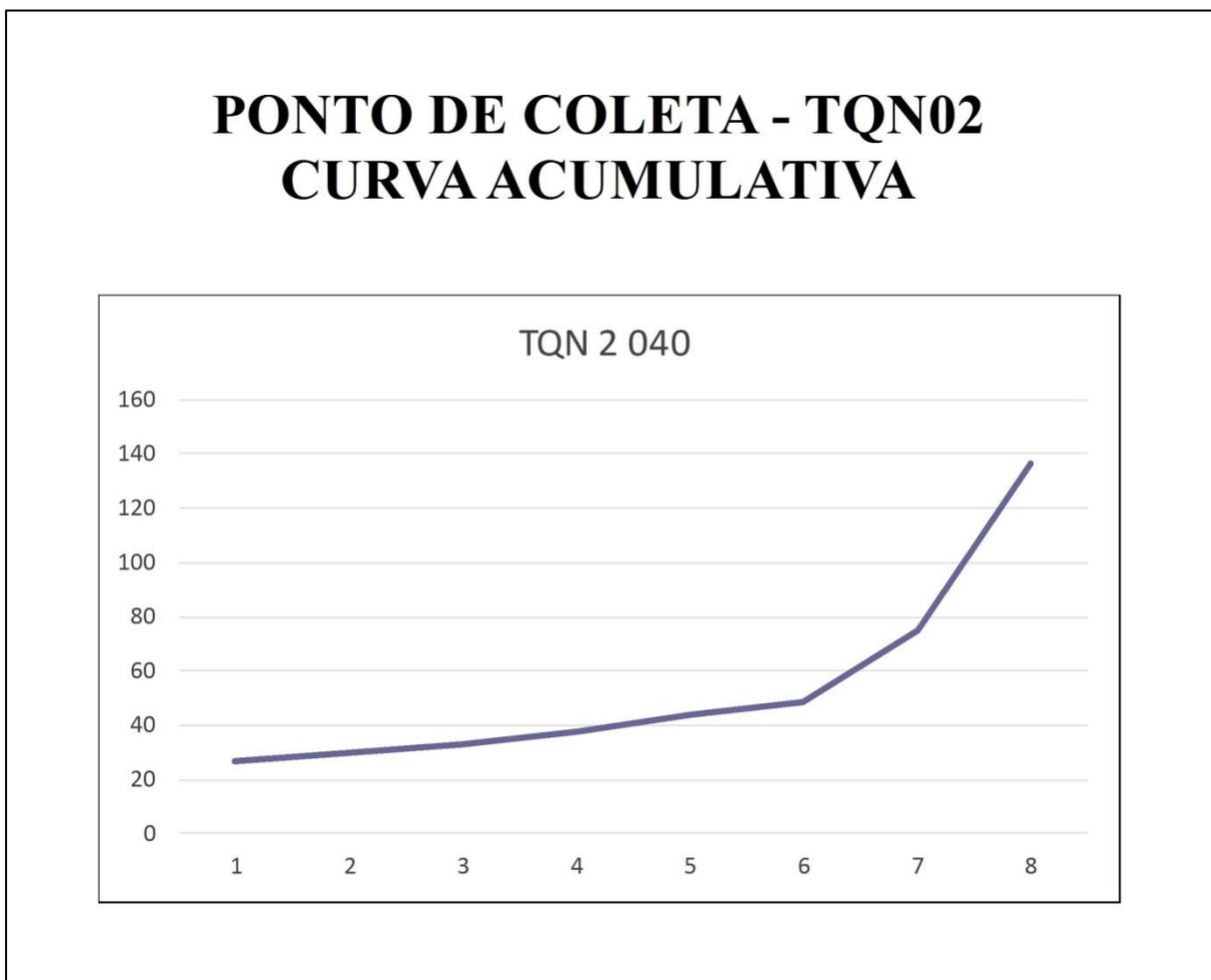
**Figura 46** – Distribuição granulométrica do ponto TQN02



**Fonte:** Autora (2020).

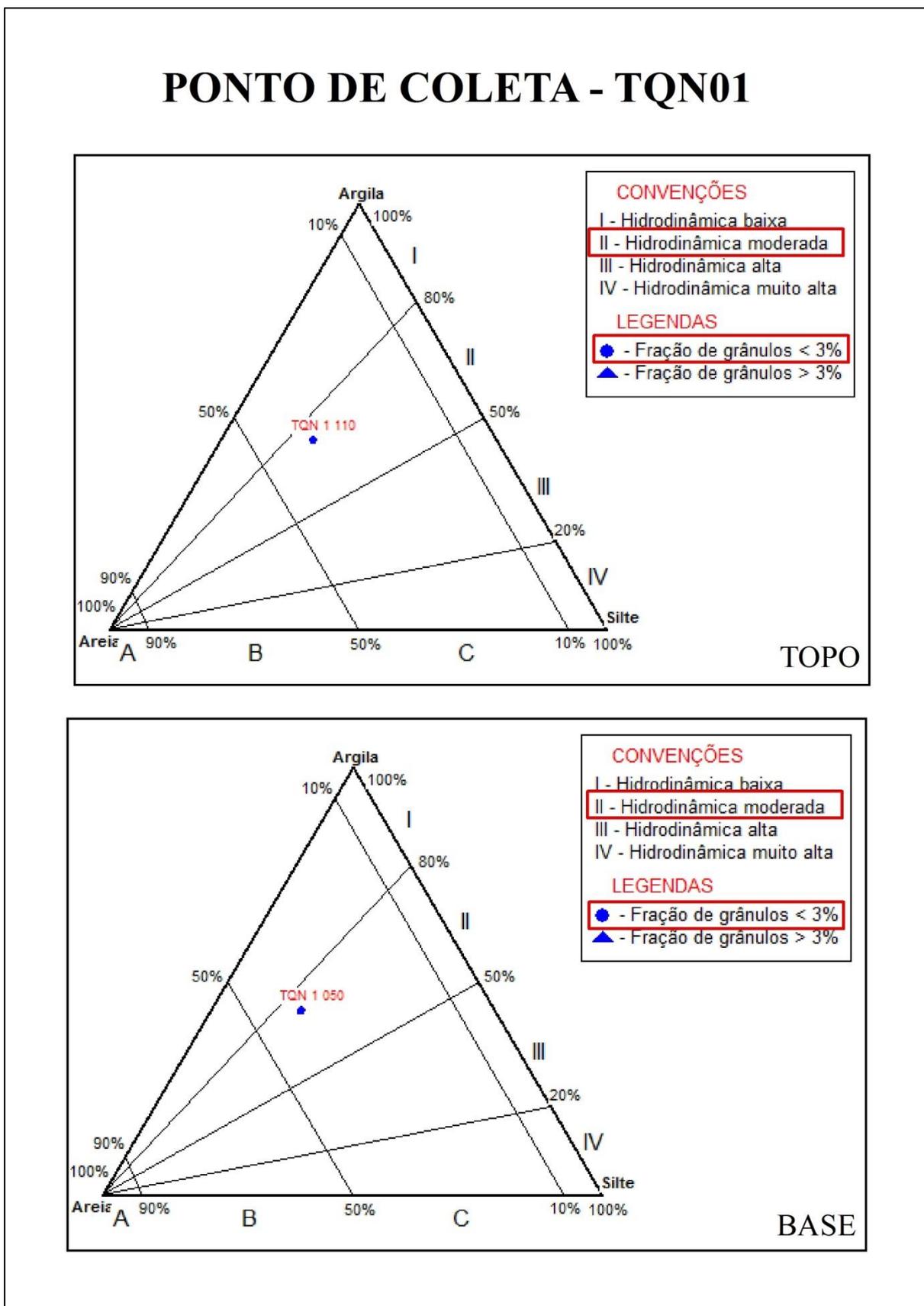
**Figura 47 -** Curvas cumulativas do Ponto TQN01

Fonte: Autora (2020).

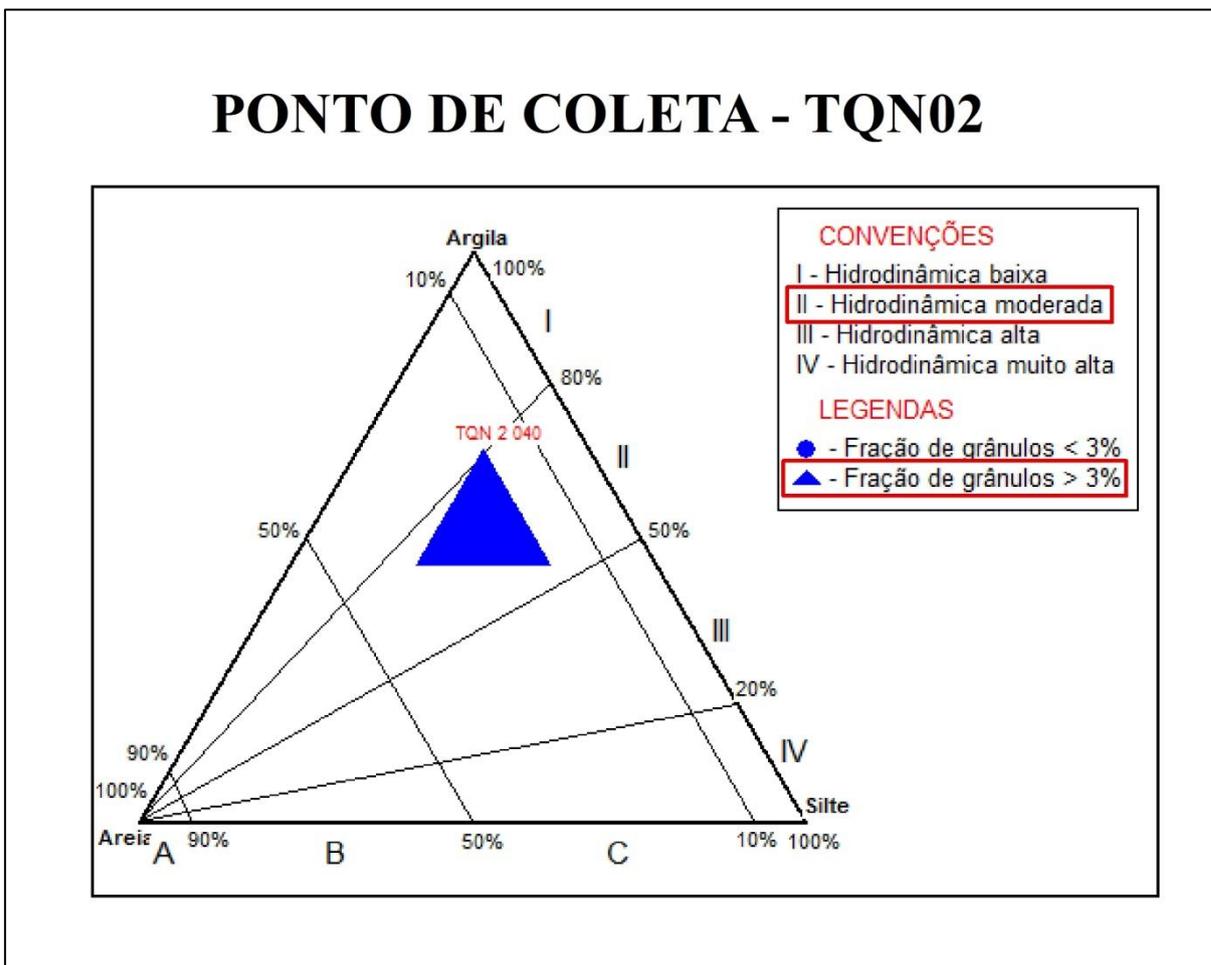
**Figura 48** – Curva cumulativa do Ponto TQN02

**Fonte:** Autora (2020).

**Figura 49** – Diagrama de Pejrup com balanço da hidrodinâmica da área



**Figura 50** – Diagrama de Pejrup com balanço da hidrodinâmica da área



Fonte: Autora (2020).

### 5.2.3 Micromorfologia de solos no depósito de colúvio

Através das lâminas de solos é possível compreender, caracterizar e diferenciar os sedimentos que estão interconectados à instabilidade geomórfica dentro do período do Quaternário. Conforme Arruda (2020), sabe-se que o plasma, caracterizado por materiais finos, possui estruturas associadas às frações argilosas finas, os óxidos de ferro e as matérias orgânicas. Já o esqueleto analisado é formado pelos materiais grosseiros e são constituídos por grãos de minerais primários com diferentes graus de alteração. Segundo o autor, as feições pedológicas são exclusivas por nódulos, hipocutans e argila iluviada. Já os saprolíticos e os grãos minerais primários alterados são apresentados como sendo feições alteromórficas e pseudomórficas.

#### 5.2.3.1 Descrição de lâmina micromorfológica – PONTO TQN 01 (50 cm – base)

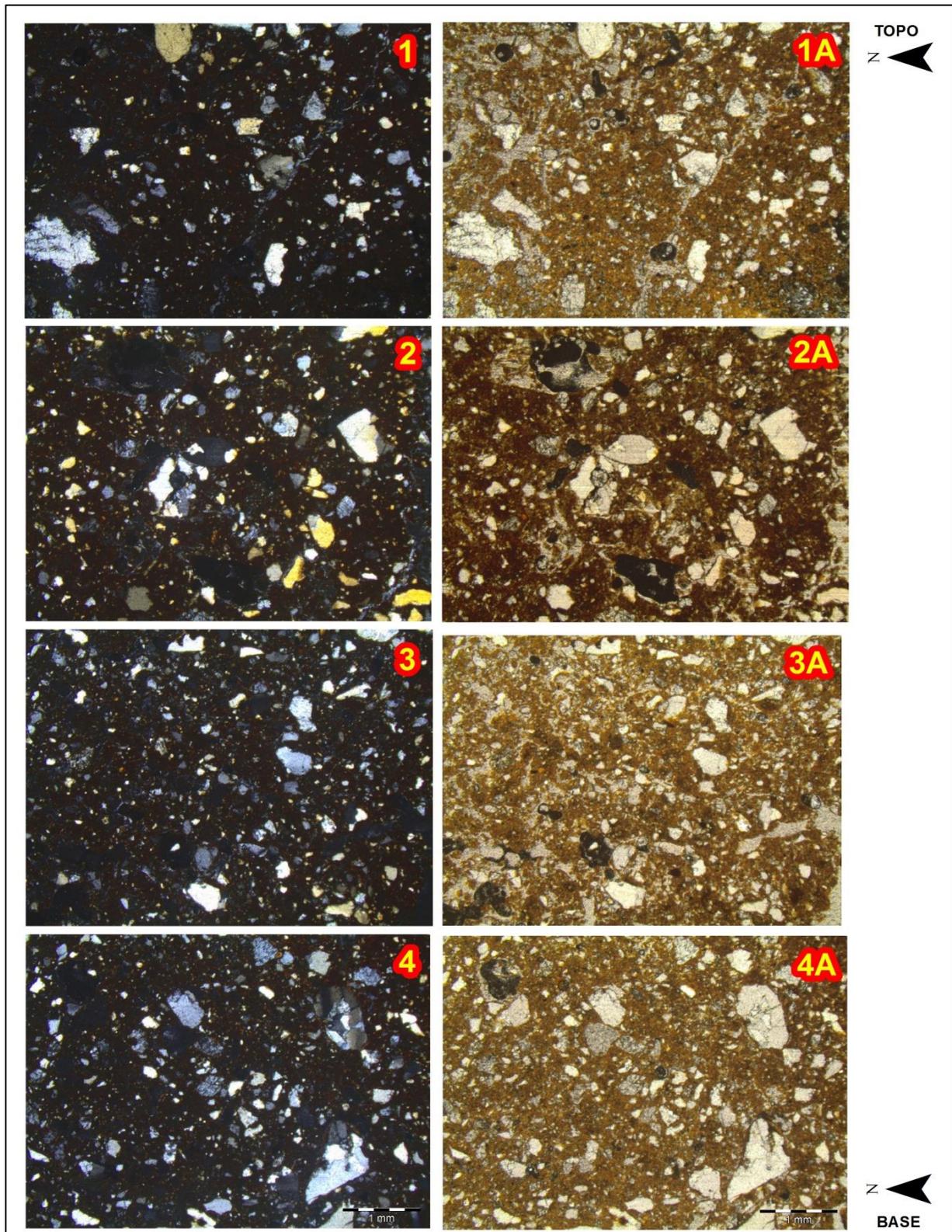
Essa amostra é formada por quartzo, plagioclásio, argila e por alguns minerais opacos (Figura 51). Os cristais de quartzo ocorrem anédricos, variando de submilimétricos a milimétricos, a maioria bastante angulosa, com alguns cristais arredondados. Recristalização (policristalinos), fraturamento e extinção ondulante são comuns para todos os tipos de grãos. Já os cristais de plagioclásio ocorrem anédricos, submilimétricos, levemente arredondados e fraturados. Apresentam geminação e, em alguns cristais, inclusões de grãos de quartzo. Nessa matriz coletada, os argilominerais ocorrem como matriz da rocha, de coloração alaranjada e pleocróica. Os cristais de opacos ocorrem dispersos na rocha, xenomórficos, submilimétricos, arredondados e às vezes com bordas avermelhadas (presença de alguns rutilos).

Na seção 1 e 1A da lâmina coletada, apresenta material grosso composto por grãos de quartzo angulosos a subangulosos pouco selecionados, com tamanho variando de 0,5 a 1mm. A distribuição na matriz é aleatória. A matriz é composta por argila fina de natureza caulínica de cor bruna, contendo pontuações bruno-vivas. Distribui-se de forma homogênea e densa, porém há zonas da lâmina (parte superior esquerda) que são reconhecidos microagregados. Os microagregados são mais desenvolvidos quando associados com a expressiva rede de porosidade biológica (canais) que isola esses microagregados argilosos muito pequenos.

Na seção 2 e 2A, apresenta-se grãos primários bem selecionados (tamanho 1 a 2mm), de angulosos a subarredondados, predominantemente quartzosos. A distribuição nessa parte também é aleatória. O material fino de natureza caulínica apresenta zonas mais

avermelhadas e opacas que se conectam em uma rede que se distribui por toda a lâmina. É visível zonas de cor bruna, similar à lâmina anterior, compõe a fase fina. Predomina a porosidade biológica, porém menos expressiva que na lâmina anterior. Já nas seções 3, 3A e 4, 4A, não se tem diferenças entre os arranjos e as informações contidas na lâmina como um todo. Percebe-se que, nessas duas seções, o material é um pouco menos poroso, mas a composição e distribuição dos grãos grossos e finos são similares.

**Figura 51** – Lâmina de coleta com dados micromorfológicos do ponto TQN01



Fonte: Autora (2020).

### 5.2.3.2 Descrição de lâmina micromorfológica – PONTO TQN 01 (110 cm – TOPO)

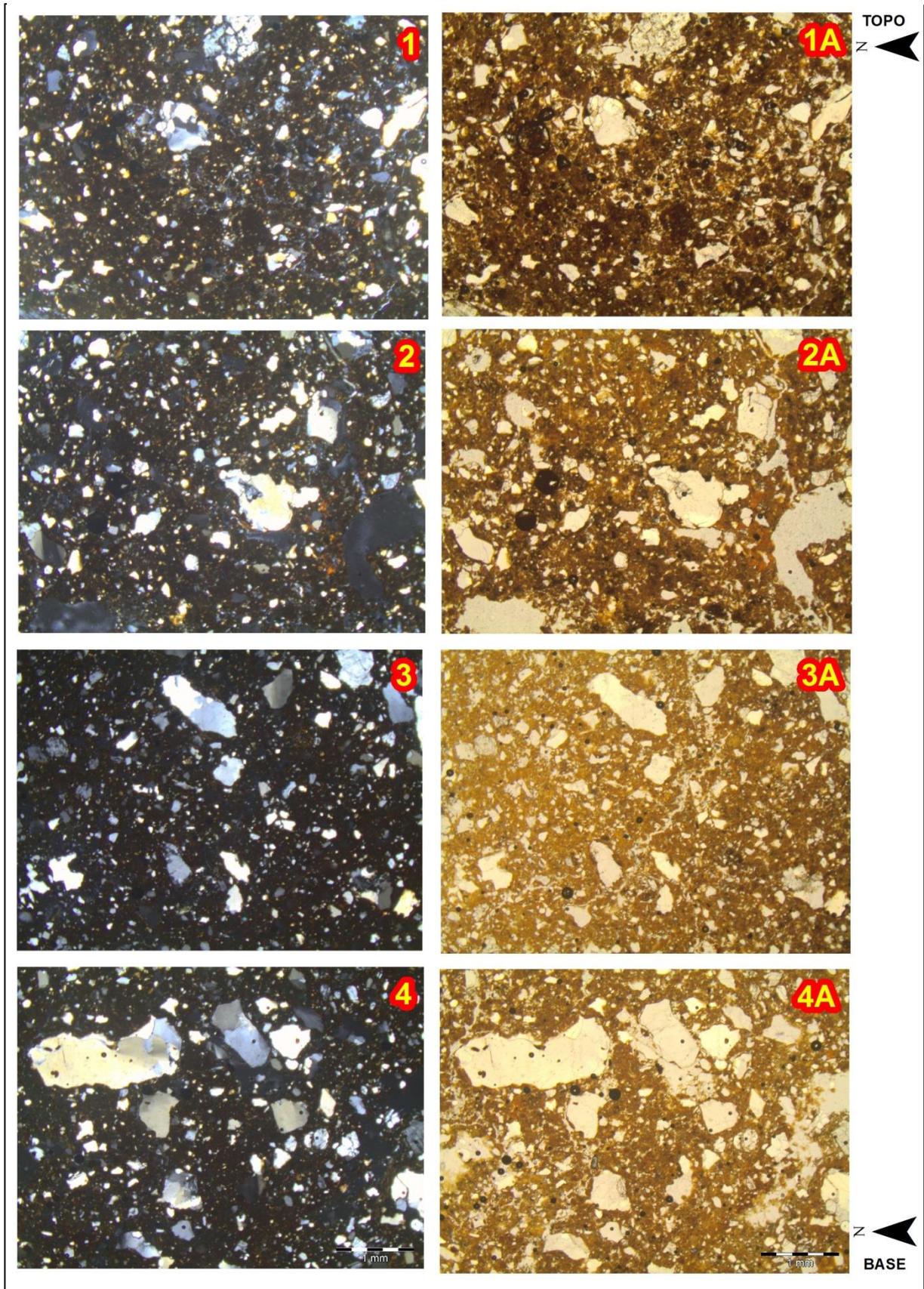
Essa amostra é formada pelos seguintes minerais: quartzo, plagioclásio, zircão, feldspato potássico e argila (Figura 52). Os cristais de quartzo ocorrem anédricos com raros cristais subédricos, com cristais milimétricos angulosos a submilimétricos arredondados. É comum encontrar extinção ondulante e recristalização. Os minerais de plagioclásio ocorrem em pouca quantidade no material. São cristais subédricos, submilimétricos, angulosos e fraturados. Foram observados raros cristais de zircão euédricos, submilimétricos e com forte cor de birrefringência. Já os cristais de Feldspato se apresentam de forma microclina subidiomórficos, angulosos e submilimétricos que apresentam fraturas e geminação. Os argilominerais ocorrem como matriz da rocha, de coloração alaranjada e pleocróica.

Na seção da lâmina 1 e 1A, os grãos quartzosos estão mal selecionados, angulares a subarredondados, fraturados e com feições de corrosão preenchidas com material fino idêntico à matriz fina. Essa matriz possui uma distribuição aleatória. Predominam grãos pequenos entre 0,1 e 0,8mm. A fração fina de natureza caulínica é bruna, apresentando pontuações e pequenos volumes bruno vivas ferruginosa possivelmente goethítica. O material fino se organiza em matriz densa, porém microagregada (microestruturas arredondadas) pouco desenvolvida. São individualizadas, quando preenchem porosidade biológica de empilhamento, embora não seja dominante na lâmina. Uma rede de pequenas fraturas (mecânicas) muito finas isola de maneira agregada. É perceptível uma pedalidade mais desenvolvida do que observado nas lâminas a 50 cm.

Nas seções de 2, 2A o material possui a mesma estrutura apresentada acima, no entanto, há aumento da porosidade biológica (canais e câmaras) e aumenta a individualização dos microagregados em porosidade de empilhamento. Na seção 3 e 3A o material possui similaridade com as estruturas 1 e 2, mas a porosidade biológica é muito fina, sem preenchimento.

Na seção 4 e 4A, ocorre um aumento considerável dos grãos de quartzo de maior diâmetro (entre 2 a 5mm ) mas continua a distribuição aleatória, corrosão e fraturas. Aumenta o diâmetro do poro biológico com microagregados preenchendo. A pedalidade, embora medianamente desenvolvida, organiza-se em microagregados.

**Figura 52** – Lâmina de coleta com dados micromorfológicos do ponto TQN01



Fonte: Autora (2020).

#### **5.2.4 Datação por Luminescência Ópticamente Estimulada (LOE) em minerais de feldspato**

Através das evidências e análises sedimentológicas, somadas aos dados cronológicos por datação em LOE, é possível reconstruir, qualitativamente, os diversos cenários que corroboraram nas modificações e/ou transformações da paisagem além da dinâmica geomorfológica nas encostas (ARRUDA, 2020).

De acordo com a composição e maturidade mineralógica, as amostras foram separadas pelos pontos escolhidos. Optou-se por utilizar cristais de feldspato através da datação por LOE/SAR com 30 alíquotas cada. As concentrações de radioisótopos medidas e idades finais foram agrupadas nas tabelas 7, 8 e 9, para uma melhor visualização dos resultados.

Tabela 7 – Dados amostrais do Ponto 01

Informações Gerais da Amostra	
<b>Código da amostra:</b>	<b>TQN1</b>
<b>Sítio de coleta:</b>	Taquaritinga do norte
<b>Informações adicionais:</b>	TQN01 - BASE
<b>Tipo de amostra:</b>	Sedimento
<b>Profundidade:</b>	1.1 m
Preparação da amostra	
<b>Grãos de (quartzo / feldspato):</b>	feldspato
<b>Tamanho dos grãos final utilizados para datação:</b>	20 e 38 $\mu\text{m}$
Determinação da dose acumulada	
<b>Método de datação:</b>	OSL ( IRSL: Estimulação com luz azul)
<b>Protocolo:</b>	SAR
<b>Paleodose (Gy):</b>	<b>320.590 <math>\pm</math> 9.020</b>
Determinação da Taxa de dose anual	
Teores de urânio, tório e potássio (U-238; Th-232, K-40)	
Dose interna	Dose externa
U-238 (ppm): 0	U-238 (ppm): 2.360 $\pm$ 0.240
Th-232 (ppm): 0	Th-232 (ppm): 29.030 $\pm$ 2.900
K-40 (%): 0	K-40 (%): 2.790 $\pm$ 0.280
Fatores de atenuação das partículas ( $\alpha$ e $\beta$ ) e da radiação $\gamma$	
Dose interna	Dose externa
$K_{\alpha}$ : 0.080 $\pm$ 0.020	$K_{\alpha}$ (Th-232): 0.44
$K_{\beta}$ (U-238): 0.048	$K_{\beta}$ (K-40): 0.52
$K_{\beta}$ (Th-232): 0.063	$K_{\beta}$ (U-238; Th-232 e K-40): -
$K_{\beta}$ (K-40): 0.011	
Teores de água	
<b>Wet ou saturada (W):</b>	0.393
<b>Fração (F = D/W):</b>	0.184
<b>Taxa de dose Anual (<math>\mu\text{Gy/a}</math>):</b>	<b>3971.50 <math>\pm</math> 237.1</b>
Determinação da Idade	
<b>IDADE (kanos):</b>	<b>52.380 <math>\pm</math> 2.710</b>

Fonte: Autora (2020).

Tabela 8 – Dados amostrais do Ponto 01

Informações Gerais da Amostra	
<b>Código da amostra:</b>	<b>TQN1 -2</b>
<b>Sítio de coleta:</b>	Taquaritinga do norte
<b>Informações adicionais:</b>	TQN01 - TOPO
<b>Tipo de amostra:</b>	Sedimento
<b>Profundidade:</b>	0.5 m
Preparação da amostra	
<b>Grãos de (quartzo / feldspato):</b>	feldspato
<b>Tamanho dos grãos final utilizados para datação:</b>	20 e 38 $\mu\text{m}$
Determinação da dose acumulada	
<b>Método de datação:</b>	OSL ( IRSL: Estimulação com luz azul)
<b>Protocolo:</b>	SAR
<b>Paleodose (Gy):</b>	<b>202.23 <math>\pm</math> 6.09</b>
Determinação da Taxa de dose anual	
<b>Teores de urânio, tório e potássio (U-238; Th-232, K-40)</b>	
<b>Dose interna</b>	<b>Dose externa</b>
U-238 (ppm): 0	U-238 (ppm): 3.290 $\pm$ 0.330
Th-232 (ppm): 0	Th-232 (ppm): 28.220 $\pm$ 2.820
K-40 (%): 0	K-40 (%): 4.550 $\pm$ 0.500
<b>Fatores de atenuação das partículas (<math>\alpha</math> e <math>\beta</math>) e da radiação <math>\gamma</math></b>	
<b>Dose interna</b>	<b>Dose externa</b>
$K_{\alpha}$ : 0.080 $\pm$ 0.020	$K_{\alpha}$ (Th-232): 0.44
$K_{\beta}$ (U-238): 0.048	$K_{\beta}$ (K-40): 0.52
$K_{\beta}$ (Th-232): 0.063	$K_{\beta}$ (U-238; Th-232 e K-40): -
$K_{\beta}$ (K-40): 0.011	
<b>Teores de água</b>	
<b>Wet ou saturada (W):</b>	0.367
<b>Fração (F = D/W):</b>	0.83
<b>Taxa de dose Anual (<math>\mu\text{Gy/a}</math>):</b>	<b>5415.8 <math>\pm</math> 238.5</b>
Determinação da Idade	
<b>IDADE (kanos):</b>	<b>25.170 <math>\pm</math> 1.110</b>

Fonte: Autora (2020).

Tabela 9 – Dados amostrais do Ponto 02

Informações Gerais da Amostra	
<b>Código da amostra:</b>	<b>TQN 2</b>
<b>Sítio de coleta:</b>	Taquaritinga do norte
<b>Informações adicionais:</b>	TQN02 - BASE
<b>Tipo de amostra:</b>	Sedimento
<b>Profundidade:</b>	1.1 m
Preparação da amostra	
<b>Grãos de (quartzo / feldspato):</b>	feldspato
<b>Tamanho dos grãos final utilizados para datação:</b>	20 e 38 $\mu\text{m}$
Determinação da dose acumulada	
<b>Método de datação:</b>	OSL ( IRSL: Estimulação com luz azul)
<b>Protocolo:</b>	SAR
<b>Paleodose (Gy):</b>	<b>351.81 <math>\pm</math> 31.74</b>
Determinação da Taxa de dose anual	
Teores de urânio, tório e potássio (U-238; Th-232, K-40)	
Dose interna	Dose externa
U-238 (ppm): 0	U-238 (ppm): 2.830 $\pm$ 0.280
Th-232 (ppm): 0	Th-232 (ppm): 28.620 $\pm$ 2.860
K-40 (%): 0	K-40 (%): 3.670 $\pm$ 0.370
Fatores de atenuação das partículas ( $\alpha$ e $\beta$ ) e da radiação $\gamma$	
Dose interna	Dose externa
$K_{\alpha}$ : 0.080 $\pm$ 0.020	$K_{\alpha}$ (Th-232): 0.44
$K_{\beta}$ (U-238): 0.048	$K_{\beta}$ (K-40): 0.52
$K_{\beta}$ (Th-232): 0.063	$K_{\beta}$ (U-238; Th-232 e K-40): -
$K_{\beta}$ (K-40): 0.011	
Teores de água	
<b>Wet ou saturada (W):</b>	0.389
<b>Fração (F = D/W):</b>	0.190
<b>Taxa de dose Anual (<math>\mu\text{Gy/a}</math>):</b>	<b>466054 <math>\pm</math> 236.6</b>
Determinação da Idade	
<b>IDADE (kanos):</b>	<b>50.010 <math>\pm</math> 4.430</b>

Fonte: Autora (2020).

#### 5.2.4.1 Ponto 01 – TQN 01 (TOPO / BASE)

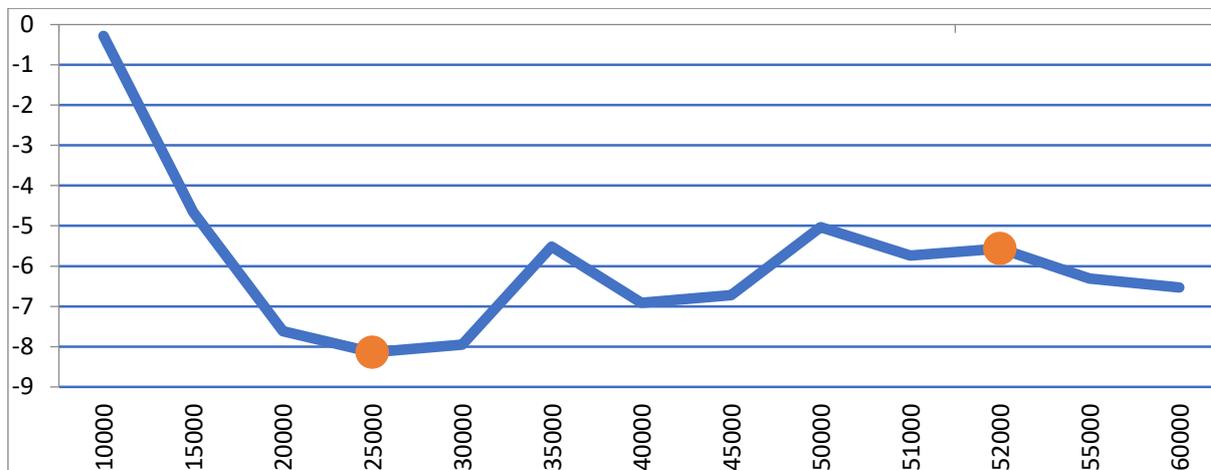
A primeira área de amostragem trata-se de uma encosta coluvial com um pacote sedimentar de 160 cm. As amostras datadas foram coletadas em dois níveis identificados *in situ* acima de linha de pedras – *cascalheira*.

A primeira unidade, acima da cascalheira, possui uma textura argila-arenosa e com idade de  $52.380 \pm 2.710$  anos AP, demonstrando tratar-se de um evento de rebaixamento de temperatura (aproximadamente  $-5^{\circ}\text{C}$ ), conforme dados disponíveis pela curva de Vostok (Figura 53), associado ao final do evento Herinch 6 (H6) e início do evento Herinch 5 (H5), dentro do Pleistoceno Superior (Figura 55), resultado de mudança abrupta no clima para condições mais secas que o atual (ADAMS *et al.*, 1999; PETIT *et al.*, 1999).

De acordo com Arruda (2020), apesar da secura do clima, o evento pluviométrico de grande magnitude e baixa recorrência foi capaz de produzir um escorregamento translacional de baixa energia, com transporte de material fino até a proximidade da encosta. Corroborando com a ideia do autor, a existência de uma linha de acumulação de seixos evidência a existência da fase seca, que favoreceu a erosão laminar e concentração da fração mais grossa.

O segundo nível, datado acima do primeiro ponto (base), com idade de  $25.170 \pm 1.110$  anos AP aponta para o máximo de rebaixamento do clima, ainda dentro do Pleistoceno Superior (Figura 53). Este período, que registrou temperaturas mais rebaixadas, aproximadamente  $-8^{\circ}\text{C}$ , associadas ao final do evento Herinch 3 (H3) e início do evento Herinch 2 (Figura 55 – curva de paleotemperatura), ocasionou chuvas de grande magnitude e baixa recorrência que produziram novos escorregamentos translacionais associados ao Último Máximo Glacial (UMG).

**Figura 53** – Curva de Vostok adaptada com paleotemperaturas registradas nos últimos 60mil anos e a inserção das idades encontradas no deposito analisado - TQN01



Fonte: Autora (2020).

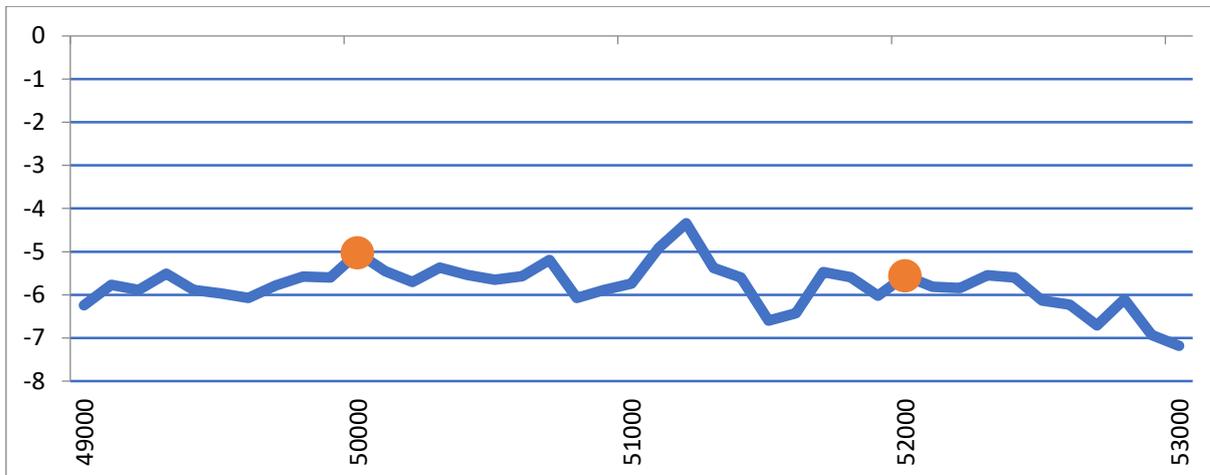
#### 5.2.4.2 Ponto 02 – TQN 02 (BASE)

O segundo ponto de coleta foi classificado também como encosta coluvial, apresentando uma sedimentação com espessura de 150cm. As amostras datadas encontram-se a 40cm de profundidade, com fração granulométrica variando entre areia argilosa a argila siltico-arenosa.

A idade obtida foi de  $50.010 \pm 4.430$  anos AP (base) e está associada à atuação do evento Heinrich 5 (H5), com temperatura rebaixada aproximadamente em  $-5$  °C (Figura 54), embora o evento H5 esteja associado à eventos frios e secos, a curva de Vostok demonstra um rápido aquecimento da temperatura (o interstadial) durante o Último Máximo Glacial (UMG), trazendo variados eventos de grande magnitude e de baixa ocorrência em diversos lugares do mundo (Figura 55), após um período de secura extrema advinda do evento Heinrich 6 (H6) (ADAMS *et al.*, 1999; PETIT *et al.*, 1999).

É valido ressaltar que a textura analisada e a profundidade do pacote estratigráfico sugerem tratar-se de um escorregamento translacional sob condições de alta energia, que foram capazes de remobilizar o manto elúvial do topo das cimeiras. Tal evento pode ter ocorrido na área de pesquisa a partir da presença de *cascalheira* encontrada no ponto TQN-01 e de idade aproximada, sugerindo que a área atravessou uma fase seca que favoreceu a erosão laminar com remoção das fácies argila siltico-arenosa e concentração de grossos em vários pontos do brejo de altitude.

**Figura 54** – Curva de Vostok adaptada com paleotemperaturas registradas entre 53.000 e 49.000 anos; e a inserção das idades encontradas no depósito analisado - TQN02



**Fonte:** Autora (2020).

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos nesta pesquisa visaram reunir informações que contribuíssem para a discussão acerca da dinâmica de evolução ambiental do Brejo de Altitude em Taquaritinga do Norte. As informações de natureza geomorfológica e estratigráfica, a partir do mapeamento geomorfológico e na análise morfoestratigráfica, viabilizaram realizar o reconhecimento e a caracterização dos depósitos coluviais presente na área em questão.

Podemos concluir que esses depósitos coluviais foram formados por diferentes momentos de remobilização dos sedimentos, que ocorreram através de uma força gravitacional dos mantos eluviais de alteração do embasamento cristalino, associado a *inputs* climáticos gerados por eventos distintos dentro do Último Máximo Glacial no Pleistoceno Superior. O mapeamento geomorfológico apresentou um papel fundamental para a composição dos resultados. Através dessa ferramenta foi descrita a unidade morfoestrutural, como também as unidades morfoesculturais que se apresentam na área de estudo.

A abordagem morfoestratigráfica permitiu caracterizar e relacionar as formas de relevo à composição dos materiais litológicos presentes nos depósitos coluviais, contribuindo, assim, para a interpretação da evolução da paisagem. Com base nas análises sedimentológicas-estratigráfica, os depósitos apresentam: No ponto 1, tem-se uma matriz de sedimento classificada como argilosa-arenosa com presença de clastos flutuantes. Foi possível identificar uma pequena descontinuidade dentro desse pacote, a cerca de 25 cm da base. O grão de seleção dos sedimentos mostrou resultado de pobremente selecionado. A assimetria foi classificada como muito negativa, sua curtose como muito platicúrtica e hidrodinâmica desse ambiente moderada, demonstrando que a maioria dos sedimentos finos desses depósitos foram carreados pelo escoamento.

No ponto 2 - possui um perfil bem compactado. Seu material é bem homogêneo, de composição que varia de argila arenosa à argila siltico-arenosa. O grão de seleção dos sedimentos resultou em extremamente mal selecionado. Sua assimetria foi classificada como muito negativa, indicando uma grande variação no intervalo de tamanho dos grãos. A curtose e a hidrodinâmica obteve resultado como muito platicúrtica e moderada, respectivamente.

Com relação à micromorfologia de solo, a lâmina 1, com sedimentos coletados a 50cm e 110cm, foi possível perceber que há o desenvolvimento da pedalidade em 110cm com formação de microagregados, indicando aumento de pedogênese. Não há indícios de mudança de material, sugerindo tratar de evolução normal, ou seja, sem descontinuidade. Não há

variações da natureza do esqueleto, embora localmente podem predominar grãos pequenos e, em outras situações, grãos maiores. Na lâmina 2, material coletado a 50cm da matriz argilosa, possui zonas mais densas e opacas, talvez resultado da maior concentração de ferro. Porém as feições sugerem que elas estão se tornando menos densas e mais claras, talvez em razão de maior umidade. O aumento da umidade do solo pode justificar a existência de pontuações e pequenos volumes bruno vivos. Na matriz fina, não há evidência de argilas de argilominerais micáceos, como descritos nos perfis iniciais. Nesse, predominam argilas finas caulínicas, demonstrando maior evolução do solo. Os microagregados ainda são coalescentes e não são exclusivamente biológicos, como foram descritos nos perfis iniciais, mas eles são desenvolvidos como estrutura da própria pedogênese.

Os dados obtidos através da datação em LOE no feldspato permitiu identificar a presença de eventos de grande magnitude e baixa recorrência durante o Pleistoceno Superior, com períodos mais secos e frios associados a eventos do Último Máximo Glacial, que, juntos, proporcionaram a morfologia do relevo em questão e o aprisionamento de testemunhos ambientais nesta paisagem.

Assim, sugere-se o desenvolvimento de mais pesquisas e estudos de caso, dentro do contexto geomorfológico e geológico para a área de estudo, utilizando esse trabalho como ponta pé inicial, considerando que as unidades aqui classificadas podem ser readaptadas a uma escala a mais de detalhe, utilizando métodos específicos como: geoquímica dos sedimentos, assembleia fitolítica, mapeamentos de micro parcelas das áreas de estocagens, mapas de uso e de ocupação; e índices de extremos climáticos, com o objetivo de avaliar o nível de sensibilidade dessas paisagens frente às modificações e/ou mudanças climáticas no uso da terra. Proporcionando, assim, resultados inéditos para planejamento ambiental e gestão territorial.

## REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. 4ª Ed, São Paulo: Ateliê Editorial, 2007.
- ADAMS, J. et al. Sudden climate transitions during the Quaternary. **Progress in Physical Geography**, v. 23, n.1, p. 1–36, 1999.
- AITKEN, M. J. **An Introduction to Optical Dating: the dating of Quaternary sediments by the use of photon-stimulated luminescence**. Oxford: Oxford University Press, 1998. 267 p.
- AMORIM, R. F. **Integração Entre Dinâmicas Geomorfológicas Multitemporais No Planalto Da Borborema, Semiárido Do Nordeste Do Brasil**. 2015. 194 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife – PE, 2015.
- AMORIM, R. F. **Potencialidade à degradação na microbacia Riacho Passagem/RN**. 2010. 108 f. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente, Cultura e Desenvolvimento) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal – RN, 2010.
- ANDRADE-LIMA, D. Present day forest refuges in Northeastern Brazil. In: PRANCE, G.T. (ed.). **Biological Diversification in the Tropics**. New York: Columbia University Press, 1982. p. 245-254.
- ARRUDA, Í. R. P. **Análise Geomorfológica Dos Depósitos De Encosta No Município De Carpina, Zona Da Mata Norte – Pe**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife – PE, 2020.
- AZAMBUJA, R. N. **Análise Geomorfológica em áreas de expansão urbana no município de Garanhuns – PE**. 2014. 153 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Pernambuco, CFHC, Recife – PE, 2007.
- BARROS, A. C. M. **Avaliação da desconexão encosta-canal da bacia do riacho grande/PB** (2014), 138p. Recife- Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife – PE, 2014.
- BARROS, A. C. M. **Tipologia e dinâmica de paisagens não canalizadas no semiárido brasileiro**. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife – PE, 2018.
- BEZERRA, F. H. R.; BRITO NEVES, B. B.; CORRÊA, A. C. B.; BARRETO, A. M. F.; SUGUIO, K. Late Pleistocene tectonical-geomorphological development within a passive margin – The Cariata trough northeastern Brazil. **Geomorphology**, v. 97, p. 555-582, 2008.
- BIGARELLA, J. J. et al. **Estrutura e Origem das Paisagens tropicais e Subtropicais**. Florianópolis: Editora da UFSC, Volume 1. 1994.
- CABRAL, J.J.S.P. et al. Recursos Hídricos e os Brejos de Altitude. In: PORTO, K. C.; CABRAL, J. J. P.; TABARELLI, M. **Brejos de altitude em Pernambuco e Paraíba: história natural, ecologia e conservação**- Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004. 324p.

CASSETI, V. **Geomorfologia**. 2005. Disponível em:  
<http://www.funape.org.br/geomorfologia/>. Acesso em: outubro de 2018.

CHRISTOFOLETTI, A., **Geomorfologia**. São Paulo: Edgar Blucher Ltda, 1980. 188 p.

CLAPPERTON, C. M. Nature of environmental changes in South America at the Last Glacial Maximum. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 101, 1993, p.189-208.

CLARKE, M. L. et al. Quality assurance in luminescence dating. **Geomorphology**, v. 29, p. 173 – 185, 1999.

CORRÊA, A. C. B. **Mapeamento geomorfológico de detalhe do maciço da Serra da Baixa Verde, Pernambuco**: estudo da relação entre a compartimentação geomorfológica e a distribuição dos sistemas geoambientais. 1997. 183 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife – PE, 1997.

CORRÊA, A. C. B. **Dinâmica geomorfológica dos compartimentos elevados do Planalto da Borborema, Nordeste do Brasil**. 2001. 386 p. Tese (Doutorado) – IGCE, UNESP, Rio Claro, 2001.

CORRÊA, A. C. B.; SILVA, D. G.; MELO, J. S. Utilização dos Depósitos de Encostas dos Brejos Pernambucanos como Marcadores Paleoclimáticos do Quaternário Tardio no Semi-Árido Nordestino. **Mercator**, v.14, p. 101-121. 2008.

CORRÊA, A. C. B. *et al.* **Megageomorfologia e Morfoestrutura do Planalto da Borborema**. Revista do Instituto Geológico, 31(1/2). p. 35-52. 2010.

CPRM. **Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais**. Geologia e Recursos Minerais do Estado de Pernambuco. Recife: CPRM, 2001.

CPRM. **Geologia e recursos minerais do estado de Pernambuco**. Recife: CPRM, 2010.

CPRM. **Serviço Geológico do Brasil Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea**. Diagnóstico do município de Taquaritinga do Norte, estado de Pernambuco. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005.

DOTT, R. H. Episodic sedimentation – How normal is average? How rare is rare? Does it matter? **Journal of Sedimentary Petrology**, v. 53, n. 1, p. 5-23, mar., 1983.

FERREIRA, A.G.; MELLO, N. G. S. Principais sistemas atmosféricos atuantes sobre a Região Nordeste do Brasil e a influencia dos oceanos Pacífico e Atlântico no clima da região. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 1, n. 1, dez., 2005.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 2003.

FRYE, J. C.; WILLMAN, H. B. Morphostratigraphic units in Pleistocene stratigraphy. **Am. Assoc. Petroleum Geologists Bull.**, v. 46, p. 112-113, 1962.

FOLK, R. L.; WARD, W. Brazos river bar: a study in the significance of grain size parameters. **Journal of Sedimentary Research**, v. 27, p. 3-26, 1957.

FÔNSECA, D. N. **Evolução geomorfológica e sedimentação quaternária no setor oriental do piemonte da Borborema**. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife – PE, 2018.

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

GALVÃO, D. C. **Reconstrução paleoambiental a partir dos colúvios do entorno da lagoa do Puiu, município de Ibirimir-Pernambuco**. 2012. 127 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife – PE, 2012.

GEOFREY-SMITH, D. I. et al. Optical dating studies of quartz and feldspar sediment extracts. **Quaternary Science Reviews**, v. 7, p. 373–380, 1988.

GUERRA, A. J. T. Encostas Urbanas. In: **Geomorfologia urbana**. Rio de Janeiro: Ed. Bertrand Brasil, 2011. p. 13-39.

GUERRA, A. J. T (orgs). **Geomorfologia do Brasil**. Bertrand Brasil – RJ, 2006, 392 p.

GOMES, H. A. et al. **Geologia e recursos minerais do estado de Pernambuco**. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil - PLGB; Projeto de Mapeamento Geológico/Metalogenético Sistemático. Recife: CPRM; AD-DIPER, 2001.

GURGEL, S. P. P. **Evolução Morfotectônica do Maciço Estrutural Pereiro, Província Borborema**. 2012. 189 f. Tese (Doutorado em Geodinâmica) – Departamento de Geodinâmica e Geofísica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal – RN, 2012.

IBGE. **Manual técnico de geomorfologia**. Rio de Janeiro: IBGE, 2009. 182 p. ISSN 0103-9598.

ICS - INTERNATIONAL COMMISSION ON STRATIGRAPHY. **International Chronostratigraphy Chart**. 2010. Disponível em:  
<http://www.stratigraphy.org/index.php/ics-chart-timescale>. Acesso em: mar. 2020.

LIMA, É. M. **Evolução paleoambiental do município de garanhuns-pe a partir de análises sedimentológicas: aplicação do método de luminescência opticamente estimulada – LOE**. 2014. 99f. Recife- Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife – PE, 2014.

LIMA, F. J. **Evolução geomorfológica e reconstrução paleoambiental do setor subúmido do Planalto Sedimentar do Araripe: um estudo a partir dos depósitos colúviais localizados nos municípios de Crato e Barbalha – Ceará**. 2015. 192 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife – PE, 2015.

LINS, R.C. **As áreas de exceção do agreste de Pernambuco**. Sudene, Recife, 1989.

MABESOONE, J. M. **Sedimentologia**. Recife: Editora Universitária, 1983. 480p.

MABESOONE, J. M.; NEUMANN, V H. Mapa Geomorfológico de Pernambuco. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 16, 1995, Recife. **Atas** [...], Recife, 1995. p. 250-253.

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

MELO, M.L.; M.C. ANDRADE. 1961. Um brejo de Pernambuco. Região de Camocim de São Félix. Separata do **Boletim Carioca de Geografia**, n. 3 e 4. 1960, 1961.

MELO, J. S. **Dinâmica geomorfológica do ambiente de encosta em Belo Jardim – PE: Uma análise a abordagem a partir da perspectiva morfoestratigráfica aplicada aos depósitos colúviais**. 2008. 136 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, 2008.

MELO, R. F. T. **Evolução dos depósitos de encosta no Leque Malaquias e Lagoa das Pedras no entorno do maciço estrutural da Serra de Água Branca**. 2014. 155 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, 2014.

MELO, R. F. T. **Evolução geomorfológica em bases paleoclimáticas do maciço estrutural de Água Branca – AL**. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, 2019.

MISSURA, R. **Análise morfoestratigráfica da bacia do Ribeirão dos Poncianos-MG. 2005**. Dissertação (Mestrado em Geografia Física) - Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Estadual Paulista. Rio Claro. 2005.

MODENESI, M. C.. Depósitos de vertente e evolução quaternária do planalto do Itatiaia. **Revista do Instituto Geológico**, São Paulo, v. 13, n.1, p. 31-46, 1992.

MONTEIRO, K. A. **Análise geomorfológica da escarpa oriental da Borborema a partir da aplicação de métodos morfométricos e análises estruturais**. 2015. 223 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife – PE, 2015.

MOURA, J. R. S. **Geomorfologia do Quaternário**. In: GUERRA, A. J. T. & CUNHA, S. B. **Geomorfologia, uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil, 1994. p. 335-364.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. 2ª ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1989, pp.315-361.

OLIVEIRA, P. C. A.; RODRIGUES, S. C.; Cartografia do relevo: um estudo aplicado na região oeste de minas gerais. **Revista Brasileira de Geomorfologia** - Ano 8, nº 2, 2007.

PEJRUP, M. The triangular diagram used for classification of estuarine sediments: a new approach. In: DE BOER, P. L., VAN GELDER, A., NIO, S. D. (eds). **Tide- influenced Sedimentary Environments and Facies**. Rideld, Dordrecht, 289-300, 1988.

PERNAMCUCO. **PE3D** – Pernambuco Tridimensional. O que é o programa? Pernambuco, 2016. Disponível em: [www.pe3d.pe.gov.br](http://www.pe3d.pe.gov.br). Acesso em: 20 jul. 2020.

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

RAMOS, D. A. M. C. **Os depósitos de encosta na reconstrução da dinâmica geomorfológica na bacia do riacho Piancozinho (Pernambuco/Paraíba)**. 2014. 149 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife – PE, 2014.

RANULPHO, R. **Fitólitos em Depósitos de Colúvio do Quaternário Superior na face Nordeste da Bacia Sedimentar do Araripe/CE: Significado Paleoambiental**. 2016. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife – PE, 2016.

RIBEIRO, A. S. **Dinâmica paleoambiental da vegetação e clima durante o Quaternário Tardio em domínios da mata Atlântica, brejo do semi-árido e cerrados nordestinos, utilizando isótopos do carbono da matéria orgânica do solo e das plantas**. Tese (Doutorado em Ciências) Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2002, 193 p.

RODRIGUES, P. C. G. et al. Ecologia dos Brejos de Altitude do Agreste Pernambucano. In: PORTO, K. C.; CABRAL, J. J. P; TABARELLI, M.. **Brejos de altitude em Pernambuco e Paraíba: história natural, ecologia e conservação** - Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004. 324p.

SÁ, J. M.; BERTRAND, J. M.; LETERRIER, J. Geocronologia U-Pb e geoquímica de ortognaisses paleo e mesoproterozóicos da região de Taquaritinga. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 17, 1997. Fortaleza. **Resumos expandidos** [...]. Fortaleza: SBG, 1997. p.108-112.

SALGADO-LABOURIAU, M. L. **História ecológica da terra**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1994.

SALGADO-LABOURIAU, M. L. **Critérios e técnicas para o Quaternário**. São Paulo: Edgar Blücher, 2007. 387 p.

SANTOS, H. et al. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed., rev. e ampl. – Brasília, DF: Embrapa, 2018.

SANTOS, M. C. Solos do Semiárido do Brasil. **Cadernos do Seminário nº 10**. Recife: Ed. Universitária da UFRPE, 2017.

SANTOS, E. J. **Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil**. Belém do São Francisco. Folha SC.24-X-A. Estado de Pernambuco, Alagoas e Bahia. Escala 1:250.000. Geologia e Metalogênese. CPRM: Recife, 2000. CD ROM.

SCHEIDEGGER, A.E. AI, N.S. Tectonic processes and geomorphological design. **Tectonophysics**, v. 126, p. 285-300, 1986.

SILVA, F. B. R.; et al. **Zoneamento Agroecológico do Estado de Pernambuco**. Recife: Embrapa Solos – Unidade de Execução de Pesquisa e Desenvolvimento – UEP Recife; Governo do Estado de Pernambuco (Secretaria de Produção Rural e Reforma Agrária), 2001. CD-ROM

SILVA, D. G. **Evolução Paleoambiental dos Depósitos de Tanques em Fazenda, Município de Brejo da Madre de Deus, Pernambuco**. 2007. 155 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife – PE, 2007.

SILVA, D.G. **Reconstrução da Dinâmica Geomorfológica do Semiárido Brasileiro no Quaternário Superior a Partir de Uma Abordagem Multiproxy**. 2013. 276 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife – PE, 2013.

SILVA, A. C. **Reconstrução quaternária da dinâmica geomorfológica a partir das análises dos depósitos do baixo curso do rio Capibaribe – PE**. 2016. 206f. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Pernambuco, Recife – PE, 2016.

SILVA, M. L. G. **Evolução da paisagem geomorfológica no semiárido alagoano a partir do estudo dos modelados de acumulação e denudação do Município de Água Branca - AL**. 2019. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2019.

SOUZA, A. O. **Mapeamento geomorfológico de detalhe da carta de Belo Jardim-PE: Uma Análise a partir dos padrões morfométricos do relevo**. 2008. 84 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife – PE, 2008.

SOUZA, Z. C.; XIAODONG, D.; LI, J. W. Multiple late-Neoproterozoic intrusions in the Seridó Domain, NE, Brazil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 45, Belém. **Resumos [...]** 2010.

SOUZA, S.G. **Mapeamento de geossistemas no município de Farias Brito, Ceará**. 2019. 104 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife – PE, 2019.

STOKES, S. Luminescence dating applications in geomorphological research. **Geomorphology**, v. 29, p. 153 – 171, 1999.

STOOPS, G. **Guidelines for the Analysis and Description of Soil and Regolith Thin Sections**. Madison: WI, 2003:184 p.

SUGUIO, K. **Geologia do Quaternário e mudanças ambientais (presente + passado = futuro?)**. São Paulo: Paulo's, 1999.

SUGUIO, K. Introdução. In: SOUZA, C. R. G.; SUGUIO, K.; OLIVEIRA, A. M. S.; OLIVEIRA, P. E. (Eds.). **Quaternário do Brasil**. Ribeirão Preto: Holos, 2005. p.21-27.

SUGUIO, K. **Geologia do quaternário e mudanças ambientais: passado + presente = futuro?** São Paulo: Paulo's comunicação e Artes gráficas, 2001. 366p

- TAVARES, B. A. C. **Evolução morfotectônica dos pedimentos embutidos no Planalto da Borborema**. Recife, PE. 2015. 251 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco, 2015.
- THOMAS, M. F. **Geomorphology in the tropics: a study of weathering and denudation in low latitudes**. Chichesters: John Wiley and Sons Ltd., 1994.
- TRICART, Jean. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: Fundação IBGE, 1977.
- TUCKER, M. **Techniques in Sedimentology**. London: Blackwell, 1995. p. 229 -273.
- WAGNER, G. A. **Age determination of young rocks and artifacts: physical and chemical clocks in Quaternary geology and archaeology**. New York: Springer, 1998. 466 p.
- WILSON R. C. L.; DRURY S. A.; CHAPMAN J. L. **The great ice age Routledge**. London: [s.n], 2000. 267 p.
- ZAPE. **Zoneamento Agroecológico do Nordeste**. Recife: 2001.