



UNIVERSIDADE FEDERAL DE RORAIMA
PRO - REITÓRIA DE PESQUISA E POS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

TALITA SUELEN CARVALHO SILVA

**ESTUDO DA EVOLUÇÃO DA PAISAGEM ATUAL DA SERRA DO TEPEQUÉM,
MUNICÍPIO DE AMAJARÍ - RORAIMA A PARTIR DA ANÁLISE DE DEPÓSITOS
COLUVIONARES**

BOA VISTA / RR
2016

TALITA SUELEN CARVALHO SILVA

**ESTUDO DA EVOLUÇÃO DA PAISAGEM ATUAL DA SERRA DO TEPEQUÉM,
MUNICÍPIO DE AMAJARI - RORAIMA A PARTIR DA ANÁLISE DE DEPÓSITOS
COLUVIONARES**

Dissertação apresentada como pré-requisito para a conclusão do Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPG – GEO) da Universidade Federal de Roraima.

Linha de Pesquisa: Dinâmica da Paisagem Amazônica.

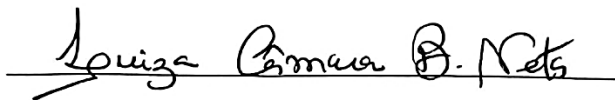
Orientador (a): Prof^a Dr^a. Luiza Câmara Beserra Neta.

Co - orientador (a): Prof^o Dr^o. Stélio Soares Tavares Júnior.

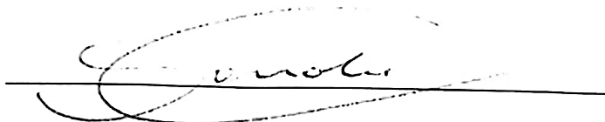
TALITA SUELEN CARVALHO SILVA

ESTUDO DA EVOLUÇÃO DA PAISAGEM ATUAL DA SERRA DO TEPEQUÉM,
MUNICÍPIO DE AMAJARI-RR A PARTIR DE DEPÓSITOS COLUVIONARES

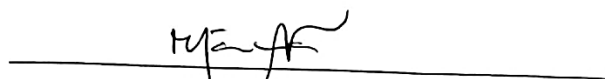
Dissertação apresentada como pré-requisito para conclusão do Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Roraima. Área de concentração: Dinâmica da Paisagem Amazônica. Defendida em 31 de maio de 2016 e avaliada pela seguinte banca:



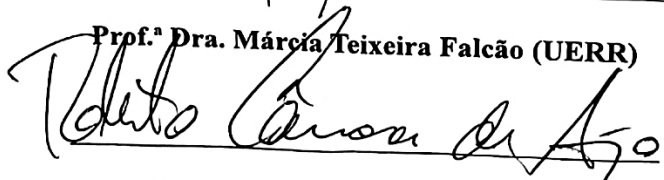
Prof.ª Dra. Luiza Câmara Beserra Neta – Orientadora (UFRR)



Prof. Dr. Carlos Sander (UFRR)



Prof.ª Dra. Márcia Teixeira Falcão (UERR)



Prof. Dr. Roberto Câmara de Araújo (UFRR)

Dados Internacionais de Catalogação na publicação (CIP)
Biblioteca Central da Universidade Federal de Roraima

S586e Silva, Talita Suelen Carvalho.

Estudo da evolução da paisagem atual da Serra do Tepequém, município de Amajari - Roraima a partir da análise de depósitos coluvionares / Talita Suelen Carvalho Silva. – Boa Vista, 2016.
91f. : il.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Luiza Câmara Beserra Neta.

Coorientador: Prof^º. Dr^º. Stélio Soares Tavares Júnior.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Roraima, Programa de Pós-Graduação em Geografia.

1 – Morros Residuais. 2 – Vertentes. 3 – Depósitos Coluvionares. I – Título. II – Beserra Neta, Luiza Câmara (orientadora). III – Tavares Júnior, Stélio Soares (coorientador).

CDU – 911.5:551.4

DEDICATÓRIA

À Deus. À minha mãe Elizene, exemplo de determinação, amor, persistência e incentivo diário, o qual pude contar em todos os momentos. A meu pai Manasés, irmãos Talison, Tarcísio, Tássio e Tainara. Meu esposo Victor e minha filha Távila, dedico.

AGRADECIMENTOS

À Deus, que na sua magnífica criação nos concedeu a natureza, nos proporcionando um mundo cheio de possibilidades.

A Universidade Federal de Roraima, a qual tenho como minha segunda casa.

A CAPES pelo concessão da bolsa e apoio financeiro durante toda etapa da pesquisa.

A professora Dr^a Luiza Câmara Beserra Neta pelas orientações que foram fundamentais para realização desta pesquisa, o qual tenho como exemplo de determinação, dedicação e incentivo, que me acolheu desde a graduação contribuindo para o aperfeiçoamento da minha formação.

Ao professor Dr^o Stélio Soares Tavares Júnior pelas contribuições e ensinamentos dentro e fora da sala de aula que foram de suma importância para conclusão desta pesquisa, o qual também acompanha minha jornada desde a graduação.

Aos professores do Programa Pós-graduação em Geografia pelos ensinamentos.

As minhas amigas Sheilly Miranda, Gleiciane Oliveira e Raquel Alves pela amizade e companherismo nas atividades de campo, laboratórios bem como nos momentos de que lembrarei com alegria.

Aos meus colegas do Programa de Pós-graduação em Geografia Júlio, Cesar, Valmir, Wilson, Marta e Silas pela convivência e trocas de ideias que nos permitiram momentos agradáveis.

A Iana Gabriela pela amizade e força no laboratório de sedimentologia.

Aos meus colegas e companheiros do Grupo de Pesquisa da Paisagem de Roraima.

RESUMO

A presente pesquisa visa entender a evolução da paisagem atual da serra do Tepequém, Amajari – RR, a partir da análise de depósitos coluvionares. Foram realizadas atividades de campo com intuito de caracterizar os ambientes de deposição dos sedimentos coluvionares bem como coleta de amostras. Em laboratório foi realizado técnicas de tratamento e manipulação de imagens digitais para elaboração de mapas temáticos destacando parâmetros morfométricas altimetria, declividade e orientação das encostas, bem como perfis topográficos e espacialização dos depósitos coluvionares. Os sedimentos coluvionares foram submetidos a análise granulométrica, mineralógica, morfológica e química por EDS. O topo da serra apresenta variações altimétricas configurada pela presença de áreas de planície, morros e colinas, encostas íngremes, representando as declividades mais acentuadas da serra. Os ambientes propícios para a deposição dos sedimentos coluvionares, corresponde à base de morros e colinas, formando franjas alongadas ou por interceptação. Os sedimentos coluvionares são constituídos predominantemente por fração arenosa e areia siltica, apresentando diâmetro médio, são muito pobremente selecionados, com grau de assimetria positiva a muito positiva, e valores de curtose em Platicúrtica a Leptocúrtica. Os grãos dos sedimentos coluvionares apresentam morfologia subangulares, contendo ainda grãos angular, subarredondados e arredondado. Apresentam superfície de abrasão, cavidades e fissuras devido à ação mecânica. Foi constatado na análise química o predomínio de composição por SiO_2 , bem como em menor intensidade Fe_2O_3 e K_2O além de MgO e TiO_2 . Esses dados evidenciam o transporte por movimento de massa por rastejo de material detrítico a curta distância entre a área fonte e de deposição.

Palavras – chave: Morros Residuais. Vertentes. Depósitos Coluvionares.

ABSTRACT

This research aims to understand the evolution of the current landscape mountain Tepequém, Amajari - RR, from the colluvial deposits analysis. Field activities were carried out in order to characterize the deposition environments of colluvial sediments and sample collection. In laboratory was carried out treatment techniques and manipulation of digital images to create thematic maps highlighting altimetry morphometric parameters, slope and orientation of the slopes, as well as topographic profiles and spatial distribution of colluvial deposits. The colluvial sediments were subjected to particle size analysis, mineralogical, morphological and chemical by EDS. The top of the mountain presents altimetric variations caused by the existence of lowland areas, hills and hills, steep slopes, representing the steepest slopes of the mountain. Environments conducive to deposition of colluvial sediments, is the base of hills and hills, forming elongated or interception fringes. The colluvial sediments consist predominantly of sandy fraction and siltic sand, with average diameter, are very poorly selected, with a degree of positive skewness very positive, and kurtosis values platykurtic the leptokurtic. The grains of colluvial sediments have subangular morphology, still containing angular grains, subrounded and rounded. Exhibit abrasion surface cavities and cracks due to mechanical action. It has been found in the chemical analysis, the composition predominantly of SiO₂ and less intense Fe₂O₃ and K₂O plus MgO and TiO₂. These data show the transport mass movement by crawling material detrital the short distance between the source area and deposition.

key - Words: Residuals hills. Strands. Alluvial deposits.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Processos de formação dos depósitos coluvionares, erosão superficial (a), escorregamento de massa (b).	20
Figura 2 - Mapa com a localização da área de estudo – serra do Tepequém, estado de Roraima (Imagem OLI, LandSat8 na composição colorida 6R5B4G).	27
Figura 3 - Unidades Geológicas da serra do Tepequém – RR.	28
Figura 4 - Planaltos dissecados que bordejam a serra do Tepequém - RR.	29
Figura 5 - Compartimentos geomorfológicos do topo da serra do Tepequém - RR.	30
Figura 6 - Classificação dos tipos de solo da serra do Tepequém – RR.	31
Figura 7 - Imagem parcial da encosta sudoeste da serra do Tepequém com destaque para a cobertura vegetal floresta ombrófila.	32
Figura 8 - Vegetação composta por gramíneas, intercalada pela savana estépica aberta que recobre as áreas de planície da serra do Tepequém - RR.	33
Figura 9 – Vegetação savana estépica arbórea predominante nos vales e encostas no topo da serra do Tepequém - RR.	33
Figura 10 - Samambaias pteridófitas situadas nas áreas de planície próximas às feições erosivas na serra do Tepequém, RR.	34
Figura 11 – Rede hidrográfica da serra do Tepequém - RR.	35
Figura 12 - Gráfico da precipitação média/anual da serra do Tepequém entre os anos de 1989 a 2011.	35
Figura 13 - Dados das imagens digitais de sensores remotos utilizados.	36
Figura 14 - Fluxograma com etapas de tratamento das imagens LandSat8 (OLI).	38
Figura 15 - Localização dos pontos de coletas dos sedimentos coluvionares.	40
Figura 16 - Amostragem da coleta dos sedimentos coluvionares.	41
Figura 17 - Equipamentos utilizados na etapa de campo, GPS (A), bacias utilizadas como auxílio nas coletas em profundidade: 00-20cm, 20-40cm e 40-60 cm (B-C).	41
Figura 18 - Caracterização dos sedimentos coluvionares em: material fonte, origem e deposição.	43
Figura 19 - Fluxograma das etapas de elaboração dos mapas temáticos e de amostragem dos pontos de coleta.	44
Figura 20 - Fluxograma das etapas de separação granulométrica por método aquoso.	45
Figura 21 - Malha de abertura das peneiras utilizadas na separação granulométrica na fração areia e classificação de acordo com a escala de Atterberg (Suguio, 1973).	46

Figura 22 - Fluxograma das etapas de separação granulometria por método seco..	46
Figura 23 - Análise morfológica dos sedimentos coluvionares, Lupa microscópica (A), tabela de caracterização morfológica de acordo com Suguio (1973) (B).	48
Figura 24 - Fluxograma das etapas de análise mineralógica.	49
Figura 25-Fluxograma das etapas de análise por Microscopia Eletrônica de Varredura.	50
Figura 26 - Classes altimétricas da serra do Tepequém, a partir de dados do SRTM.	52
Figura 27 - Orientação das vertentes situadas no topo da serra do Tepequém – RR.	54
Figura 28 - Caracterização da declividade no topo da serra do Tepequém – RR a partir dos dados de SRTM.	55
Figura 29 - Perfil topográfico do topo da serra do Tepequém com destaque (A): encosta noroeste (B), morros residuais alinhados (C), Planície Intermontana (D), encosta sudeste (E).	56
Figura 30 - Morro do Entorno (A), Bloco diagrama do morro do Entorno com destaque para blocos conglomeráticos, fragmentos Lateríticos.	57
Figura 31 - Imagem parcial do morro do Entorno com destaque para o ambiente de deposição dos sedimentos coluvionares e o prolongamento até a área de planície.	58
Figura 32 - Morro da Antena (A), Croqui do morro da Antena com destaque para a presença de blocos rochosos, patamares com morfologia côncavo-convexo e altimetria entre a base e o topo do morro.	59
Figura 33 - Porção central da serra do Tepequém com destaque para os morros residuais alinhados, blocos rochosos e feição erosiva linear (A), vales encaixados e rampa de colúvios (B).	60
Figura 34 - Blocos conglomeráticos (A), seixos areníticos e laterítico morro do Entorno (B).	61
Figura 35 - Blocos de arenito conglomeráticos (A), seixos quartzosos situados no morro da Antena (B).	61
Figura 36 - Morro do Barata (A), Croqui do morro Barata com destaque para voçoroca instalada na vertente do morro, blocos rochosos, patamares que evidenciam a erosão diferenciada (B).	62
Figura 37 - Vertente do morro Barata com destaque para o corte de estrada, exposição de arenito e depósitos coluvionares.	63
Figura 38 - Morro Funil próximo ao igarapé meio (A), Croqui do morro Funil com destaque para a instalação de feição erosiva e franjas coluvionares por interceptação (B).	64
Figura 39 - Vegetação rasteira constituída por tufos (A), capa ferruginosa endurecida (B).	65

Figura 40 - Voçoroca do Barata (A), paleopavimento detrítico (Linha de pedra) exposta na parede da voçoroca (B).....	65
Figura 41 - Espacialização das áreas de deposição dos sedimentos coluvionares.	67
Figura 42 - Fluxograma com agrupamento dos depósitos coluvionares.	68
Figura 43 – Distribuição granulométrica em diagramas de Shepard dos sedimentos coluvionares das franjas dos morros Antena (A, B, C) e Entorno (D, E, F).	70
Figura 44 – Distribuição granulométrica em diagramas de Shepard dos sedimentos das franjas coluvionares (A, B, C) e média vertente (D) do morro Barata e das franjas coluvionares do morro Funil (E, F, G) e média vertente (H).	71
Figura 45 – Distribuição das frações granulometria das franjas coluvionares do morro da Antena e do morro Entorno.	72
Figura 46 – Distribuição das frações granulométricas das franjas coluvionares em profundidades do morro Barata e do morro Funil.	73
Figura 47 - Distribuição granulométrica dos sedimentos coluvionares situado na média vertente dos morros Barata e morro Funil.	74
Figura 48 – Caracterização dos sedimentos coluvionares segundo valores de: diâmetro médio, grau de seleção, Grau de assimetria e curtose.	75
Figura 49 - Caracterização morfológica dos sedimentos coluvionares situados na base dos morros da Antena e morro Entorno.	76
Figura 50 - Caracterização morfológica dos sedimentos coluvionares situados na base e média vertente dos morros da Barata (A, B) e morro Funil (C, D).	77
Figura 51 - Morfologia dos sedimentos coluvionares, grão bem retrabalhado com ausência de arestas (A), grão subangular com detalhe para presença de arestas (B), grãos com morfologia angular (C), subangular (D), subarredondados (E) e arredondado (F). ...	78
Figura 52 - Composição mineralógica dos sedimentos coluvionares situados nas franjas colúvio Entorno (ME) nas profundidades de 20cm, 40cm e 60cm.	80
Figura 53 - Microfotografia dos depósitos coluvionares situados na base dos morros do Entorno e Barata obtida pelo MEV.	81
Figura 54 - Análise química por EDS dos sedimentos coluvionares situados na base do morro Entorno	82
Figura 55 - Análise química por EDS dos sedimentos coluvionares situados na base do morro Barata.....	83
Figura 56 - Mapeamento por EDS nos sedimentos coluvionares do morro do Barata com detalhe da dispersão.....	83

Figura 57 - Mapeamento por EDS nos depósitos coluvionares do morro do Entorno com detalhe da dispersão.....	84
--	----

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. OBJETIVOS	17
2.1. GERAL	17
2.2. ESPECÍFICOS	17
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
3.1. CONCEITOS E FATORES DE FORMAÇÃO DOS DEPÓSITOS COLUVIONARES	18
3.2. GEOTECNOLOGIA APLICADA A ESTUDOS DE CUNHO GEOGRÁFICO	23
4. CARACTERIZAÇÃO FISIAGRÁFICA DA ÁREA DE ESTUDO	27
4.1. LOCALIZAÇÃO DA SERRA DO TEPEQUÉM	27
4.2. GEOLOGIA	28
4.3. GEOMORFOLOGIA	29
4.4. PEDOLOGIA	31
4.5. VEGETAÇÃO	32
4.6. HIDROGRAFIA	34
4.7. CLIMA	35
5. MATERIAIS E MÉTODOS	36
5.1. MATERIAIS UTILIZADOS	36
5.1.1. Levantamento cartográfico de imagens digitais de sensores remotos	36
5.1.2. Tratamento e manipulação de imagens digitais	37
5.2. ATIVIDADES DE CAMPO	38
5.2.1. Coleta dos sedimentos	39
5.2.2. Análise e agrupamento de depósitos coluvionares	41
5.3. TÉCNICAS EM LABORATÓRIO	43
5.3.1. Elaboração do mapa de espacialização dos depósitos coluvionares e de amostragem dos pontos de coleta dos sedimentos	43
5.3.2. Análises dos sedimentos	44
5.3.2.1. Separação granulométrica por método aquoso	44
5.3.3. Análise Morfológica	47
5.3.4. Caracterização mineralógica por Difractometria de Raio – X	48
5.3.5. Microscopia eletrônica de varredura (MEV) e Espectrometria por Energia Dispersiva (EDS)	49
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	51
6.1. MODELADO ATUAL DA PAISAGEM DA SERRA DO TEPEQUÉM	51
6.2. AMBIENTES DE FORMAÇÃO DOS DEPÓSITOS COLUVIONARES	57
6.3. CARACTERIZAÇÃO DOS DEPÓSITOS COLUVIONARES	69
6.3.1. Granulometria dos sedimentos coluvionares	69
6.3.2. Morfologia dos grãos dos depósitos coluvionares	76
6.3.3. Identificação mineralógica dos sedimentos coluvionares	79
6.3.4. Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) e Espectrometria por Energia Dispersiva (EDS)	81
CONSIDERAÇÕES FINAIS	86
REFERENCIAS	87

1. INTRODUÇÃO

A porção norte do estado de Roraima é marcada pelo conjunto de serra e morros que compõem a paisagem da região amazônica. Entre está se destaca a Serra do Tepequém. Com altitudes que podem atingir 1100 metros, a mesma apresenta topo irregular composto por colinas e morros que se conectam com áreas aplainadas, que em parte encontra-se a formação de depósitos coluvionares.

Entender a evolução da paisagem atual da serra do Tepequém a partir da análise dos depósitos coluvionares é o principal enfoque dessa pesquisa. Destaca-se que a paisagem da Serra do Tepequém tem sido ao longo do tempo remodelada, seja de forma contínua por processos erosivos estabelecidos pela dinâmica natural, bem como induzidos pela ação antrópica, devido à atividade garimpeira diamantífera, que se estabeleceu na região e teve seu auge na década de 1930.

O modelado da serra do Tepequém apresenta comportamento dinâmico em decorrência do intenso processo erosivo que condiciona a alteração da paisagem. As feições são esculpidas, formadas e alteradas no decorrer do tempo geológico e o produto que é originado corresponde a novos compartimentos de relevo e solos associados. Estes compartimentos agregam informações que permitem explicar como a paisagem evoluiu e identificar os processos responsáveis por essa evolução.

O estudo dos depósitos coluvionares, apresenta-se como uma parcela imprescindível no entendimento das feições geomórficas, uma vez que é resultado da dinâmica contínua dos processos erosivos, bem como de sedimentação, que devido aos agentes climáticos como a precipitação e temperatura, altera os mais diferentes tipos de rochas e solos (VITTE, 2005).

O solo é um produto da ação conjunta dos fatores endógenos (tectônica - origem) e exógenos (morfoclimáticos). Os resultados da ação combinada entre tais fatores exibem na superfície terrestre formas altimétricas diferenciadas bem como produtos decorrentes de processos como intemperismo, erosão e denudação das formas de relevo tanto em curta, média e longa escala de tempo.

O estudo dos depósitos coluvionares pode inferir informações sobre as mudanças paleoclimáticas ocorridas no quaternário, em específico as que se referem ao período do Pleistoceno, uma vez que as transformações processam - se na natureza em diferentes escalas de tempo. Desta maneira, muitas mudanças ocorridas em dezenas, centenas ou milhares de

anos não podem ser percebidas a olho - nu, sendo necessária recorrer a equipamentos de precisão (SUGUIO, 2010). A inserção de novos métodos de análise em estudos de cunho geográfico tem ganhado ao longo das últimas décadas, lugar importante no cenário de pesquisas em diferentes escalas, tendo em vista contribuir para resultados mais detalhados dos eventos que condicionam a modificação da paisagem.

Estudos anteriores realizados por Tavares Júnior (2003), Luzardo (2006) Beserra Neta (2007), Fernandes Filho (2010) e Nascimento (2013) proporcionam um aporte de informação sobre a geologia e geomorfologia da serra do Tepequém a partir de dados de sensoriamento remoto, estudos do metamorfismo da serra do Tepequém, vulnerabilidade dos solos frente à ação garimpeira diamantífera, fácies deposicionais, estratigrafia e cobertura sedimentar, bem como a compartimentação geomorfológica da serra visando o entendimento da evolução da paisagem da região.

Neste contexto cabe destacar a necessidade do estudo mais detalhado dos depósitos coluvionares provenientes da dinâmica dos morros objetivando somar com as discussões anteriores sobre evolução da paisagem da serra do Tepequém. Ressaltando que entender a dinâmica facilitará a compreensão dos fatores responsáveis por sua evolução, tornando possível descrever a configuração tanto pretérita bem como atual da paisagem.

A serra do Tepequém devido às características naturais apresenta susceptibilidade aos processos erosivos, que influenciado pelo histórico de atividade garimpeira na década de 30, tornou-se um ambiente com grande vulnerabilidade, especificamente devido à remoção da vegetação. Os depósitos coluvionares apresentam um fator importante na compreensão da evolução da paisagem, uma vez que os mesmos são considerados como marcadores paleoclimáticos, indicando desta forma as constantes alterações das condições climáticas o qual as rochas e solos foram expostos.

Os colúvios são formados pelos processos de intemperismo e erosão de encostas de morros/colinas, depositando-se na forma de talús nas bases das vertentes. O estudo com o intuito da caracterização desses depósitos vem contribuir para identificar alguns períodos mais extremos em que ocorreram eventos erosivos e formação de novos depósitos de solo.

Neste contexto a aplicação de métodos mais pontuais por meio de análise morfológica, granulométrica e mineralógica, tem contribuído para detalhar as características distintas que

compõem cada tipo de solo. Tendo em vista que tais propriedades apresentam comportamento e resistência diferenciada aos agentes erosivos.

A escolha do tema é fruto de trabalhos anteriores já realizados, desde a graduação (licenciatura e bacharelado em Geografia) bem como na iniciação científica. A beleza cênica característica da região, despertou grandes curiosidades em interpretar de forma mais precisa, os eventos que ocasionaram tais formações na paisagem da serra do Tepequém – Roraima.

2. OBJETIVOS

2.1. GERAL

✓ Entender a dinâmica de evolução da paisagem atual da serra do Tepequém – Roraima, a partir da análise de depósitos coluvionares.

2.2. ESPECÍFICOS

Para alcançar o objetivo faz-se necessário a realização dos seguintes objetivos específicos:

- ✓ Espacializar os depósitos coluvionares através dos parâmetros morfométricos: altimetria, declividade e orientação das encostas;
- ✓ Caracterizar o ambiente de deposição dos sedimentos coluvionares;
- ✓ Caracterizar os sedimentos dos depósitos coluvionares segundo suas propriedades físicas (granulométrica e morfológica), mineralógica e química;

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1. CONCEITOS E FATORES DE FORMAÇÃO DOS DEPÓSITOS COLUVIONARES

A dinâmica ocasionada pela junção de fatores endógenos e exógenos acarreta o surgimento de formas diferenciadas na superfície terrestre. Os processos de intemperismo de rochas que ficam expostas a condições climáticas e ação de organismos são responsáveis pela formação do material inconsolidado que recobre a superfície.

Dentre esses materiais têm-se os depósitos coluvionares os quais recebem diversas conceituações. De acordo com Meis e Machado (1978), o termo colúvios ou depósito de encosta é utilizado para denominar os materiais resultantes do processo de recuo das vertentes e esculturação das rampas.

Na definição de Brand (1982) os colúvios podem ser derivados de qualquer rocha e composto de material grosseiro com predominância de blocos bem como material com granulometria fina. Já Lacerda e Sandroni (1985) descrevem como material de textura variada (blocos e grãos), transportados por gravidades que se acumulam no sopé ou pequenas distância de taludes mais íngremes, apresenta comportamento mecânico dúctil-plástico sem pico definido e com rede de fluxo bem estabelecida nos períodos chuvosos.

Em outra definição Bigarella, Bercker e Santos (1994) conceitua colúvios como todo material que sofreu deslocamento ao longo de vertente, sendo resultado da movimentação do elúvio, constituindo-se no material subsuperficial da paisagem.

Para Suguio (2010) os depósitos coluviais se constituem de material com aspecto maciço, compostos por sedimentos areno-argilosos, porém também podem conter fragmentos rochosos de vários tamanhos mais ou menos intemperizados. Complementa que, os depósitos coluviais com características mais espessos são encontrados em depressões de paleorrelevos ou em áreas onde os fenômenos de solifluxão foram particularmente intensos no passado.

De acordo com Casseti (2005) o colúvio refere-se ao material detrítico proveniente de locais topograficamente mais elevados, depositado em situação morfológica apropriada, como seções embaciadas, comumente associadas a processo de transporte. Tais depósitos podem corresponder ao resultado da movimentação do elúvio. Tratando-se, portanto, de material que foi produzido a montante, transportado por processos comandados pela ação da gravidade.

O colúvio pode ser geneticamente definido como material transportado em conjunto pelo escoamento superficial ou pela ação da gravidade, ao longo da vertente, até o seu sopé, onde normalmente assume maiores proporções, quando não é trabalhado ou retirado por outros processos, como o fluvial. Os colúvios são pouco estratificados ou não apresentam estratificação, sendo facilmente diferenciados dos solos originais (alterados *in situ*), algumas vezes facilmente identificados pela existência de paleopavimento que os separam dos materiais subjacentes (CASSETI, 2005).

Esses paleopavimento ou também linhas de pedra (*Stone-Line*) correspondem a horizontes de fragmentos angulosos a subangulosos, às vezes arredondados, de quartzo, couraças lateríticas, minerais pesados, ou de outros materiais resistentes à alteração química, presente no interior da cobertura pedológica em vastas áreas das zonas intertropicais (HIRUMA, 2007).

A distribuição dessas feições são amplas no Brasil e abrange grande diversidade abrangendo, uma grande diversidade de paisagens, desde as pradarias e baixos platôs do Rio Grande do Sul até as regiões florestadas de Rondônia, Amapá e Roraima, das colinas de Cuiabá até setores do Planalto da Borborema (AB'SÁBER, 1996).

Considerando as definições citadas anteriormente pode se definir que os depósitos coluvionares correspondem ao material que antes constituíam as vertentes, e que por ação dos agentes morfoclimáticos juntamente com a topografia, foram desagregados e transportados vertente a baixo, depositando na base e áreas adjacentes de morros e colinas.

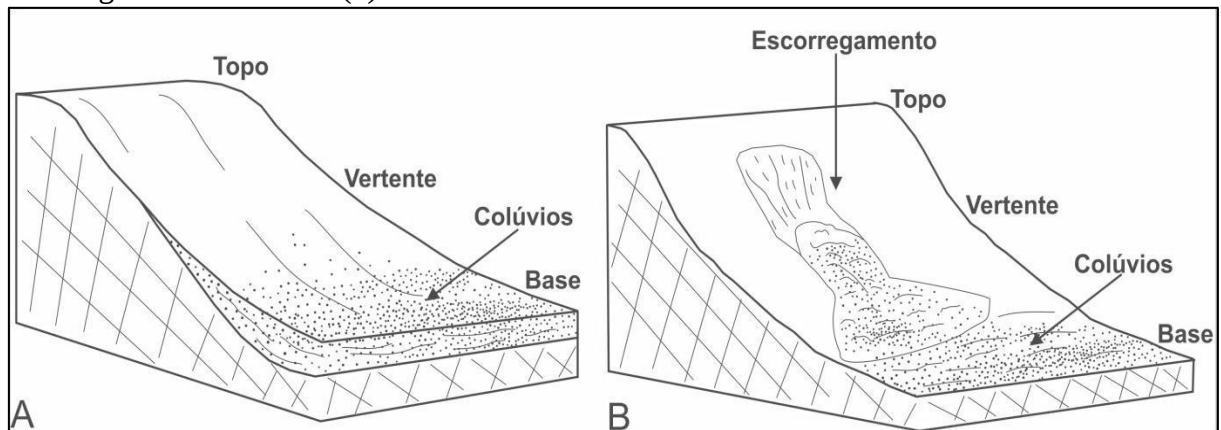
Os materiais que compõem a estrutura das vertentes incidem em estado de equilíbrio metaestável e que, em condições normais o desgaste da superfície por erosão é compensado pela continua alteração das rochas, mantendo-se dessa forma, o perfil do solo (BIGARELLA, 2007).

Os depósitos coluvionares segundo Soares e Politano (1997) são originados pela ação da gravidade, em que os sedimentos desagregados são transportado vertente a baixo e depositados a pequena distância entre o sopé e a média vertente. Este processo ocorre frequentemente em solos residuais e as semelhanças são mais aparentes, dificultando a identificação das camadas entre as mais jovens e mais antigas. Os autores ressaltam que a característica porosa e o ambiente de deposição são característica dos depósitos coluviais considerando o talús o ambiente de deposição desses materiais.

Segundo Lacerda (2002) a formação dos depósitos coluvionares também pode estar relacionada a dois processos erosivos atuando continuamente e intermitentemente. O primeiro processo é a erosão superficial, ou laminar, em que a água, ao escorrer pela superfície da encosta, carrega partículas de solos para as cotas mais baixas. Este solo é depositado suavemente e acrescenta poucos centímetros à camada superficial da encosta a cada evento (Figura 1/A).

O outro processo é mais violento, pois ocorre quando uma porção do solo escorrega e se deposita sobre a própria encosta. Esta nova capa de colúvio pode acrescentar vários metros de uma só vez aos depósitos de encostas e deixa marcas expressas na paisagem (Figura 1/B).

Figura 1 - Processos de formação dos depósitos coluvionares, erosão superficial (a), escorregamento de massa (b).



Elaboração: Talita Suelen Carvalho Silva, 2016.

O reconhecimento e identificação das camadas coluviais não pode se restringir apenas a análise descritiva, pois o ambiente de deposição pode ter passado por modificações que alterem a acomodação das camadas por eventos posteriores.

O estudo dos depósitos bem como dos processos atuais e das características dos ambientes de sedimentação, propiciam quadros e padrões de referência que orientam a interpretação dos depósitos antigos (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Os colúvios são corpos sedimentares resultante dos eventos evolutivos do Quaternário, e mesmo respondendo por até 50% da cobertura superficial da paisagem em algumas áreas tropicais, não integram a paisagem de maneira contínua, mas descontinuamente e pouco espessa devido a breve duração dos processos e resulta da intensa interação entre erosão e

sedimentação, o que pode conforme o evento, ser remobilizado sucessivamente por ciclos erosivos de intensidade variada (RIBEIRO, LIMA, CORREA, 2012).

Na ação erosiva, diversos fatores exercem influência na dinâmica das vertentes e consequentemente na formação dos colúvios. Corrêa (2001) destaca seis fatores: hidrologia e topografia (ressaltando um controle do último elemento sobre o primeiro); clima e vegetação (apresenta papel essencial na produção de sedimentos, bem como diminuir os riscos de deslizamentos); declividade da encosta apresenta estreita relação com a velocidade do escorregamento dos sedimentos; condicionantes litológicos (relacionado à resistência dos materiais (rochas) ao intemperismo, tipo de permeabilização futura e com a textura) e o grau de intemperismo da rocha mãe corresponde a outro fator que exerce um papel importante na ocorrência de deslizamentos associados à formação de colúvio.

Entre as áreas de conhecimento, o estudo dos depósitos tem se tornado mais expressivo. De acordo com Ribeiro, Lima e Correa (2012) os geólogos, por exemplo, destacam-se entre esses pesquisadores que antigamente deram pouca importância. Mas hoje, com a expansão da geotécnica como suporte a construção de obras, a geologia passou a olhar para os colúvios não mais como apenas um material inconsolidado que recobre a superfície, mas que, além disso, tem valor importante na sustentação de obras e na exploração de recursos minerais.

Já para os pedólogos, a importância do estudo refere-se ao uso agrícola das áreas recobertas por colúvios e os Geomorfólogos que reconhecem sua importância como depósitos que podem explicar a evolução das superfícies geomórficas bem como um marcador das mudanças climáticas.

O material sedimentar proveniente da erosão em encostas apresenta um papel importante na análise da transformação da paisagem, pois os mesmos refletem as perturbações pelas quais o ambiente foi submetido.

Melo (2008) destaca que a gênese dos colúvios encontra-se relacionada a eventos climáticos que desestabilizam a paisagem e por isso, torna-se necessário entender os processos responsáveis por sua formação para que se possam fazer inferências sobre os paleoambientes de forma mais precisa:

As evidências mais importantes das alterações climáticas estão nas superfícies erosivas que separa os colúvios, que constituíram no passado os pedimentos detrítico. A constituição desse pavimento se dá a partir da formação de transporte de

cascalho que estariam vinculados a uma mudança climática direcionada a um período seco esporádico, possivelmente semelhante ao semiárido moderado, com a vegetação rala e esparsa, suficientemente aberta ao ponto de promover a reativação momentânea de uma morfogênese mecânica, onde o ambiente mais seco favorece que a erosão laminar retire os sedimentos mais finos, deixando na superfície os de maior granulometria (MELO, 2008).

Os sedimentos que constituem esses depósitos coluvionares se estabelecem como indicadores das variações climáticas, uma vez que as mudanças abruptas de temperatura ocasionam a remoção intensa de sedimentos gerando a formação dos mais variados depósitos em base de morros e áreas aplainadas.

Relacionado à caracterização dos depósitos coluvionares, diversos trabalhos têm demonstrado as diferentes propriedades físicas dos colúvios que são influenciadas tanto pelos eventos que desencadearam a formação bem como pelo ambiente de origem.

O estudo da micromorfologia de solos desses depósitos permite deduzir a taxa de intensidade do intemperismo, podendo ajudar na elucidação da formação dos colúvios, pois o mesmo altera a tensão residual dos materiais alterados ou retrabalhados, deixando na paisagem vestígios de paleoambientes.

No âmbito internacional pesquisas sobre depósitos coluvionares foram realizadas por Mitusov et. al. (2014) no Norte da Alemanha, em uma área próxima ao lago Belau. O referido estudo teve como objetivo identificar a distribuição espacial dos depósitos coluviais em micro escala entre a correlação da espessura das camadas coluviais com variáveis morfométricas (MVS) da superfície atual.

No caso de estudos no âmbito brasileiro, diversos trabalhos relacionados aos depósitos de encostas têm contribuído para o conhecimento mais detalhado desses sedimentos. Gauttieri e Toledo (1996) realizaram a identificação e interpretação dos processos de intemperismo e formação dos depósitos coluvionares nas terras altas tropicais, do planalto de Itatiaia, no nordeste brasileiro, através da caracterização por granulometria, mineralogia e micromorfologia, identificando que esses depósitos foram originados por movimentos de massa do regolito, Mudanças nas características de intemperismo, e que os processos das vertentes sugerem variações ambientais nas condições do Planalto Itatiaia desde o final do Pleistoceno.

O estudo dos depósitos quaternários realizado por Melo (2008) foi baseado nas relações existentes entre os sedimentos e as paleodrenagens, ressaltando assim a compreensão da gênese das formas atuais. O referido autor utilizou métodos de caracterização por difração de Raio-X, análises sedimentológicas e por fim a datação absoluta por LOE (Luminescência opticamente estimulada).

Silva e Corrêa (2009) que estudou os colúvios em regiões de Pernambuco, através do uso da micromorfologia, tais estudos identificou a gênese dos pacotes de colúvios a ciclos de pedogênese/morfogênese sob diferentes combinações de semiaridez que atuam na área desde o Pleistoceno Superior.

No que se refere à evolução das encostas do modelado brasileiro, Moura e Silva (2012) chama a atenção para as características das paisagens tropicais. Estas apresentam cobertura do relevo por materiais inconsolidado (regolito), provenientes da alteração *in situ* do substrato rochoso (elúvio) e da remobilização deste por processos de encosta e fluvial (cobertura sedimentares). Os depósitos de encostas (colúvios) oriundos da recorrência de processos erosivos sobre o regolito instabiliza-o com frequência, gerando sucessivas camadas superpostas de materiais coluviais, posteriormente pedogeneizados.

Atualmente 3 idades foram adquiridas entre as camadas superficiais em três voçorocas situadas na Serra do Tepequém, através de radiocarbono. A primeira refere-se a camadas abaixo de linha de seixo com idade mínima de 3.822 anos AP e 1.993 anos AP, correspondendo aos paleossolos e a terceira com idade de 2.206 anos AP correspondendo ao material arenoso acima das linhas de pedra sendo considerado material alóctone. Portanto considerados como material recente (BESERRA NETA, 2007).

3.2. GEOTECNOLOGIA APLICADA A ESTUDOS DE CUNHO GEOGRÁFICO

A inserção das geotecnologias aos estudos de cunho geográfico está relacionada à eficácia obtida pela mensuração de inúmeros aspectos físicos que compõem a superfície terrestre. Estudar e analisar um corpo sólido situado na superfície sem que haja o contato direto tem contribuído para esta disseminação.

Segundo Fitz (2008) o estudo do espaço geográfico e dos aspectos ambientais nele inseridos pressupõe uma série de conhecimentos e informações que podem ser trabalhados de

maneira mais ágil, fácil e rápida com a utilização de novas tecnologias. A ciência geomorfológica que estuda o relevo através de sua gênese e composição bem como os processos atuantes tem como importante ferramenta a utilização das geotecnologias.

O Sistema de Informações Geográficas - SIG pode ser definido “como um sistema constituído por um conjunto de programas computacionais, o qual integra dados, equipamentos e pessoas com o objetivo de coletar, armazenar, recuperar, manipular, visualizar e analisar dados espacialmente referenciados a um sistema de coordenadas conhecido” (FITZ, 2008).

A aplicação de SIG gera produtos o quais podem ser mensurado aspectos físicos como fenômenos climáticos, humanos, sociais e econômicos tanto de forma isolada como ação mútua de vários fenômenos. De acordo com Florenzano (2002) as imagens obtidas a partir do sensoriamento remoto proporcionam uma visão do conjunto multitemporal de extensas áreas da superfície terrestre e partir de uma visão sinóptica do meio-ambiente ou da paisagem é possível realizar estudos regionais e integrados que envolvam vários campos do conhecimento.

Desta forma, o sensoriamento remoto possibilita realizar o monitoramento de qualquer parte da superfície terrestre. Esta funcionalidade permite mostrar os ambientes e a sua transformação, destacando os impactos por fenômenos naturais, como exemplo as inundações e erosões do solo (FLORENZANO, 2002).

Os novos sensores remotos produzem dados com melhores resoluções espacial, espectral, radiométrica e temporal, permitindo mapear, medir e estudar uma variedade de fenômenos geomorfológicos e ambientais, com maior rapidez e precisão nunca antes obtidos. Atualmente os pares de estereoscópicos digitais são obtidos por sensores remotos ópticos a bordo de satélites, e dados topográficos de radar como os da missão SRTM (*Shuttle Radar Topographic Mission*) (FLORENZANO, 2002).

O avanço do sensoriamento remoto não se restringe apenas na qualidade das imagens, portanto cabe ressaltar que esses dados “permitem visualizar o espaço geográfico em três dimensões e, utilizando um SIG, obter de forma automática, variáveis morfométricas (altitude, declividade, orientação de vertentes, etc.) que são essenciais nos estudos geomorfológicos, pedológicos e ambientais” (FLORENZANO, 2002).

Outro fator que contribui para esta disseminação refere-se a instituições e organizações científicas que por meio de sites, fornecem em parte, gratuitamente uma série de imagens digitais a exemplo do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS).

Inúmeras pesquisas já foram realizadas usando como base a aplicação dessas geotecnologias. O projeto RADAMBRASIL (1975) que realizou um levantamento dos recursos naturais do Brasil através da interpretação preliminar e utilização de imagens de RADAR auxiliadas por diversos sensores, além de sobrevoos onde foi possível descrever como exemplo a distribuição da fisionomia.

Na região amazônica, mais precisamente em Roraima, tem como exemplo o projeto Roraima Central, desenvolvido pela CPRM (1999), que realizou um levantamento dos aspectos geológicos na porção central do estado de Roraima. Estudos realizados por Beserra Neta e Tavares Júnior (2008) descreveram a geomorfologia da porção norte do estado de Roraima por Imagens de Sensores Remotos.

Na porção centro - nordeste do estado de Roraima situa-se o grabén do Tacutu, este foi alvo de pesquisa desenvolvida por Gauger, Tavares Júnior e Beserra Neta (2013) que realizaram uma análise tectono-estrutural na borda do grabén na porção sudeste (município de Mucajaí) a partir de fotointerpretação de imagens multiespectrais do sensor TM (LANDSAT5). A área da bacia possui evolução condicionada à tectônica preexistente do Cinturão Guiana Central, com lineamento estrutural que corresponde à zona de cisalhamento transcorrente. Este se estende como feição linear de relevo onde ocorre o encaixamento da rede de drenagem orientado para NE-SW.

Em outra perspectiva mais abrangente Nascimento, Tavares Júnior e Beserra Neta (2014) realizaram o mapeamento geomorfológico por meio da análise morfoestrutural a partir de técnicas fotointerpretativas da região centro - nordeste do grabén do Tacutu. A compartimentação geomorfológica desta área é constituída por relevos residuais marcando as bordas do grabén, e residuais vulcânicos com sequência areníticos situadas no interior do grabén.

Estudo sobre os compartimentos geomorfológicos na serra do Tepequém foram realizados por Nascimento, Beserra Neta e Tavares Júnior (2012) através da aplicação de fotointerpretação em imagens de Sensores remotos e produtos integrados via IHS. Como

resultado foi gerado produtos como os mapas morfoestruturais e de formas de relevo combinados com o produto integrado via IHS para a visualização das estruturas locais, confirmando a ocorrência de variadas formas de relevo, fortemente condicionadas ao arranjo estrutural no topo da serra do Tepequém. Entre estas destacam - se: a) escarpas erosivas; b) encosta; c) morros residuais alinhados, orientados nas direções NE-SW e E-W e d) planícies Intermontanas.

Pesquisa referente aos solos e a cobertura vegetal foram realizadas por Almeida (2015) visando à classificação e distribuição de acordo com a compartimentação topográfica a partir de dados de sensoriamento remoto dessas fisiografias no topo da serra do Tepequém. Foram identificados 7 classes de solos e três tipos vegetacionais. A relação entre relevo e vegetação indicou que as áreas de encostas apresentam Savana Arbórea e nas planícies a Savana Gramíneo-lenhosa. Em relação a solos e vegetação foi constatado que os Cambissolos e Latossolos estão em áreas de floresta Ombrófila Densa. Já os Neossolo Litólico estão recobertos por Savana Arbórea Aberta e Gleissolo Háptico por Savana Gramíneo-lenhosa.

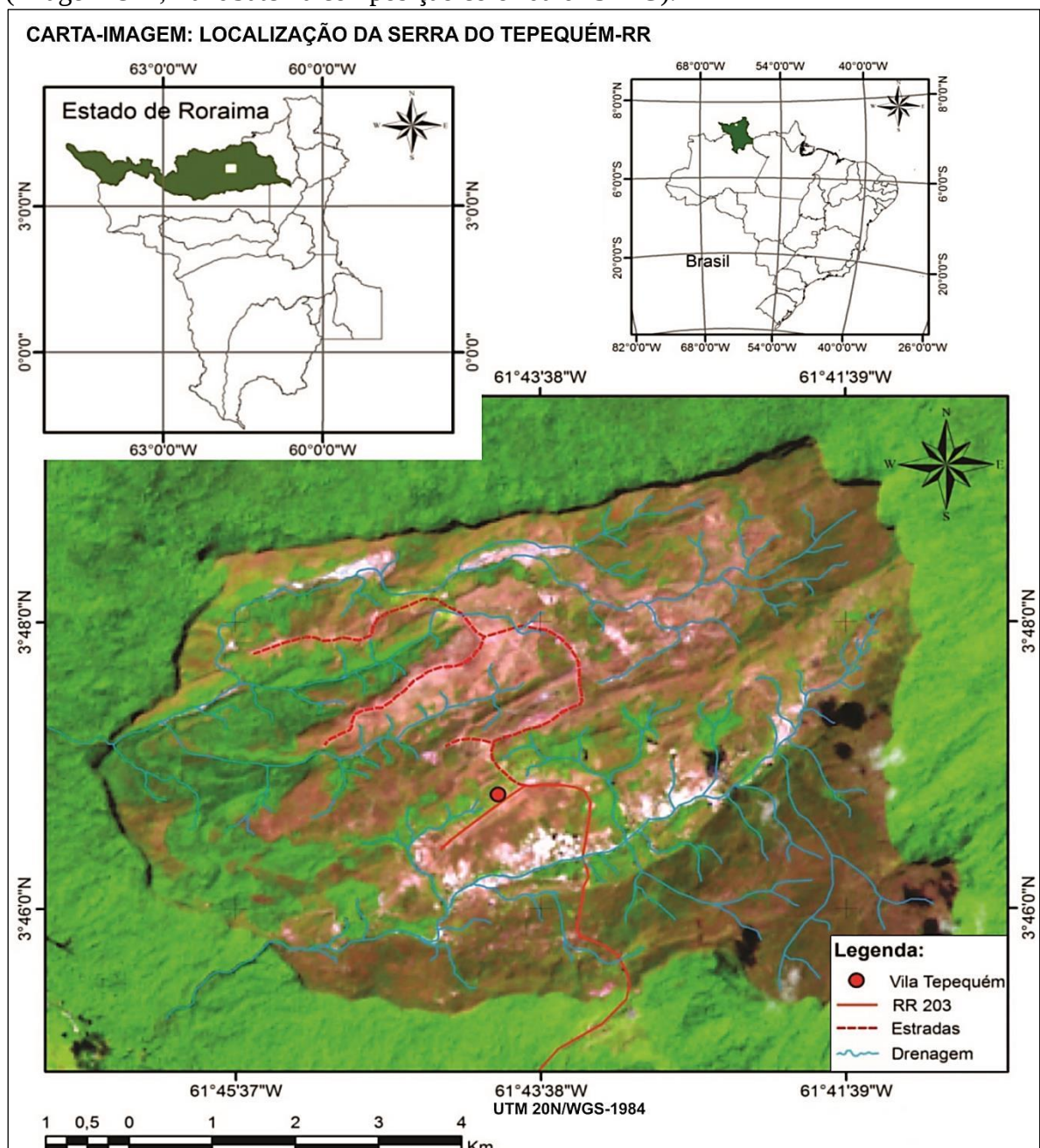
A geotecnologia também é utilizada no mapeamento geomorfológico, com intuito de identificar a deposição de depósitos do quaternário como foi estabelecido em trabalhos de Melo, Silva e Corrêa (2012). Foram identificados modelados de denudação tais como Unidade Pedimentar (remoção de sedimentos); Unidade Residual (corpos intrusivos isolados, delimitados por encostas íngremes sob a influência do intemperismo físico); Unidade de Cimeira (níveis conservados da dissecação vertical nos topos dos compartimentos planálticos e maciços residuais). Os Modelados de Acumulação são as Encosta de Agradação (áreas de relevo ondulado situados na transição entre a cimeira da serra e os pedimentos) e Plauto Aluvial (áreas baixas e planas ao longo dos vales em que a unidade geomórficas é limitada pelas encostas, pedimentos com cobertura detrítica e, em alguns pontos, transita lateralmente para rampas de colúvio-alúvio).

4. CARACTERIZAÇÃO FISIOGRAFICA DA ÁREA DE ESTUDO

4.1. LOCALIZAÇÃO DA SERRA DO TEPEQUÉM

A serra do Tepequém limitada pelas coordenadas UTM 20N 635460E e 414500N e 64700E e 422700N, fica localizada no município de Amajari, na porção Norte do estado de Roraima. A distância aproximadamente é de 210 km da capital Boa Vista, sendo as principais vias de acesso a BR174 – sentido Pacaraima e RR203 – sentido Amajari (Figura 2).

Figura 2 - Mapa com a localização da área de estudo – serra do Tepequém, estado de Roraima (Imagem OLI, LandSat8 na composição colorida 6R5B4G).



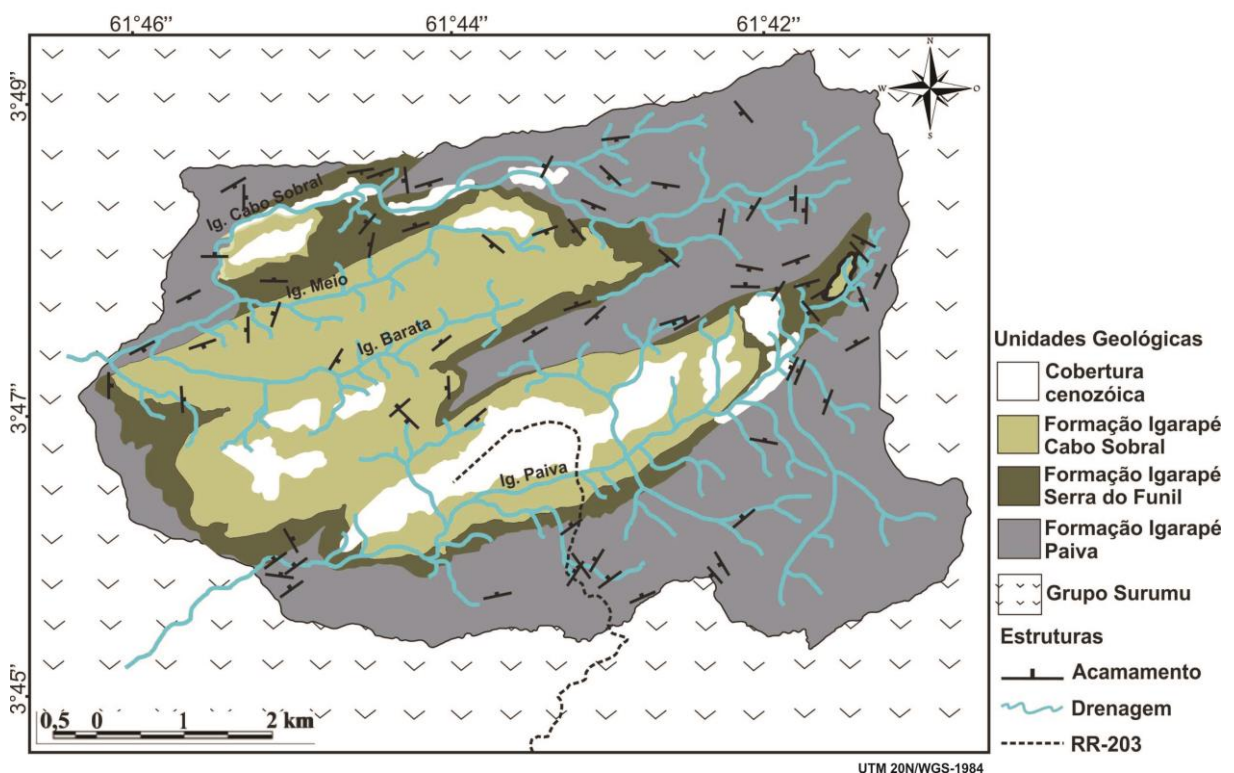
Elaboração: Talita Suelen Carvalho Silva, 2015.

4.2. GEOLOGIA

A serra do Tepequém, situada na porção centro - norte do Escudo da Guiana é um testemunho constituído por rochas, correlacionadas ao grupo Arai e Suapi, do Supergrupo Roraima, de idade paleoproterozóica. A serra consiste em uma sucessão sedimentar na forma de mesa, assentada discordantemente sob rochas vulcânicas do Grupo Surumu (FERNANDES FILHO, 2010).

De acordo com Fernandes Filho (2010) a sucessão siliciclástica paleoproterozóica da serra é constituídos por arenitos, conglomerados, pelitos e ritmitos arenito/pelito, pertencentes às formações Igarapé Paiva, serra do Funil e Formação Igarapé Cabo Sobral, todas correlacionadas à porção basal do Supergrupo Roraima (Figura 3). As principais exposições de rochas são encontradas em voçorocas e as margens dos igarapés do Paiva, Cabo Sobral e do Barata, também ocorrem afloramentos em paredões, encosta de morros, leito de antigas estradas, cachoeiras e canais artificiais.

Figura 3 - Unidades Geológicas da serra do Tepequém – RR.
MAPA GEOLÓGICO DA SERRA DO TEPEQUÉM - RR



Fonte: Fernandes Filho (2010).

4.3. GEOMORFOLOGIA

A serra do Tepequém é um testemunho isolado cuja altitude máxima pode atingir cerca de 1.100 metros. A paisagem que circunda a serra é formada por planaltos dissecados, bordejados por pediplanos intramontanos, bem como, relevos residuais que se individualizam nas extensas áreas de planícies (Figura 4).

O topo apresenta uma morfologia irregular constituída por conjunto de morros, colinas e vales encaixados, que circundam áreas de planície, com altitudes variando entre 575 a 670 metros (BESERRA, COSTA, BORGES, 2007).

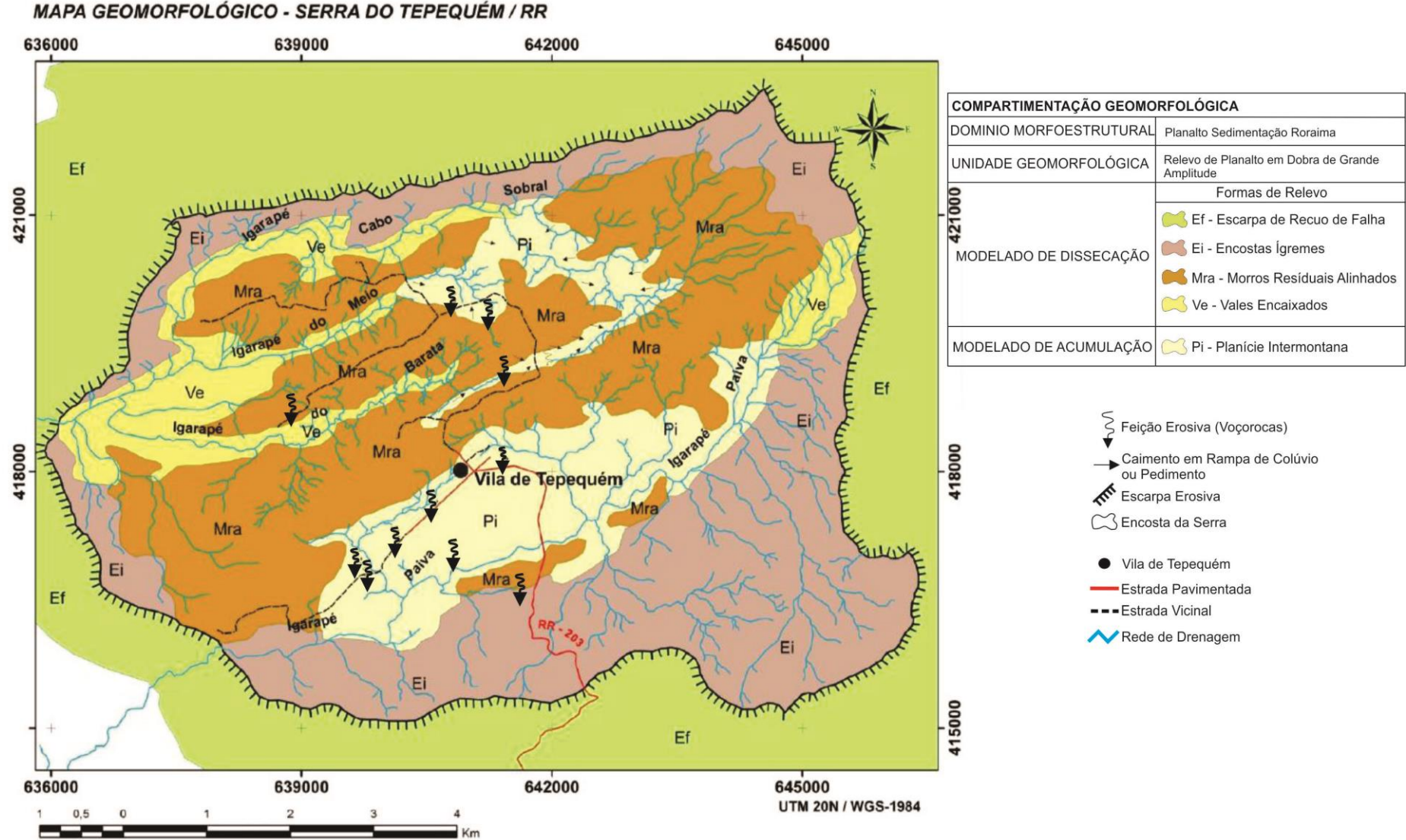
Figura 4 - Planaltos dissecados que bordejam a serra do Tepequém - RR.



Foto: Talita Suelen Carvalho Silva, 2016.

Recentemente pesquisas realizadas por Nascimento, Tavares Júnior, Beserra Neta (2012) contribuíram para a identificação de compartimentos geomorfológicos no topo da serra, apresentando várias formas de relevo, destacando as escarpas erosivas (resultante do trabalho de erosão das encostas composta por sedimentos que formam o talude da serra), encosta (morfologia configurada pelas bordas da serra, bordejada pelas escarpas fortemente abruptas ao longo de todo o topo da serra com altitudes de 1.100 metros), morros residuais alinhados (resultantes dos processos erosivos têm altitudes que variam entre 680 a 900 metros). Estes compartimentos estão representados no mapa a seguir (Figura 5).

Figura 5 - Compartimentos geomorfológicos do topo da serra do Tepequém - RR.

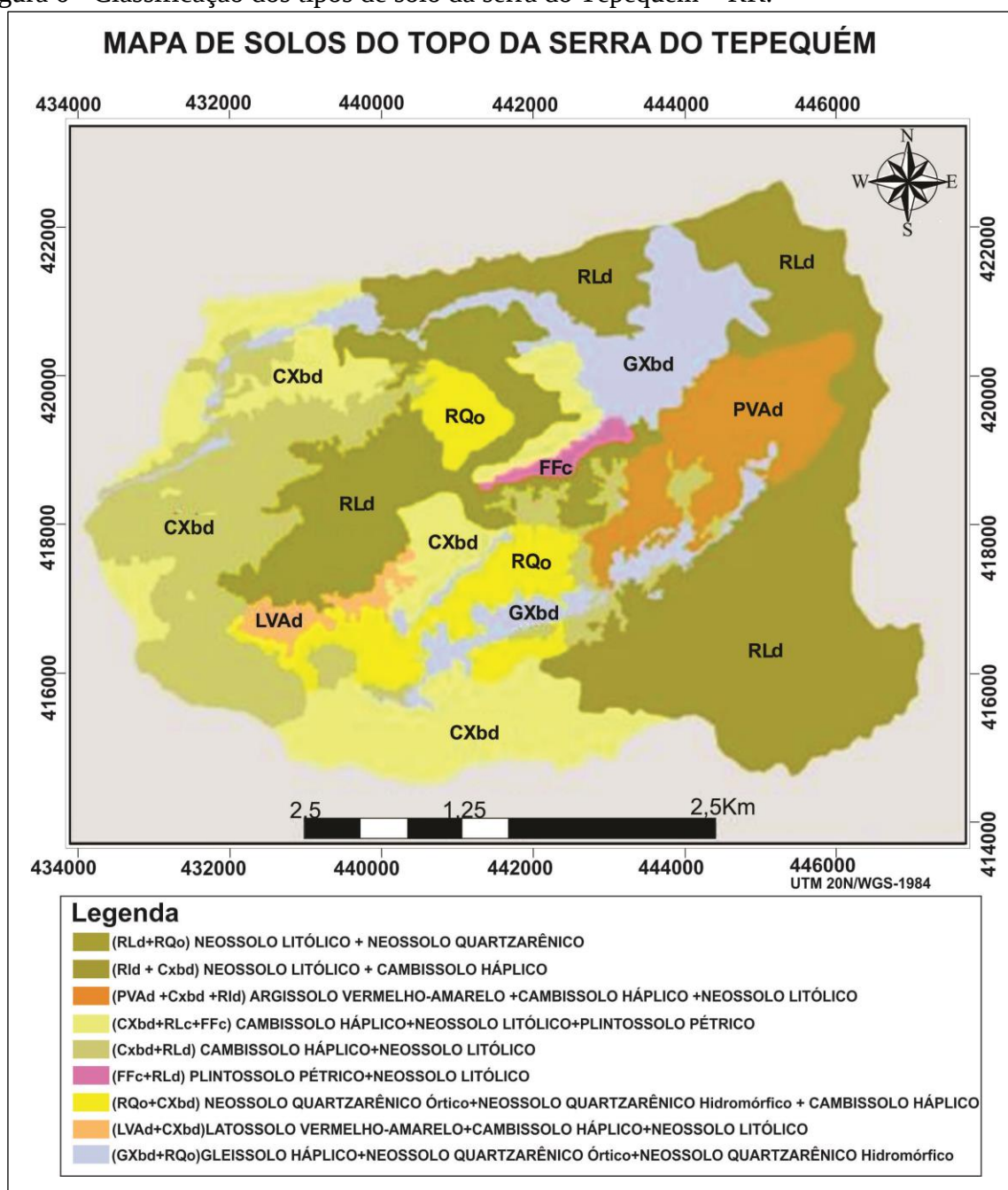


Fonte: Nascimento et. al. (2012).

4.4. PEDOLOGIA

A caracterização dos solos que compõem o topo da serra do Tepequém foi realizada atualmente por Almeida (2015) identificando 7 classes de solos: Cambissolo Háplico (33,6%), Neossolo Litólico (30,5%), Neossolo Quartzarênico (9,8%), Argissolo Vermelho-Amarelo (6,8%), Plintossolo Pétrico (2,5%), Latossolo Vermelho-Amarelo(3,7%) e Gleissolo Háplico (13,1%). Para cada classe de solo manteve-se o agrupamento de dois ou mais classes de solos (Figura 6).

Figura 6 - Classificação dos tipos de solo da serra do Tepequém – RR.



Fonte: Almeida (2015).

4.5. VEGETAÇÃO

A vegetação característica da área de estudo apresenta formações diferentes, modificando - se de acordo com a superfície o qual se estendem. De acordo com Silva (1997) nas escarpas e encostas da serra a cobertura vegetal é constituída pela floresta ombrófila densa de grande porte e copas frondosas (Figura 7).

No topo da serra o cenário modifica – se apresentando formações por gramíneas e nas áreas planas intercaladas com formações arbustivas de porte médio, denominada de savana estépica aberta (Figura 8).

Nos vales e encostas a cobertura é composta pela savana estépica arbórea (Figura 9). Nas áreas de vales encaixados, ocorre a presença da floresta ombrófila densa, formando matas de galeria, devido à alta concentração de umidade dos igarapés que cortam a serra.

Figura 7 - Imagem parcial da encosta sudoeste da serra do Tepequém com destaque para a cobertura vegetal floresta ombrófila.



Foto: Talita Suelen Carvalho Silva, 2015.

Figura 8 - Vegetação composta por gramíneas, intercalada pela savana estépica aberta que recobre as áreas de planície da serra do Tepequém - RR.



Foto: Talita Suelen Carvalho Silva, 2016.

Figura 9 – Vegetação savana estépica arbórea predominante nos vales e encostas no topo da serra do Tepequém - RR.



Foto: Talita Suelen Carvalho Silva, 2013.

Dentre as espécies encontradas na serra do Tepequém tem - se as samambaias pteridófitas. Estas por sua vez são mais presentes nas áreas onde se encontram instalados feições erosivas como as ravinas e voçorocas (Figura 10).

Figura 10 - Samambaias pteridófitas situadas nas áreas de planície próximas às feições erosivas na serra do Tepequém, RR.



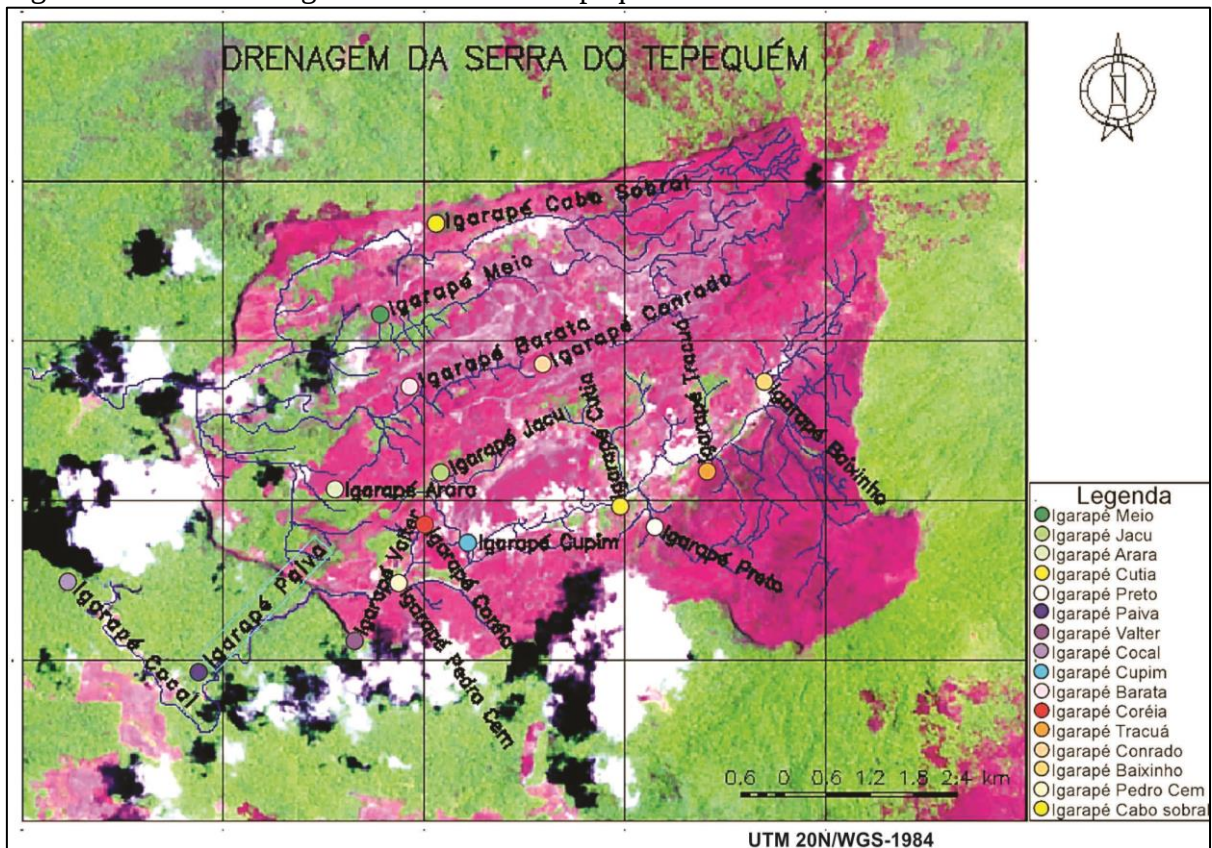
Foto: Talita Suelen Carvalho Silva, 2016.

4.6. HIDROGRAFIA

O sistema hidrográfico da área de estudo segue preferencialmente as zonas de fraqueza das rochas a exemplo das falhas e fraturas correspondentes a direções preferenciais NE – SW. Os principais cursos são representados ao norte pelo igarapé Cabo Sobral e ao Sul pelo igarapé Paiva.

Outros foram identificados em pesquisa realizada por Nascimento (2012) como igarapé do Meio, Jacu, Arara, Cutia, Preto, Valter, Cocal, Cupim, Barata, Coréia, Tracuá, Conrado, Baixinho, Pedro Cem, todos situados no topo da serra (Figura 11).

Figura 11 – Rede hidrográfica da serra do Tepequém - RR.

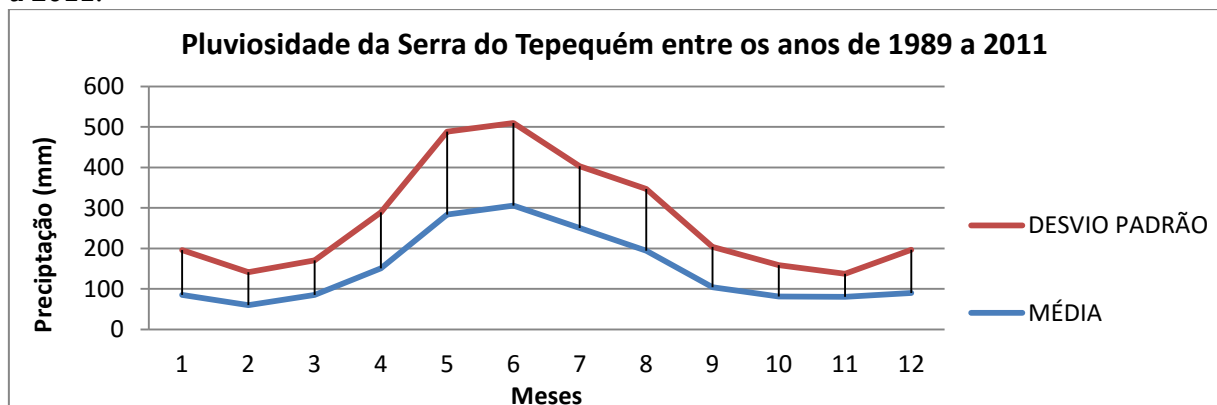


Fonte: Nascimento, 2012.

4.7. CLIMA

Segundo a caracterização de Koppen, o clima predominante na região é o clima tropical úmido, tipo *Am* (BRASIL, 1975). O período chuvoso corresponde aos meses de abril a agosto. A precipitação média entre os meses chuvosos atingiu cerca de mm entre os anos de 1989 a 2011 (Figura 12).

Figura 12 - Gráfico da precipitação média/anual da serra do Tepequém entre os anos de 1989 a 2011.



Elaboração: Talita Suelen Carvalho Silva, dados da ANA (2012).

5. MATERIAIS E MÉTODOS

5.1. MATERIAIS UTILIZADOS

O estudo dos depósitos coluvionares da serra do Tepequém foi realizado mediante a interpretação de dados bibliográficos (livros, artigos científicos) a cerca dos conceitos e metodologias que norteiam a pesquisa, dados cartográfico de sensores remotos bem como aquisição de dados obtidos *in situ* e atividades em laboratório.

5.1.1. Levantamento cartográfico de imagens digitais de sensores remotos

O levantamento cartográfico constou com aquisição de imagens digitais em dois bancos distintos tanto no âmbito nacional como internacional (Figura 13). O primeiro banco de dados utilizado refere-se ao do Serviço Geológico dos Estados Unidos - USGS, o qual foi adquirido à imagem Landsat8 do sensor OLI. Esta foi utilizada para confecção dos mapas temáticos referente à localização da área de estudo, pontos de amostragem e espacialização das áreas de acúmulo dos sedimentos coluvionares.

O segundo banco de dados corresponde ao do projeto TOPODATA, o qual foi realizado a aquisição de imagens do Shuttle Radar Topography Mission (SRTM). Estes foram utilizados para confecção dos seguintes mapas temáticos: hipsometria, declividade, orientação das vertentes, bem como perfis topográficos.

Figura 13 - Dados das imagens digitais de sensores remotos utilizados.

Imagem	Tipo	Sensor	Resolução	Banda	Referência
Landsat8 (233/57) setembro/2014	Óptica	OLI (Operation Land Imager)	30x30 e 15x15	(6R, 5G,4B) 8 - pancromática	http://earthexplorer .usgs.gov/
Shuttle Radar Topography Mission- SRTM (quadrante - 04n63)	Radar	-	30metros	L e X-	http://www.dsr.inp e.br/topodata/acess o.php.

Elaboração: Talita Suelen Carvalho Silva, 2016.

5.1.2. Tratamento e manipulação de imagens digitais

As imagens digitais do LandSat 8 adquiridas já são previamente georeferenciadas sendo necessário apenas correções atmosféricas. O tratamento para esta correção foi executado em ambiente SIG, através do SPRING 5.1.

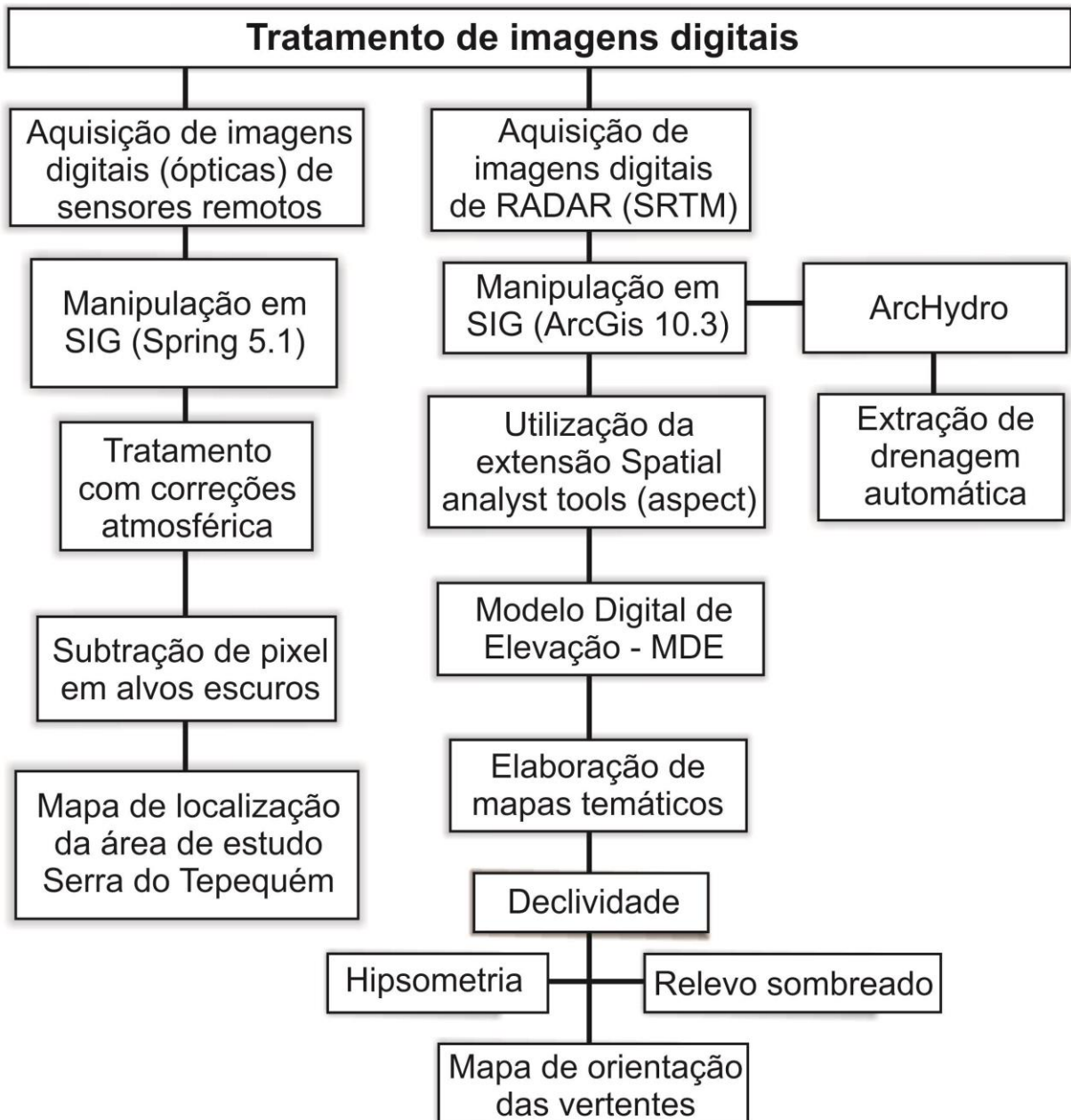
A radiação refletida pelos alvos da superfície terrestre passa por interferências em seu percurso antes de ser captada pelo sensor sendo necessária a correção para amenizar os efeitos espalhamento e absorção atmosférica. Neste caso, foi utilizada como método a subtração de pixel, que corresponde a valores (coordenadas UTM) de alvos escuros selecionados nas imagens, estes podem ser corpos d'água, sombras de nuvens, que apresentam níveis de cinza igual à zero.

Os valores desses alvos podem indicar a aplicação de padrões mais apropriados por faixas de altimetria. Através destes valores foram elaborados histogramas para cada banda das imagens com os respectivos valores de pixel zero. O cálculo para obter a imagem com efeitos atmosféricos atenuados consistiu na subtração dos valores médios para cada banda. Ao final do tratamento foi elaborado o mapa de localização da serra do Tepequém.

Em ambiente ArcGis 10.3, foi realizada a manipulação de dados do Modelo Digital de Elevação – MDE (SRTM). A metodologia para este procedimento baseou-se nas propostas de Valeriano (2008), que realizou a compilação de dados Geomorfométricos. A imagem do MDE foi compilada utilizando o pacote *Spatial Analyst*, da plataforma ArcGis 10.3, o modelo de elevação passou por ferramentas que extraiu dados tais como o cálculo de hipsometria, declividade e orientação das encostas. Foi realizado através do ArcHydro a extração da drenagem automática para compor os mapas, demonstrando a rede hidrográfica da serra.

O MDE também foi utilizado para a criação de perfis topográficos que são importantes para a compreensão das variações topográficas e determinação das unidades estruturais e compartimentos geomorfológicos. Este foi realizado a partir da seção transversal realizado na imagem sombreada, cujas especificações consistiu na aplicação de azimute de 135° (SE) e ângulo de iluminação de 30°, com exagero vertical de 3 vezes. As etapas de tratamento e manipulação estão descritas no fluxograma a seguir (Figura 14):

Figura 14 - Fluxograma com etapas de tratamento das imagens LandSat8 (OLI).



Elaboração: Talita Suelen Carvalho Silva, 2016.

5.2. ATIVIDADES DE CAMPO

Em campo foi realizada a caracterização fisiográfica da área a partir da observação *in situ* dos aspectos geológicos e geomorfológicos no topo da serra do Tepequém, visando à elaboração de blocos diagramas, para representar as formas de relevo bem como os ambientes de deposição dos sedimentos coluvionares, tanto na borda dos morros como áreas adjacentes.

Nesta etapa foi utilizado como auxílio à carta plani - altimétrica da folha vila Tepequém - 1: 100. 000 (IBGE, 1983).

Posteriormente a identificação dos ambientes de deposição dos colúvios na borda e encosta de morros/colinas, foi feito a descrição dos parâmetros tais como: altimetria, morfologia e inclinação das vertentes (inclinômetro), além da cobertura vegetal.

Foi realizada a aquisição de imagens fotográficas da paisagem regional da área de estudo por meio de câmera fotográfica digital, além da aquisição de coordenadas (UTM) dos pontos de amostragem de sedimentos/colúvios, através do sistema de posicionamento Global - GPS, para dar subsídio à elaboração do mapa dos ambientes de acumulação dos sedimentos coluvionares.

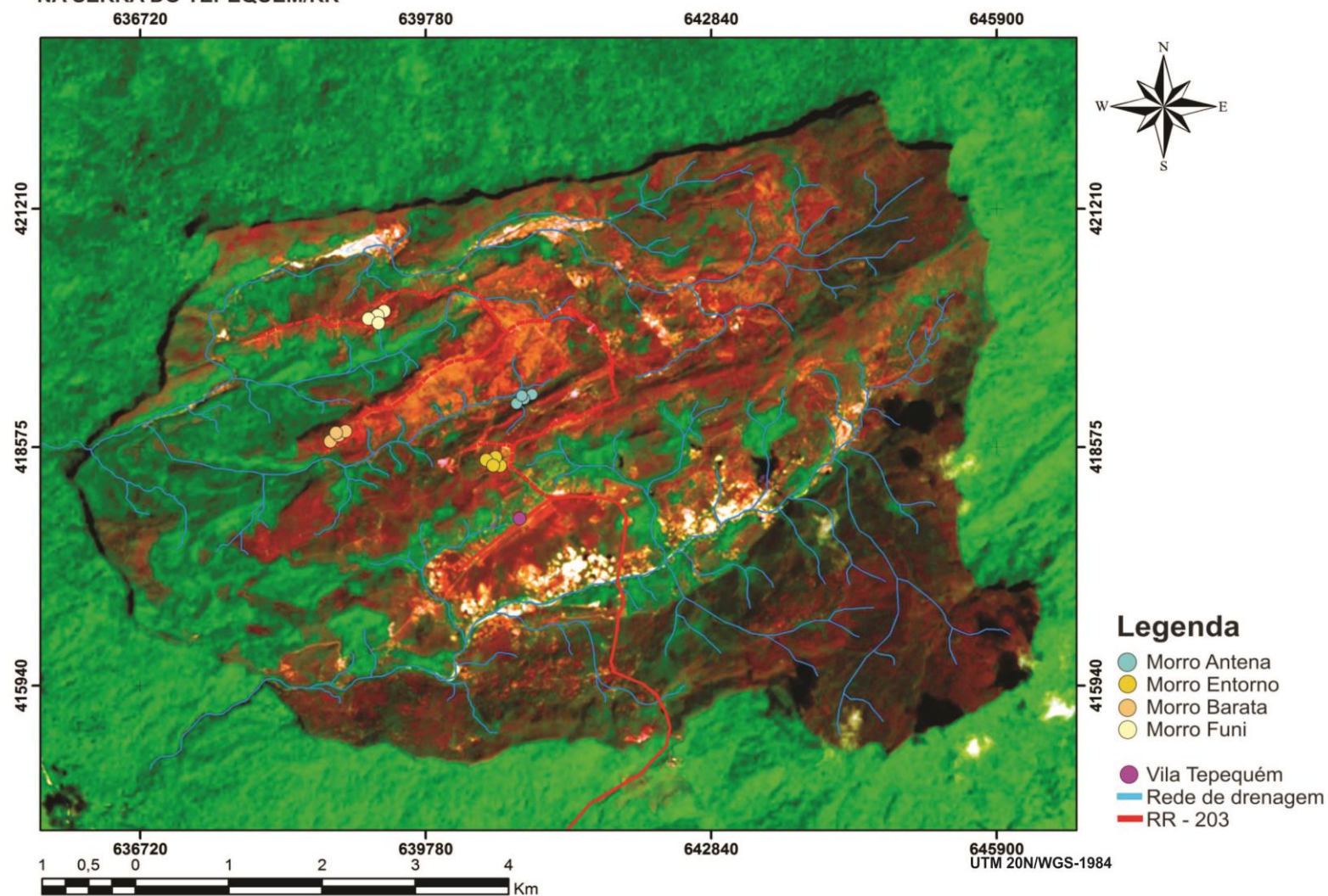
5.2.1. Coleta dos sedimentos

As coletas dos sedimentos coluvionares foram realizados entre os dia 21 e 23 de dezembro de 2015, correspondendo ao período seco do ano. Para as amostragens foram selecionados os morros da Antena (MA), morro do Entorno (ME), morro Barata (MB) e morro Funil (MF). Ambos situados na porção central e noroeste da serra do Tepequém (Figura 15).

Para coleta das amostras foi considerado a base dos morros, também denominado de franjas de colúvios. O procedimento iniciou-se a partir da base onde foram realizadas três amostragens e seguiu para a encosta com uma amostragem situada em média vertente. Todas as coletas foram feitas em três níveis de profundidade obedecendo ao intervalo de: 0-20 cm, 20-40 cm e 40-60cm, totalizando 48 amostras (Figura 16).

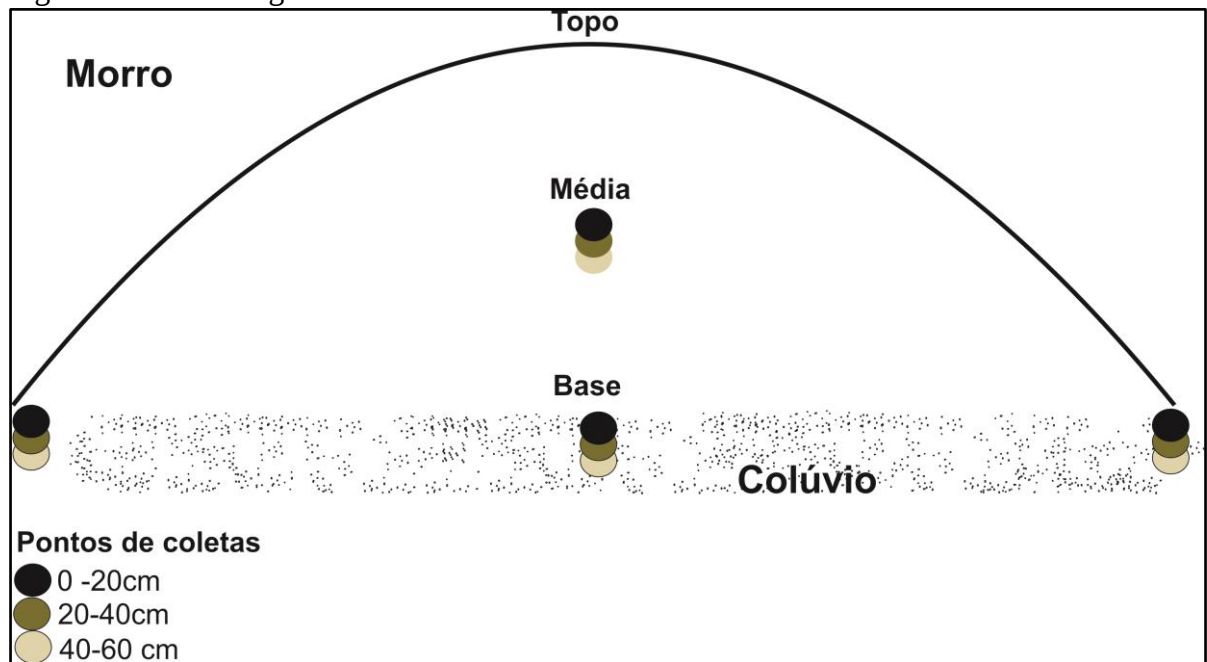
Figura 15 - Localização dos pontos de coletas dos sedimentos coluvionares.

CARTA-IMAGEM: AMOSTRAGEM DOS PONTOS DE COLETA DOS SEDIMENTOS COLUVIONARES NA SERRA DO TEPEQUÊ/RR



Elaboração: Foto: Talita Suelen Carvalho Silva, 2016.

Figura 16 - Amostragem da coleta dos sedimentos coluvionares.



Elaboração: Talita Suelen Carvalho Silva, 2016.

O procedimento de coleta consistiu na utilização de trado manual fincado no solo bem como utilização do GPS para aquisição dos pontos de controle das áreas de amostragem. Após coletadas, as amostras de sedimentos (colúvios) foram acondicionadas em sacolas plásticas e catalogadas para posterior análise em laboratório (Figura 17).

Figura 17 - Equipamentos utilizados na etapa de campo, GPS (A), bacias utilizadas como auxílio nas coletas em profundidade: 00-20cm, 20-40cm e 40-60 cm (B-C).

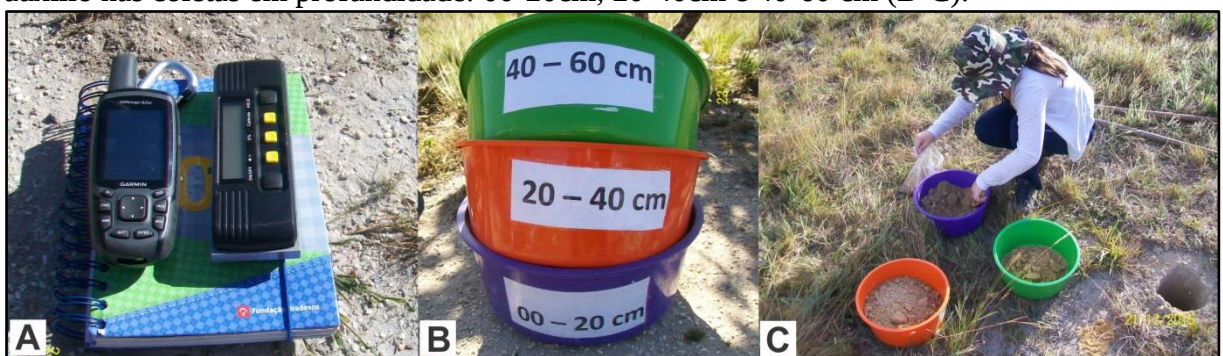


Foto: Talita Suelen Carvalho Silva, 2016.

5.2.2. Análise e grupamento de depósitos coluvionares

A análise e grupamento dos depósitos coluvionares foi realizada mediante a caracterização descritiva obtida em campo bem como complementada com dados de laboratório. Esta caracterização foi desenvolvida de acordo com a proposta estabelecida por

Rodriguez (2005). Para análise definiu-se os seguintes parâmetros básicos: **material fonte, origem/transporte, deposição e características.**

O material fonte foi dividido em gênese (determina o tipo de material), e litologia (determina a rocha de origem). A origem ou transporte foi utilizado para separar os tipos de movimentos de massa e iniciação. Os movimentos podem ser por queda, escorregamento planar, escorregamento rotacional, fluxo, rastejo, complexos e não identificados. Cabe também destacar os fatores que desencadearam o início dos movimentos de massa podendo ser fatores naturais (chuvas, gravidade, etc.), antrópico (corte, manejo) ou mista (quando ocorre a junção entre fatores naturais e antrópicos).

O parâmetro deposição avaliou a maneira como o material transportado foi depositado. Neste caso foi necessário analisar o grau de liberdade de deposição (deposição com ou sem preenchimento de vales e talvegues) bem como a possibilidade de manutenção e integridade do material durante a formação do depósito. Desta forma, subdividiu-se a deposição em: tipo (livre e canalizado) e classe (desagregada, bloco e mista).

O parâmetro características correspondeu ao depósito formado, obtidas a partir de verificação preliminar, bem como análise de trincheiras e coleta de materiais. As características compreenderam: abrangência, dimensões, contato, composição e aspecto. A delimitação do depósito, definido como abrangência, pode ser localizado, extenso ou regional. O termo localizado representou o depósito onde foi possível a delimitação total das dimensões. O termo extenso foi empregado para depósitos em que a delimitação é parcial. E o termo regional é usado quando o depósito é de difícil delimitação.

As dimensões compreenderam largura, comprimento, espessura máxima em perfil, altura e declividade do terreno. Para depósitos de Abrangência localizada, todas as dimensões podem ser determinadas. No caso de depósito de Abrangência extensa, admite-se que se determine apenas a declividade e a espessura. Já no caso de depósito de abrangência Regional, provavelmente, não é possível determinar nenhuma dimensão. Neste caso foi definido para os depósitos coluvionares da serra do Tepequém apenas a abrangência extensa (RODRIGUEZ, 2005).

No caso do contato foi considerada a rocha (sã ou fraturada), residual, colúvio, alúvio, argila orgânica e, ainda, linha de pedras. Para designar a composição foram utilizadas as nomenclaturas: grosseira, fina ou mista, pedregulho e bloco de rocha. Além da granulometria,

é importante se ter uma ideia da distribuição dos componentes do solo na massa. Assim sendo, optou-se por considerar como aspecto: heterogêneo, homogêneo, Laterítico e poroso. Todos os parâmetros citados anteriormente estão descritos na tabela a seguir: (Figura 18).

Figura 18 - Caracterização dos sedimentos coluvionares em: material fonte, origem e deposição.

Material fonte		Origem e/ou transporte		Deposição	
Gênese	Litologia	Movimentos	Iniciação	Tipo	Classe
Rocha Residual Colúvio Alúvio Eólico Outros	Ígnea Metamórfica Sedimentar	Quedas Escorregamentos Fluxo Rastejo Complexo Não identificado	Natural Antrópica Mista	Canalizado Livre	Em bloco Desagregado Misto
Características					
Abrangência	Dimensões	Contato	Composição	Aspecto	
Localizado Extenso Regional	Largura Comprimento Espessura Declividade	Rocha Residual Colúvios Alúvio Orgânico Linha de pedras	Grossoiro Fina Mista (Argila, silte, areia, bloco e pedregulho).	Homogêneo Heterogêneo Laterítico Poroso	

Fonte: Rodriguez, 2005.

5.3. TÉCNICAS EM LABORATÓRIO

Após as atividades de campo foi realizado em laboratório a elaboração dos blocos diagramas, croquis e realces nas imagens com o aplicativo Corel Draw x7, além de mapas e tratamento dos sedimentos descritos a seguir:

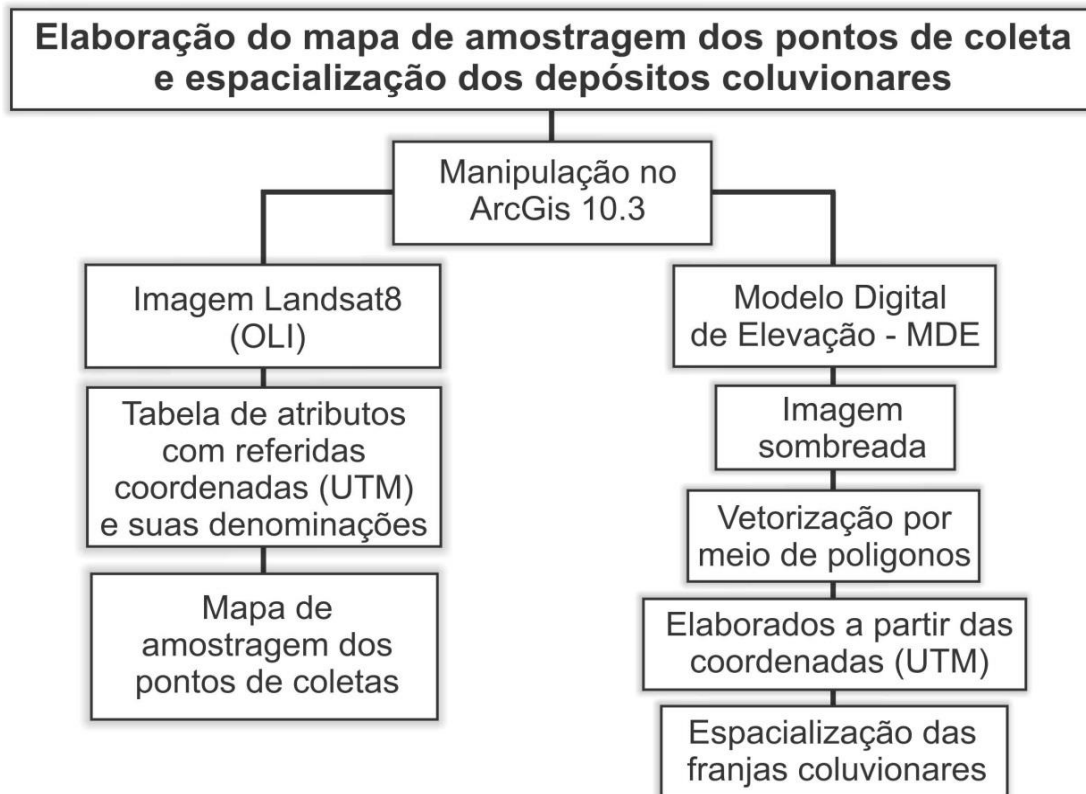
5.3.1. Elaboração do mapa de espacialização dos depósitos coluvionares e de amostragem dos pontos de coleta dos sedimentos

O mapa de amostragem foi elaborado a partir da imagem digital Landsat8 (OLI) com composição colorida (6R5G4B). Os pontos de controle (coordenadas UTM) foram inseridos em planilha (Excel) com suas respectivas denominações.

O mapa de espacialização das áreas de deposição dos sedimentos coluvionares, foi elaborado a partir da vetorização por polígonos sob a imagem sombreada (SRTM) onde foram delimitados primeiramente os compartimentos do relevo baseando-se em Nascimento (2013) destacando as encostas, morros residuais, planícies e vales encaixados.

Em seguida, a vetorização delimitando os ambientes de deposição, foi realizada com base nas coordenadas (UTM) adquiridas de forma sequencial nas bases dos morros, onde foram realizados as coleta de sedimentos coluvionares seguindo o limite destes até as áreas onde ocorre o prolongamento do transporte e deposição do material coluvionar. As etapas estão descritas no fluxograma a seguir (Figura 19).

Figura 19 - Fluxograma das etapas de elaboração dos mapas temáticos e de amostragem dos pontos de coleta.



Elaboração: Talita Suelen Carvalho Silva, 2016.

5.3.2. Análises dos sedimentos

5.3.2.1. Separação granulométrica por método aquoso

A separação granulométrica por meio aquoso consistiu na separação dos sedimentos nas frações areia, silte e argila, adotando como base os procedimentos propostos pela metodologia da EMBRAPA (1997) e Meneses (2006).

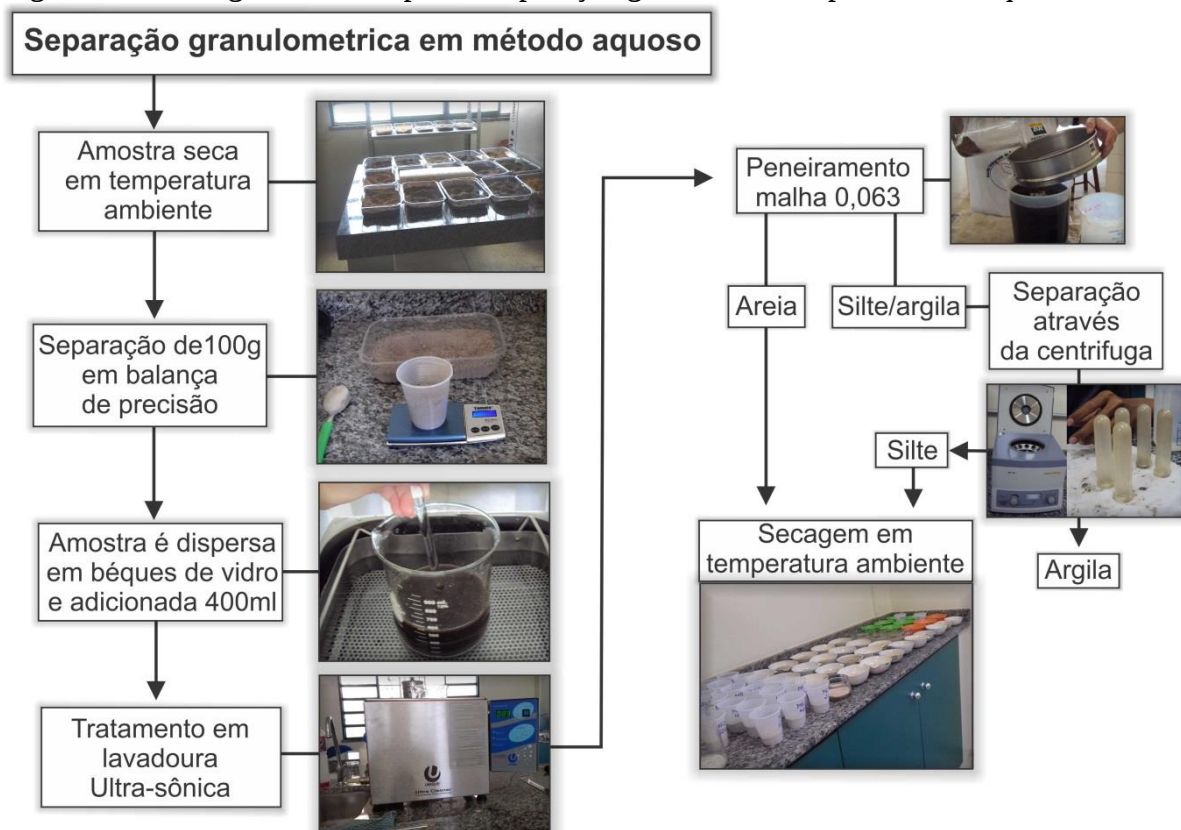
Inicialmente as amostras dos depósitos coluvionares foram destorroadas e colocadas para secar em temperatura ambiente. Após secagem, foram separadas em quantidade de 100 gramas, mensuradas através de balança digital de precisão.

As amostras forma dispersas em béquer de vidro com adição aproximadamente de 400ml de água. O tempo de análise/lavagem correspondeu a 10 minutos sendo necessárias algumas repetições para atingir ponto de separação mais preciso, totalizando cerca de 1 hora de análise cada amostra.

Após a lavagem, a amostra dispersa em água foi peneirada em malha 0,63 μ m, sendo a areia retida no fundo do Becker colocada para secar em temperatura ambiente, enquanto que o silte e argila foram reservados. Este procedimento foi realizado através da lavadora ultrassônica (modelo USC – 2800).

O silte e argila, reservados anteriormente, foram inseridos em 12 tubos de ensaios e separados através da centrifuga (Modelo 80-2B). Esta etapa tem duração de 2 minutos, sendo que o aparelho produz cerca de mil rotações por minuto (x1000 rpm). Ao final o silte fica concentrado no fundo do tubo de ensaio e a argila dispersa em água (Figura 20). Por fim o silte é retirado com auxílio de bastão de vidro e colocado para secar em temperatura ambiente.

Figura 20 - Fluxograma das etapas de separação granulométrica por método aquoso.



Elaboração: Talita Suelen Carvalho Silva, 2016.

5.3.2.2. Separação granulométrica por método seco

Após secagem em temperatura ambiente, a fração areia foi submetida ao tratamento por método seco com intuito de separá-las nas granulometrias grossa, média e fina. As amostras foram dispersas sob o conjunto de peneiras acopladas ao agitador mecânico (Tyler) cujas malhas de abertura estão descritas na figura a seguir (Figura 21):

Figura 21 - Malha de abertura das peneiras utilizadas na separação granulométrica na fração areia e classificação de acordo com a escala de Atterberg (Suguio, 1973).

1,00 mm	Areia muito grossa
0,500 μm	Areia grossa
0,250 μm	Areia media
0,125 μm	Areia fina
0,63 μm	Areia muito fina

Elaboração: Talita Suelen Carvalho Silva, 2016.

O tempo de análise transcorreu por cerca de 10 minutos e as frações foram separadas através de vibrações emitidas pelo equipamento (Figura 22). Ao final os sedimentos ficam retidos em cada peneira, de acordo com sua granulometria.

Figura 22 - Fluxograma das etapas de separação granulometria por método seco.



Elaboração: Talita Suelen Carvalho Silva, 2016.

Ambos os procedimentos, separação aquosa e método seco, foram realizados com apoio do laboratório de Sedimentologia (NUPENERG – UFRR). Os valores obtidos em gramas para cada fração granulométrica foram submetidos a tratamento de acordo com os parâmetros estatísticos de Folk e Ward (1957), sendo calculado o diâmetro médio, o grau de seleção, o grau de assimetria e curtose.

Para a caracterização dos sedimentos, também foi utilizada a escala de conversão de dados mais utilizada pela A.S.T.M. (*American Society for Materials*) bem como a escala adotada para caracterizar as partículas do solo refere-se a mais usada na Alemanha, à escala de Atterberg (SUGUIO, 1973). Os resultados das frações estão representados pelos diagramas de Shepard obtidos através do programa Sysgran 3.0, desenvolvida por Camargo (2015), disponibilizados gratuitamente no site: www.cem.ufpr.br/?page_id=527.

5.3.3. Análise Morfológica

A análise morfológica consistiu na caracterização dos sedimentos a partir do grau de arredondamento e esfericidade dos grãos de areia. Esta determinação da forma do grão é importante para identificar o quanto os sedimentos foram retrabalhados pela força de abração, ou seja, partículas angulares geralmente tiveram pouco transporte, contraponto, partículas arredondadas caracterizam um percurso maior entre a área fonte e a área de deposição.

O procedimento para o cálculo foi baseado no método descrito por Suguio (1973). Para esta análise foram selecionados 100 grãos de cada amostra na granulometria de 1,00 mm que corresponde a areia grossa.

As categorias morfológicas corresponderam a angular, subangular, subarredondados, arredondado e bem arredondado; e para o grau de esfericidade foram definidas as seguintes categorias: esfericidade alta; esfericidade média e baixa esfericidade.

Para realização desta etapa foi utilizada a lupa binocular com câmera fotográfica acoplada, com projeção de imagem em uma tela de computador sendo realizada com apoio do Laboratório de Mapeamento de Áreas Degradadas – UFRR (Figura 23)

Figura 23 - Análise morfológica dos sedimentos coluvionares, Lupa microscópica (A), tabela de caracterização morfológica de acordo com Sugui (1973) (B).

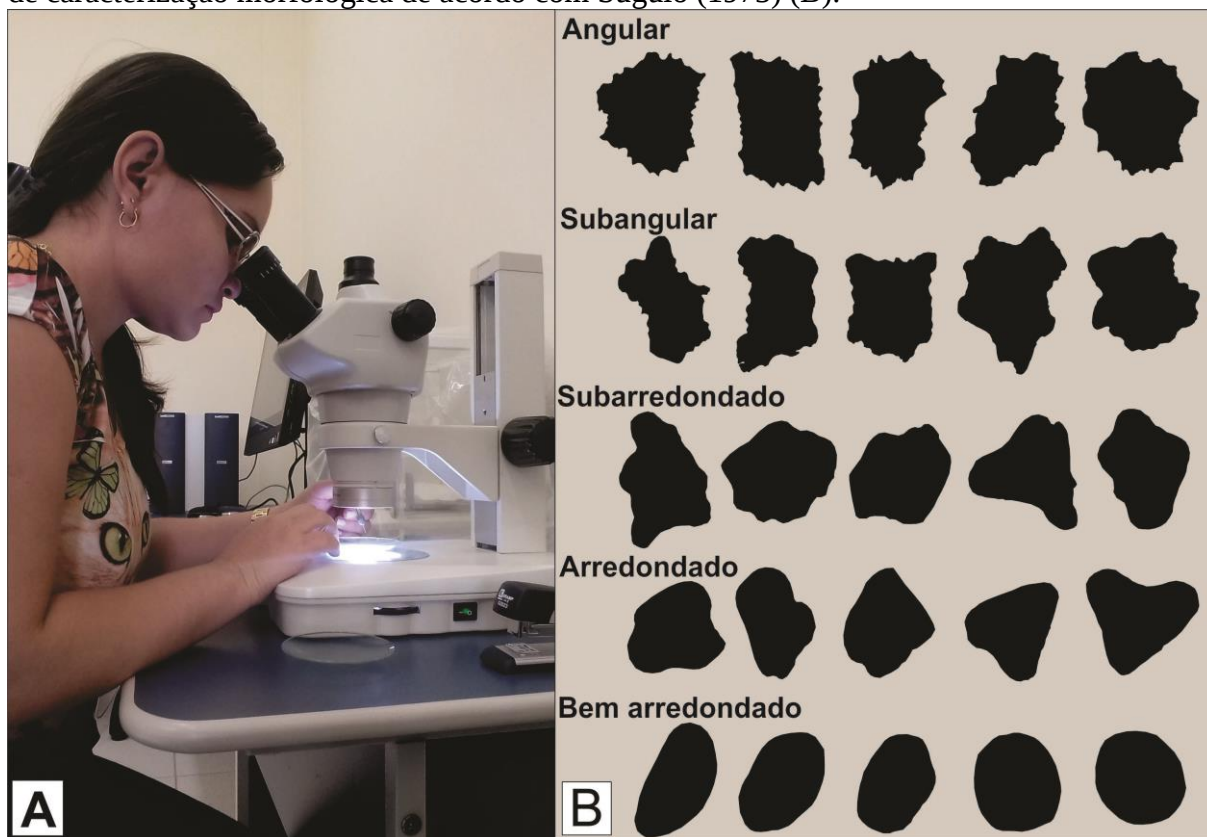


Foto: Talita Suelen Carvalho Silva, 2016.

5.3.4. Caracterização mineralógica por Difratometria de Raio – X

A identificação dos minerais foi realizada por difração de Raio – X, através da utilização do Difrátômetro modelo LabX – XRD - 6000 Shimadzu (DRX), do laboratório de Difratometria de Raios-X do curso de Física (UFRR). Este método é aplicado desde a década de 30 sendo essencial para identificar a composição mineralógica das frações mais finas do solo. Segundo Calderano, Duarte e Gregoris (2009) as análises são realizadas nas frações argila ($\varnothing < 0,002\text{mm}$) e silte ($0,002 - 0,05\text{ mm}$), podendo ser realizadas também nas frações mais grossas, após serem pulverizadas (moídas).

No caso específico das amostras de depósitos coluvionares, foi necessário realizar em primeiro momento a pulverização em amostra total através da utilização do gral de Ágata. Esta etapa foi desenvolvida no laboratório de Mapeamento de Áreas Degradadas – Hydros/UFRR. Depois de pulverizadas, as amostras em pó foram colocadas em lâminas de vidro (sem cavidade), pelo método de pipetagem para análise automatizada. As análises por

DRX foram realizadas no intervalo de 5° a $75^\circ 2\theta$ para amostra total, com duração de 50 minutos. A identificação dos minerais foi feita com auxílio dos softwares XPERT (PHILIPS), com banco de dados do ICDD (*International Center for Diffraction Data*) bem como mediante comparação com dados de pesquisas anteriores realizadas por Beserra Neta (2007). O detalhamento desta etapa está descrita no fluxograma a seguir (Figura 24):

Figura 24 - Fluxograma das etapas de análise mineralógica.



Elaboração: Talita Suelen Carvalho Silva, 2016.

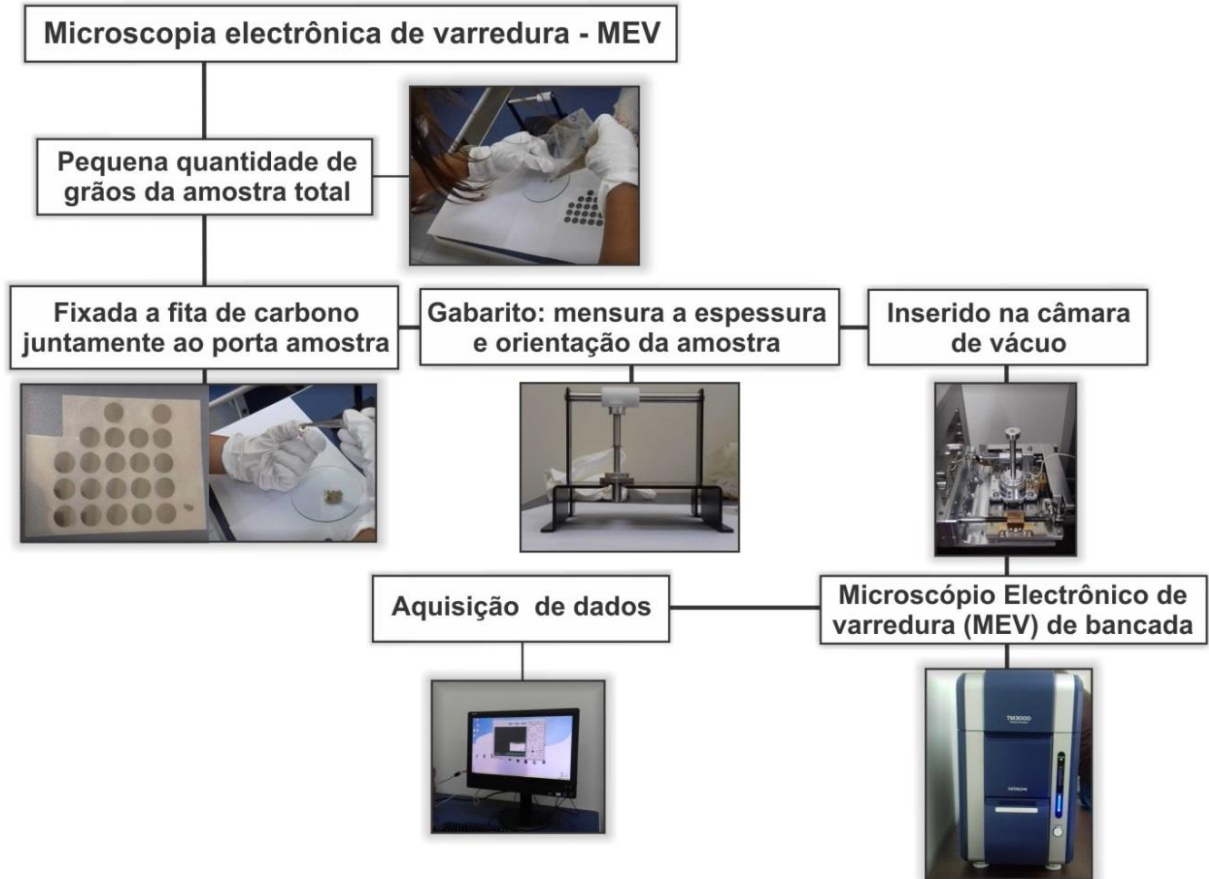
5.3.5. Microscopia eletrônica de varredura (MEV) e Espectrometria por Energia Dispersiva (EDS)

A microscopia eletrônica de varredura (MEV) consiste na técnica para caracterizar a amostra em termos de composição, superfície topográfica, cristalográfica, entre outros. O MEV utiliza um feixe de elétrons no lugar de fótons utilizados em um microscópio óptico convencional, o que permite solucionar o problema de resolução relacionado com a fonte de luz branca (DEDAVID, GOMES, MACHADO, 2007).

Para análise das amostras dos sedimentos coluvionares foram separadas 6 amostras de 2 perfis de solo, nas profundidades 20cm, 40cm e 60cm, ambos dos morros do Entorno e Barata. Inicialmente as mostras (pequena quantidade em grãos) foram fixada em fitas de carbono com auxílio de pinça metálica. Em seguida foi realizado o procedimento em gabarito

para certificar a espessura da amostra e sua orientação, pois a mesma não pode ultrapassar 1mm. Após esta etapa o porta amostra é inserido na câmara a vácuo do MEV (Figura 25).

Figura 25-Fluxograma das etapas de análise por Microscopia Eletrônica de Varredura.



Elaboração: Talita Suelen Carvalho Silva, 2016.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1. MODELADO ATUAL DA PAISAGEM DA SERRA DO TEPEQUÉM

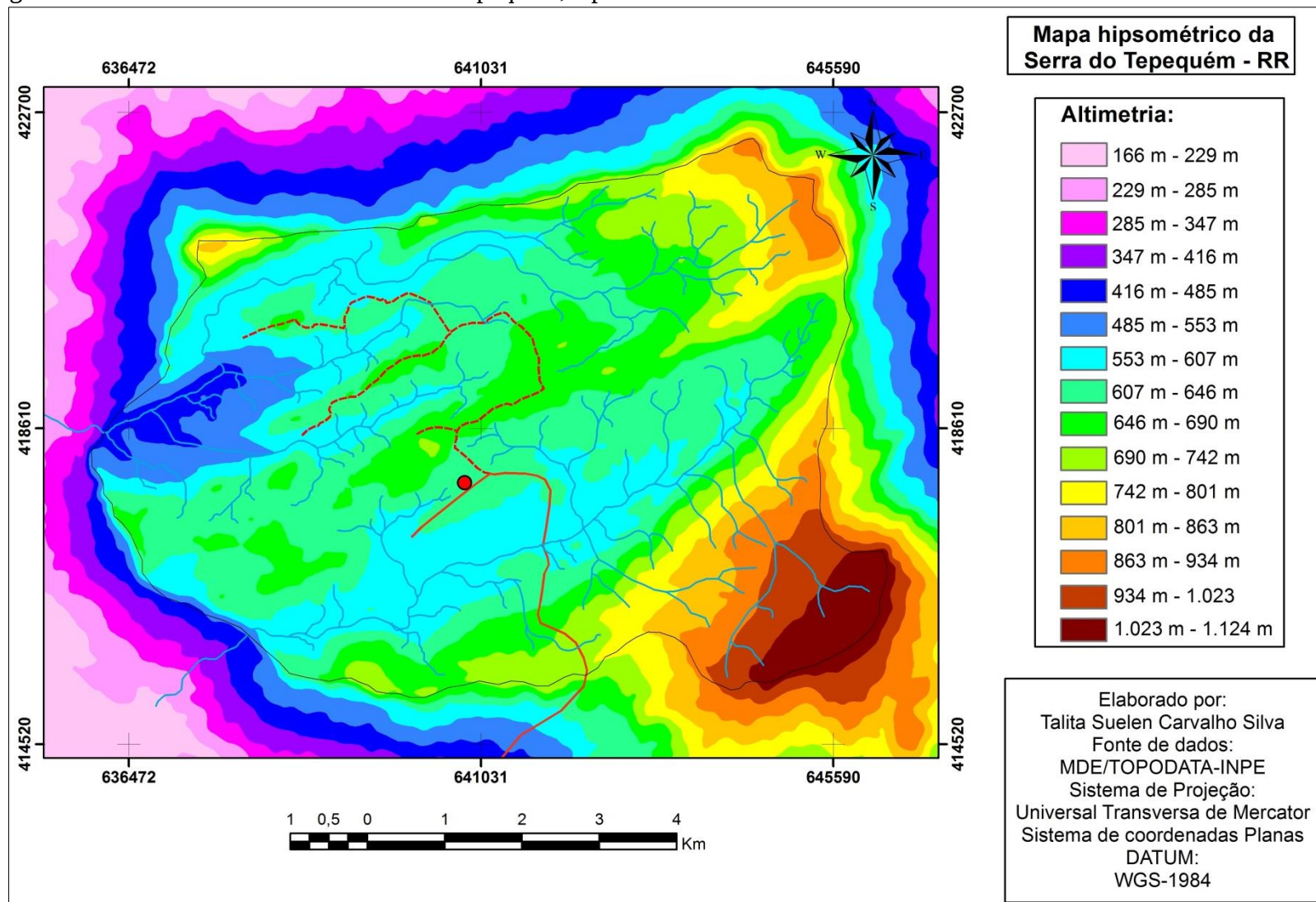
Para o entendimento da espacialização dos depósitos coluvionares, destaca-se o modelado atual da paisagem, a partir dos parâmetros morfométricos que serão descritos a seguir. Os níveis altimétricos que caracterizam as formas de relevo da paisagem da serra do Tepequém são representados por:

a) As áreas de planícies são representadas por níveis altimétricos que variam entre 553 a 646 metros. Apresentam forma alongada, sendo a mais representativa, por seu fator largura e extensão, a planície situada entre a encosta Sudeste e o conjunto de morros situados no interior da serra, denominada em trabalhos realizados por Beserra Neta (2007) e Nascimento (2013) de Planície Intermontana.

b) Os morros e colinas que configuram o relevo movimentado no interior da serra estão situados entre os igarapés Cabo Sobral, Meio, Barata e Paiva. Estes apresentam um alinhamento com direção preferencialmente para NE-SW cujas altitudes variam entre 612 a 739 metros. Os morros apresentam em sua morfologia topo convexo com cristas alinhadas e vertentes côncavo-convexo, em outras tem-se morros com topo alongados com forma retilínea.

c) As vertentes de entorno que bordejam a morfologia situada no interior da serra apresentam altitudes com cerca de 800 metros na porção noroeste, 940 metros na porção nordeste bem como cotas mais elevadas com cerca de 1.100 metros na porção sudeste. Em detrimento as áreas cujas cotas variam entre 416 a 600 metros representam as áreas de entalhamento dos talwegues da rede de drenagem, estas configuram o modelado nas porções Oeste e Sudoeste da serra. Os níveis altimétricos que caracterizam as formas de relevo na serra do Tepequém estão representados no mapa a seguir (Figura 26).

Figura 26 - Classes altimétricas da serra do Tepequém, a partir de dados do SRTM.



No mapa de orientação das vertentes é possível identificar que as encostas que compõe a porção sudeste da serra, em sua maioria, estão orientadas para noroeste do mesmo modo que as sequencias de morros e colinas situados na porção central da serra (Figura 27). Essas correspondem às áreas com declividades mais acentuadas, em que o fluxo de sedimento é intenso devido à inclinação das vertentes que variam em torno de 14° (base da vertente) a 28° (média a alta vertente).

Os sedimentos que são carregados vertentes abaixo são depositados na base de morros e colinas. O prolongamento do transporte de sedimentos ocasiona tanto o preenchimento de vales, onde se encontra instalada a rede de drenagem, bem como as áreas de planície. Esta por sua vez apresenta – se na sua maioria orientadas para sul e sudeste compreendendo a áreas de declividade mais suaves com inclinação de 3° a 14°.

Outro setor que merece destaque refere-se às encostas orientadas para oeste e sudoeste. Embora esteja em minoria, o fluxo de sedimento proveniente dessa área, contribui significativamente para o preenchimento das áreas aplainadas por apresentar declividades e nível altimétrico elevado.

A declividade mais acentuada corresponde às escarpas mais abruptas que bordejam a serra apresentando inclinação de 65° (Figura 28). Em trabalhos realizados por Nascimento (2013) ressalta que as encostas são feições constituintes do relevo mais elevada e apresentam vertentes íngremes e declividades mais acentuadas.

A morfologia das vertentes em termos de inclinação e orientação juntamente com a cobertura vegetal propicia padrões de intemperismo, transporte e deposição de sedimentos. Vertentes mas inclinadas mesmo com a presença de cobertura vegetal, apresenta perda de solo por fluxo superficial. A capacidade do transporte diminui à medida que a inclinação se torna menos acentuada. Geralmente a deposição inicia na média vertente e base dos morros formando as franjas coluvionares que se conectam a áreas de planície próxima a essas morfologias.

O perfil topográfico mostra com melhor detalhe o relevo situado no topo da serra destacando os divisores de água, representado pelos morros e colinas, a rede de drenagem situada no fundo de vales, bem como a planície Intermontana localizada entre o igarapé Barata e Paiva (Figura 29).

Figura 27 - Orientação das vertentes situadas no topo da serra do Tepequém – RR.

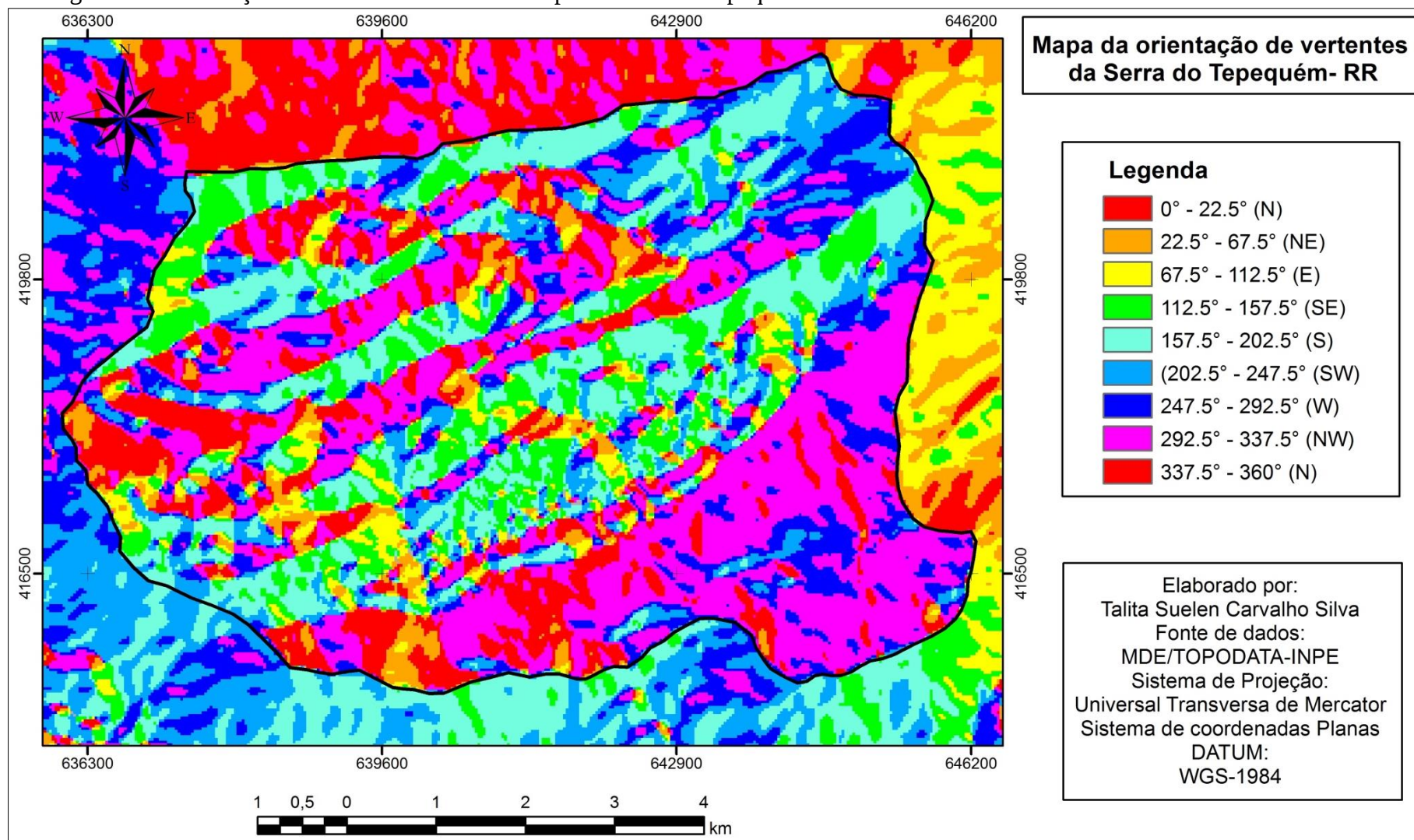


Figura 28 - Caracterização da declividade no topo da serra do Tepequém – RR a partir dos dados de SRTM.

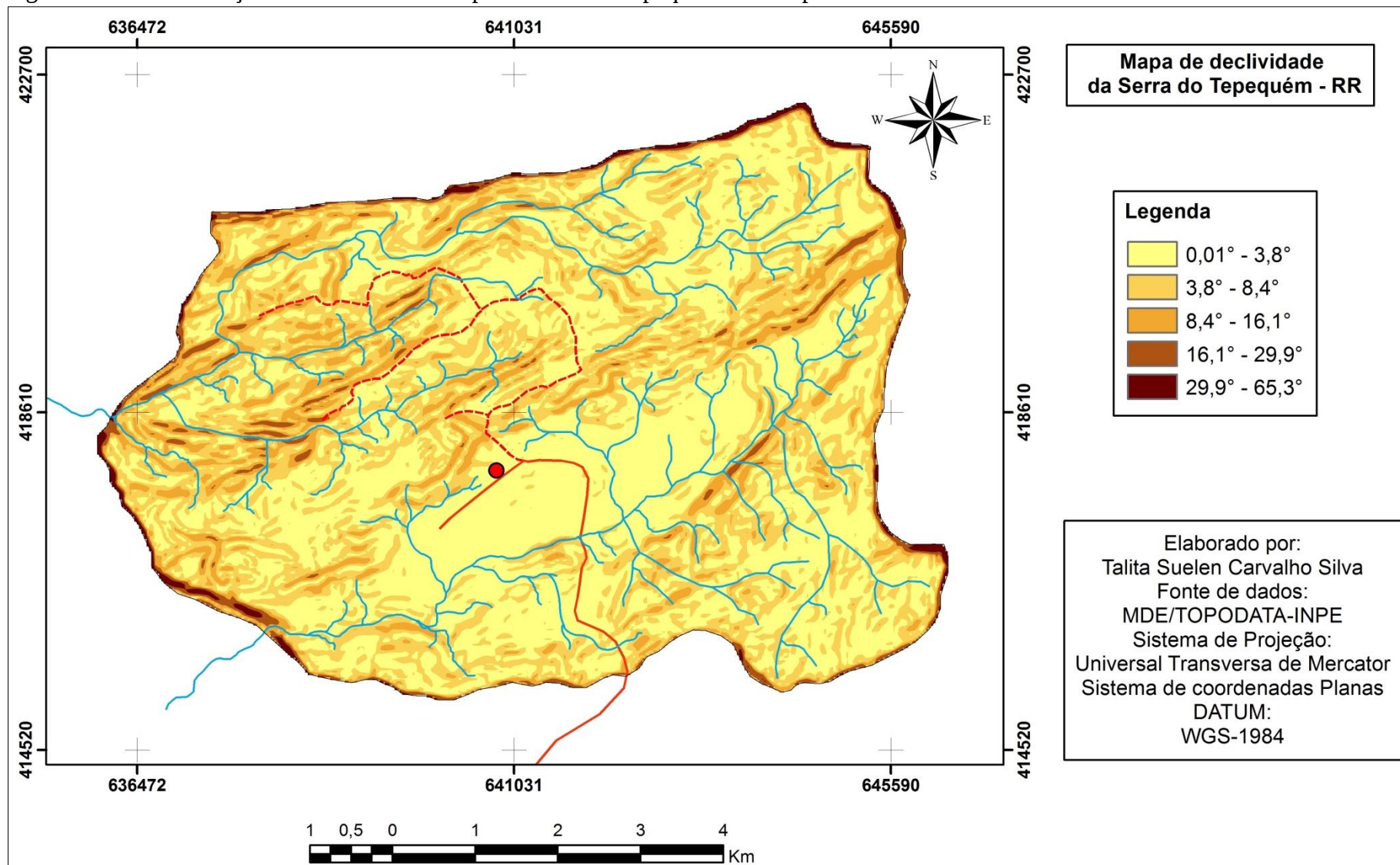
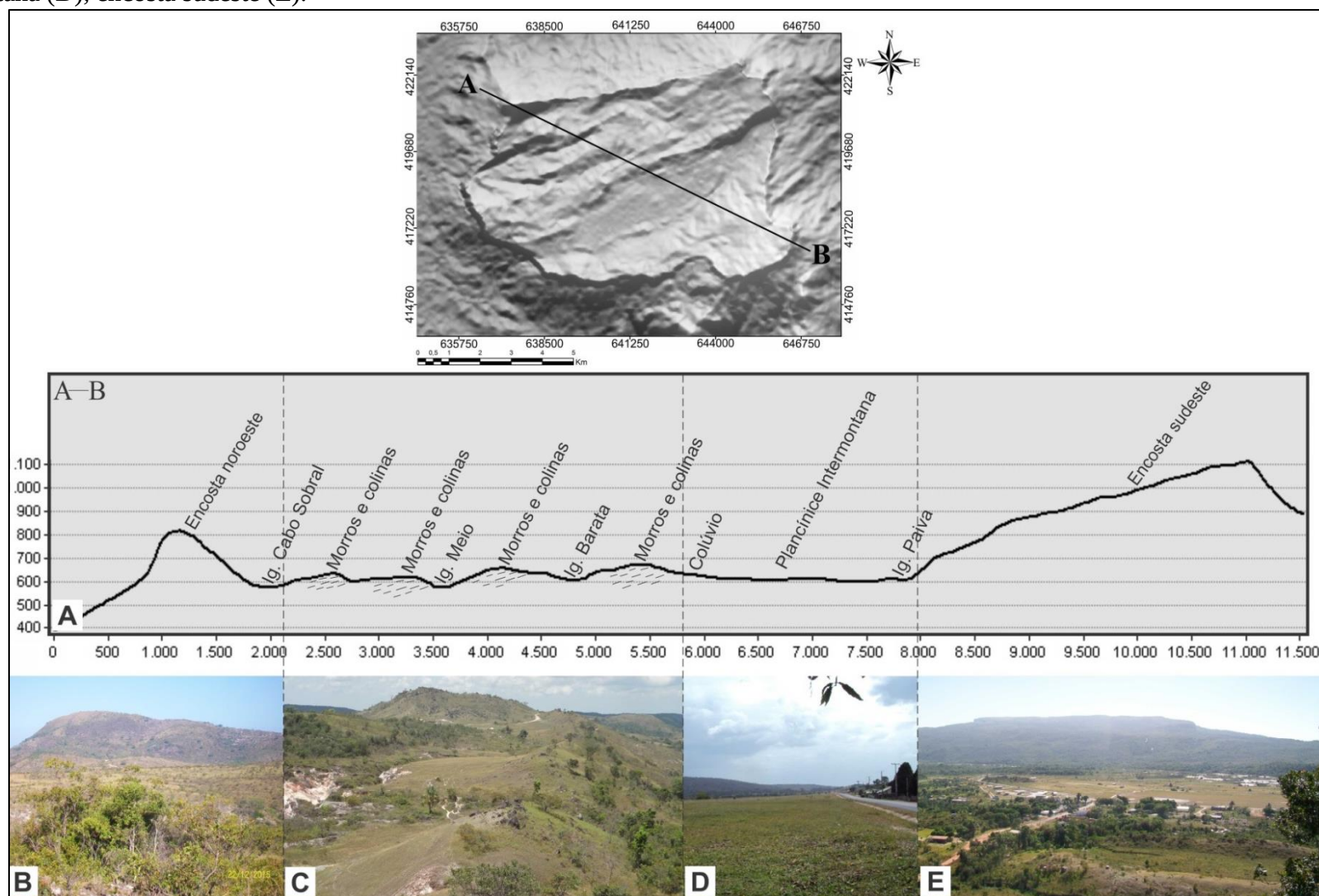


Figura 29 - Perfil topográfico do topo da serra do Tepequém com destaque (A): encosta noroeste (B), morros residuais alinhados (C), Planície Intermontana (D), encosta sudeste (E).



Elaboração: Talita Suelen Carvalho Silva, 2016.

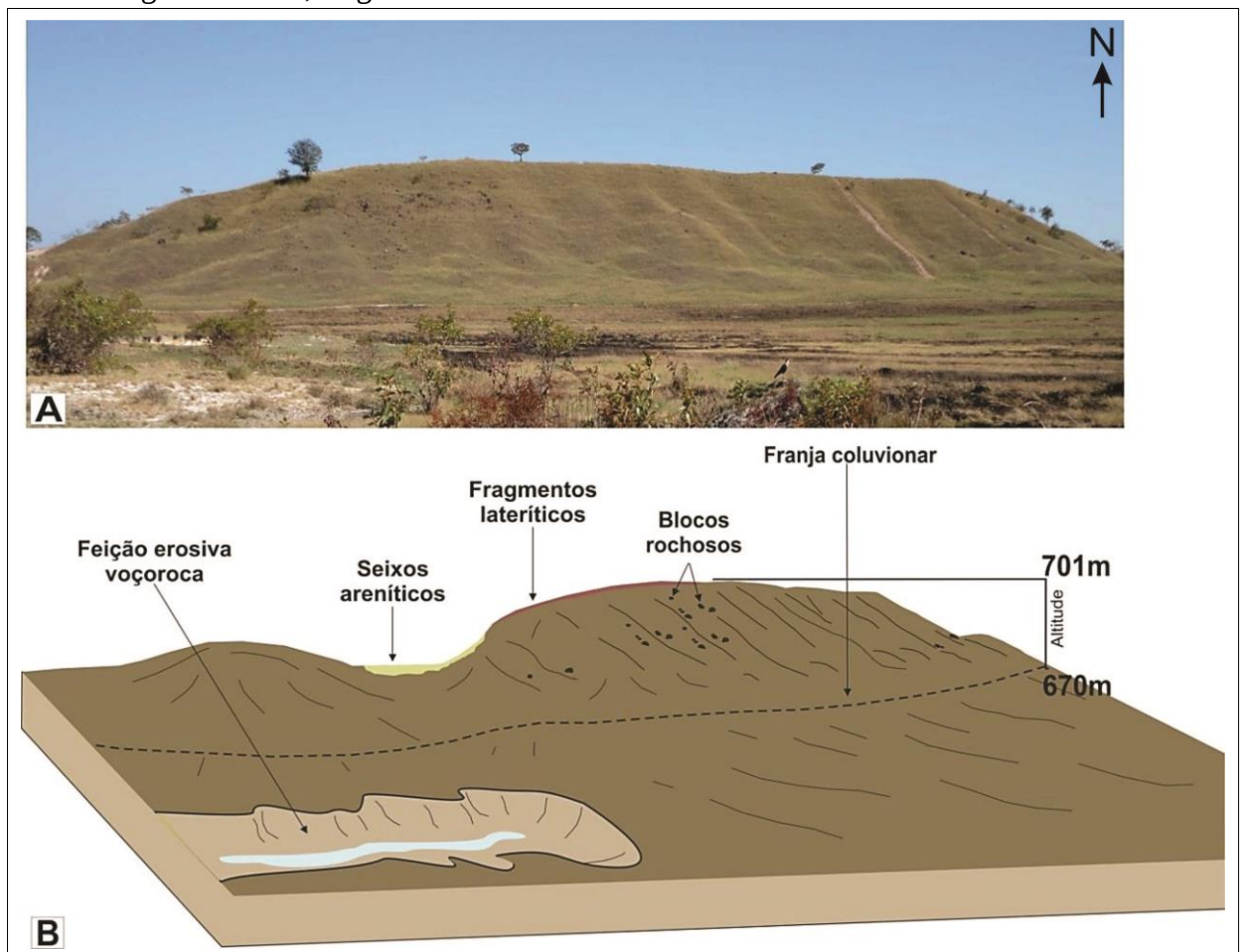
6.2. AMBIENTES DE FORMAÇÃO DOS DEPÓSITOS COLUVIONARES

As áreas que são propícias à formação dos depósitos coluvionares correspondem às franjas situadas na base de morros e colinas bem como o prolongamento até as áreas de planícies. Nessas áreas foi observada a formação de duas morfologias distintas de franjas formadas por materiais coluvionares que serão descritas a seguir:

a) Franjas alongadas – correspondem às franjas de depósitos coluvionares situadas na base das vertentes e que se estendem até as zonas com menor declividade do terreno. Este tipo de franja pode ser representado na base dos morros Entorno e Antena.

O morro do Entorno situado na porção central da serra, possui altitudes de aproximadamente 701 metros, apresenta morfologia com topo retilíneo alongado e vertente côncavo – convexo com inclinação de 19° na média vertente e de 9° na base. Este compõe o conjunto de morros interflúvios situado entre os igarapés Barata e Paiva (Figura 30).

Figura 30 - Morro do Entorno (A), Bloco diagrama do morro do Entorno com destaque para blocos conglomeráticos, fragmentos Lateríticos.



Elaboração: Talita Suelen Carvalho Silva, 2016.

Os sedimentos desagregados são transportados por fluxo superficial ou por gravidade até a área de deposição, que corresponde à base de morros. O prolongamento do transporte do material coluvionar forma as amplas franjas que bordeja as morfologias mais elevadas, apresentando desta forma dimensões extensa com camada superior a 60 cm (Figura 31).

Figura 31 - Imagem parcial do morro do Entorno com destaque para o ambiente de deposição dos sedimentos coluvionares e o prolongamento até a área de planície.

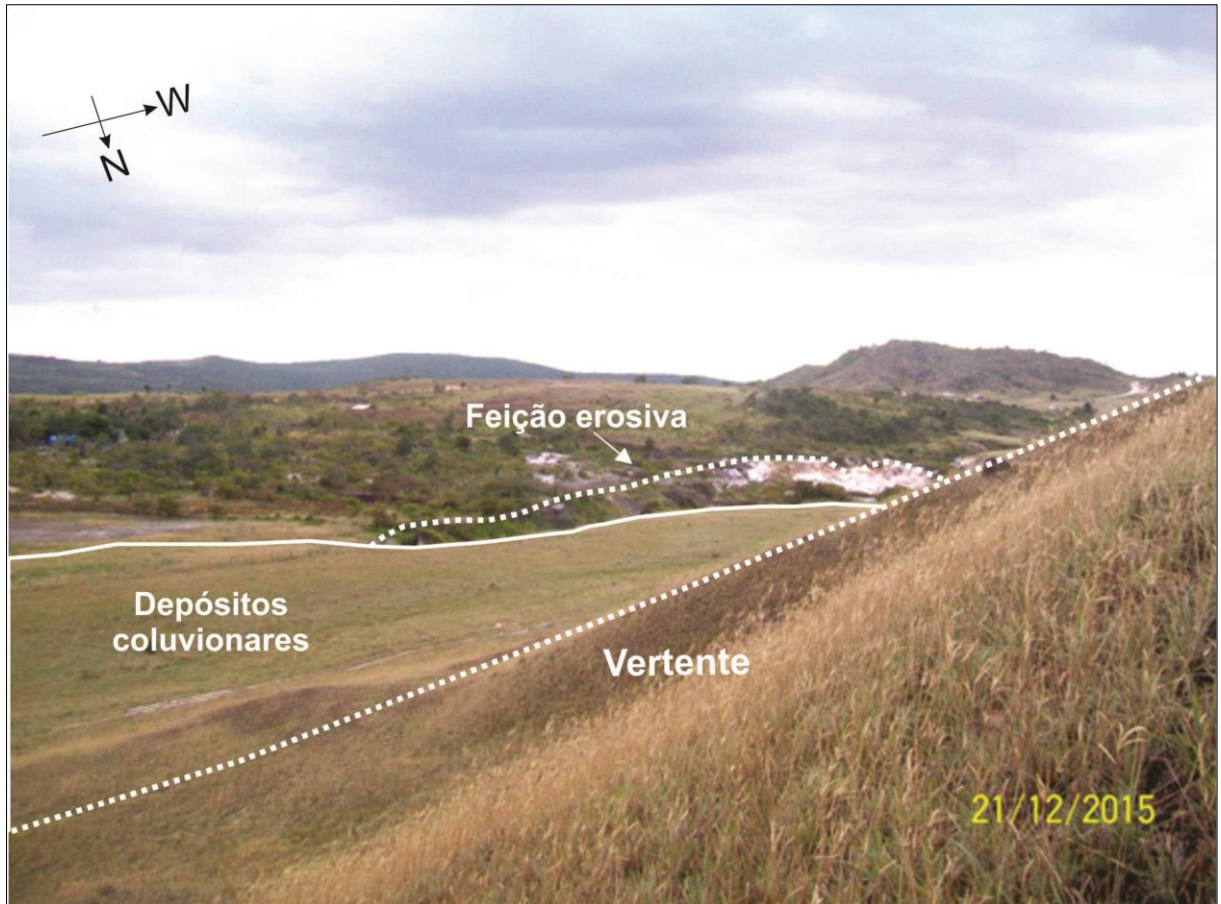
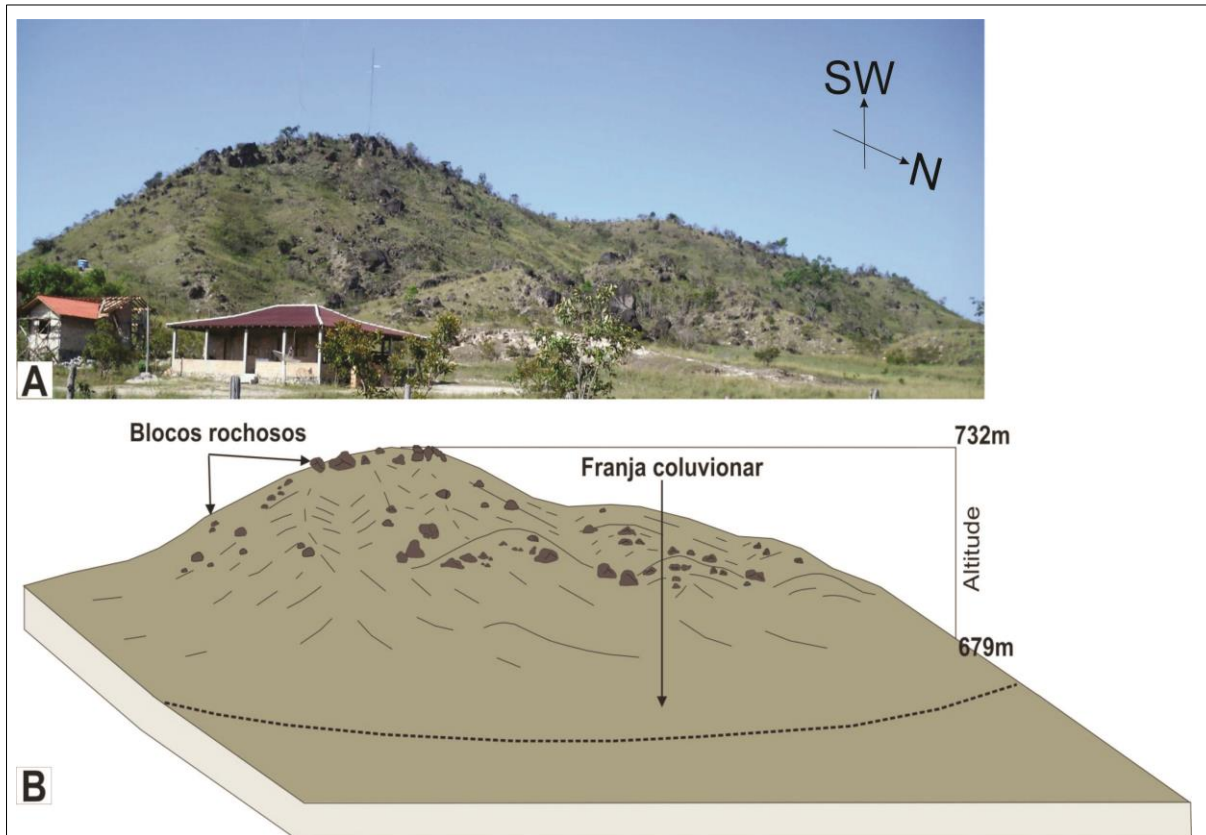


Foto: Talita Suelen Carvalho Silva, 2016.

O morro da Antena, também situado na porção central da serra, apresenta topo irregular com morfologia côncavo-convexo possuindo elevação de 732 metros e encosta com inclinação de 22° na média vertente e de 10° na base. Esta morfologia se destaca por apresentar exposição de blocos rochosos com conglomeráticos constituídos por seixos areníticos bem como a formação de patamares que evidenciam a resistência diferenciada das rochas (Figura 32).

Figura 32 - Morro da Antena (A), Croqui do morro da Antena com destaque para a presença de blocos rochosos, patamares com morfologia côncavo-convexo e altimetria entre a base e o topo do morro.



Elaboração: Talita Suelen Carvalho Silva, 2016.

Na figura 34, é possível identificar algumas características fisiográficas da área onde está situado o morro do Entorno e o morro da Antena. De um lado, os morros apresentam vertentes íngremes, em que o processo de transporte de sedimentos promove o preenchimento do fundo de vales.

Em oposição tem – se vertentes mais suaves, devido ao prolongamento do transporte desses sedimentos, que se estendem até as áreas de planície, onde ocorre, por exemplo, a instalação de feições erosivas. A presença de rampas coluvionares também é perceptível na paisagem que circunda os morros e colinas, sendo possível destacar a presença do ravinamento, produzido pelo fluxo superficial da água (Figura 33).

Figura 33 - Porção central da serra do Tepequém com destaque para os morros residuais alinhados, blocos rochosos e feição erosiva linear (A), vales encaixados e rampa de colúvios (B).

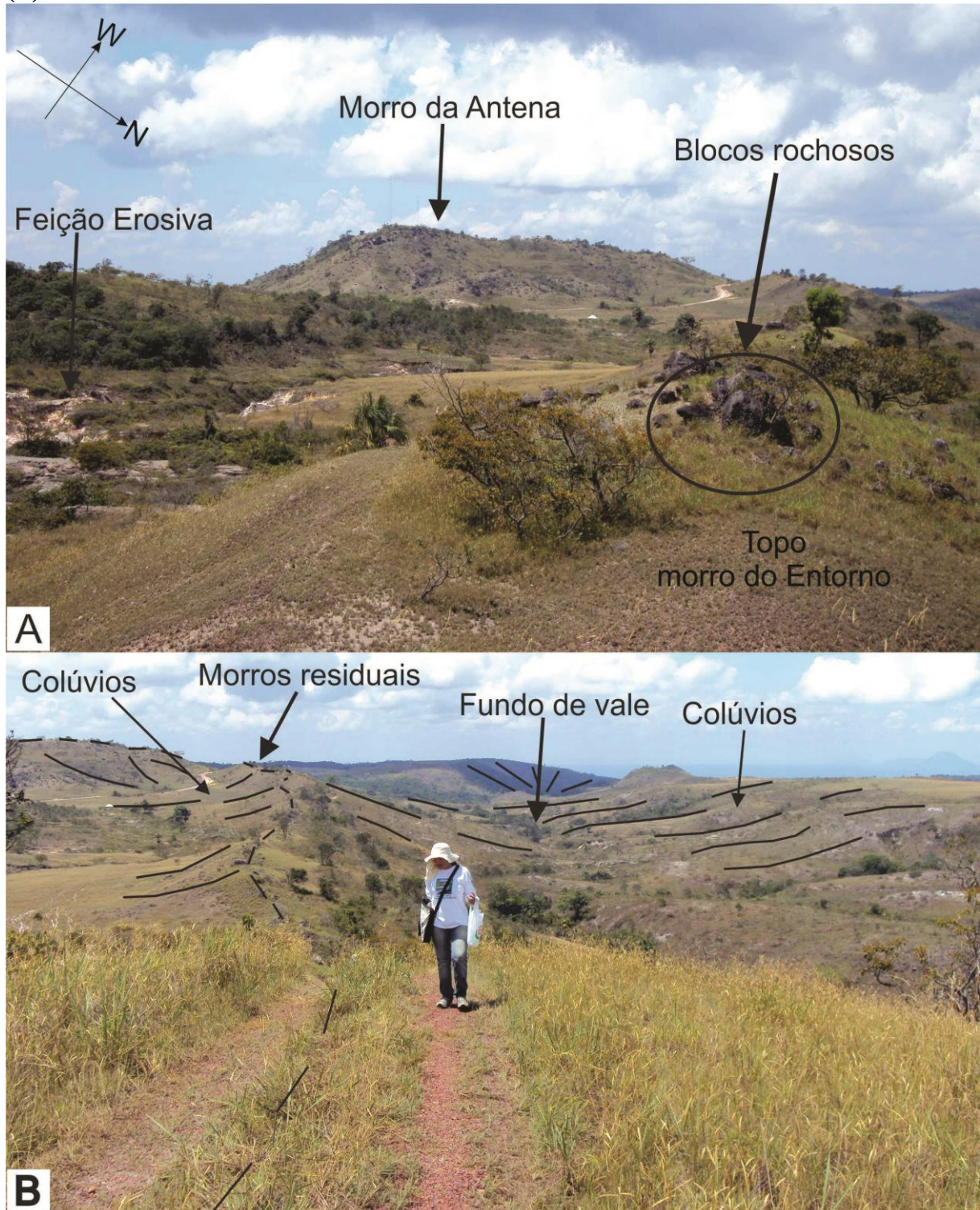


Foto: Talita Suelen Carvalho Silva, 2015.

O material que recobre esse morro é constituído por material grosseiro como cascalho, seixo e fragmentos Laterítico possíveis de identificar in situ, além de arenito conglomeráticos.

Estes blocos apresentam seixos quartzosos cimentados na massa arenítica, quando expostos a ação do intemperismo ao longo do tempo geológico, soltam esses seixos e formam um manto detrítico depositados ao redor do bloco (Figura 34 e 35).

Figura 34 - Blocos conglomeráticos (A), seixos areníticos e laterítico morro do Entorno (B).

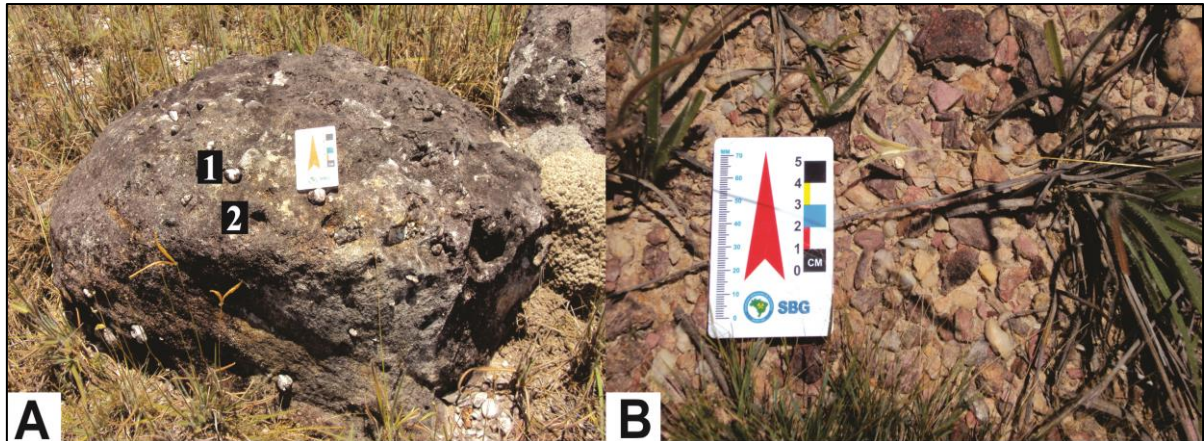


Foto: Talita Suelen Carvalho Silva, 2015.

Figura 35 - Blocos de arenito conglomeráticos (A), seixos quartzosos situados no morro da Antena (B).

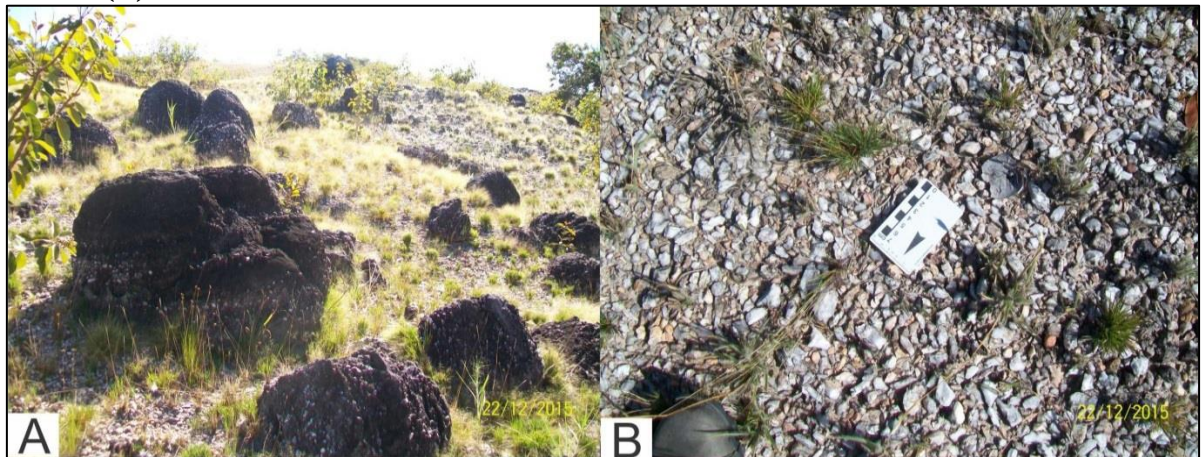


Foto: Talita Suelen Carvalho Silva, 2015.

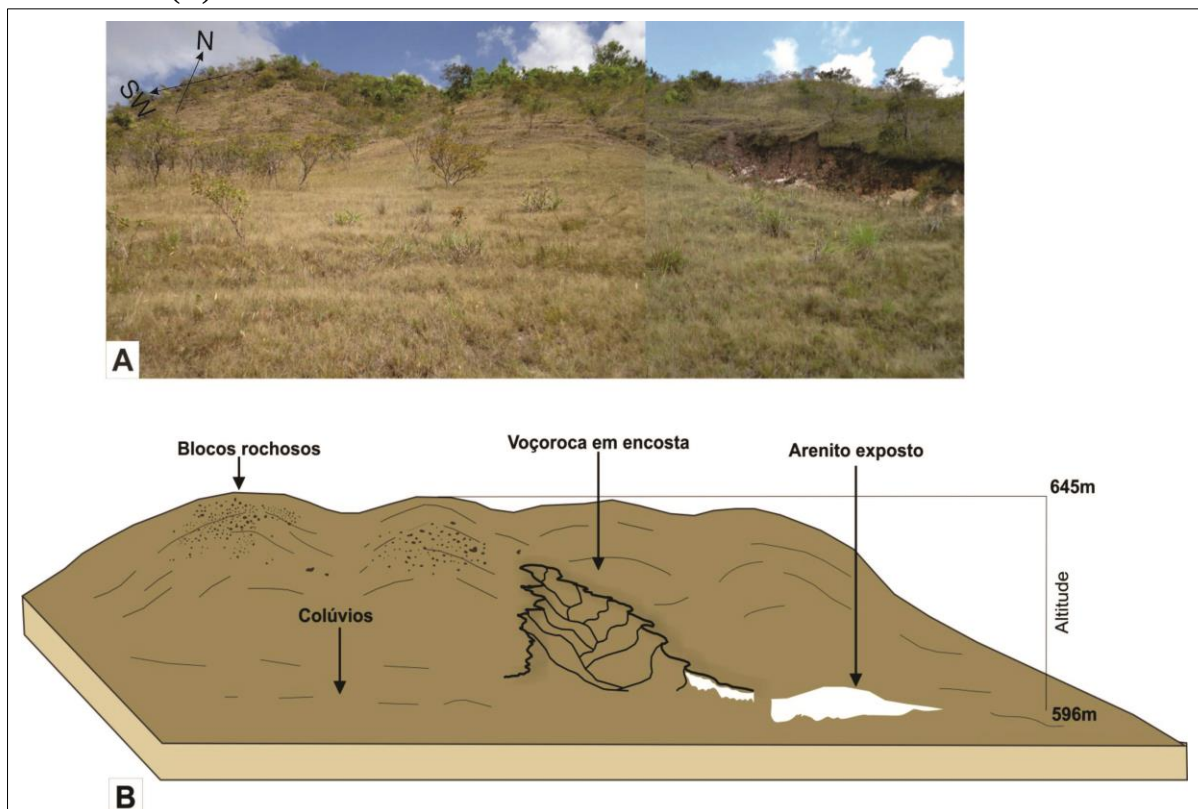
a) Franjas por interceptação – este tipo de franja corresponde as que exibem algum tipo de interceptação seja por um corte de estrada ou formação de feição erosiva. Ao contrário das franjas alongadas, estas não possuem prolongamento que permite a interligação da base do morro até as áreas de planície. A exemplo destas tem-se o morro do Barata e o morro próximo ao igarapé do meio, situado na porção noroeste da serra.

O morro Barata apresenta cerca de 645 metros de altitude, apresentando no topo uma morfologia convexo com cristas alinhadas e vertente com morfologia côncavo-convexa, com formação de sulcos principalmente na parte côncava. Estes são formados devido a pequenas

irregularidades do terreno, nas quais a água pluvial se concentra e escoar seguindo a linha de maior declividade da encosta.

Com a saturação do solo e o fluxo em subsuperfície, a presença de cavidades e fendas promovem o movimento de massa ocasionado o desmoronamento de solo e formação de feições erosivas com evolução a montante. Os sedimentos desagregados não formam na base dessa morfologia franjas alongadas devido à interceptação produzida pelo corte de estrada (Figura 36).

Figura 36 - Morro do Barata (A), Croqui do morro Barata com destaque para voçoroca instalada na vertente do morro, blocos rochosos, patamares que evidenciam a erosão diferenciada (B).



Elaboração: Talita Suelen Carvalho Silva, 2016.

O corte de estrada que dar acesso ao igarapé Barata promove uma barreira na qual os sedimentos transportados são depositados antes mesmo de chegar ao fundo do vale, considerando o que seria o ciclo natural de erosão, transporte e deposição. Neste caso os sedimentos são depositados no que seria a média vertente do morro formando franja sem prolongamento (Figura 37).

Figura 37 - Vertente do morro Barata com destaque para o corte de estrada, exposição de arenito e depósitos coluvionares.

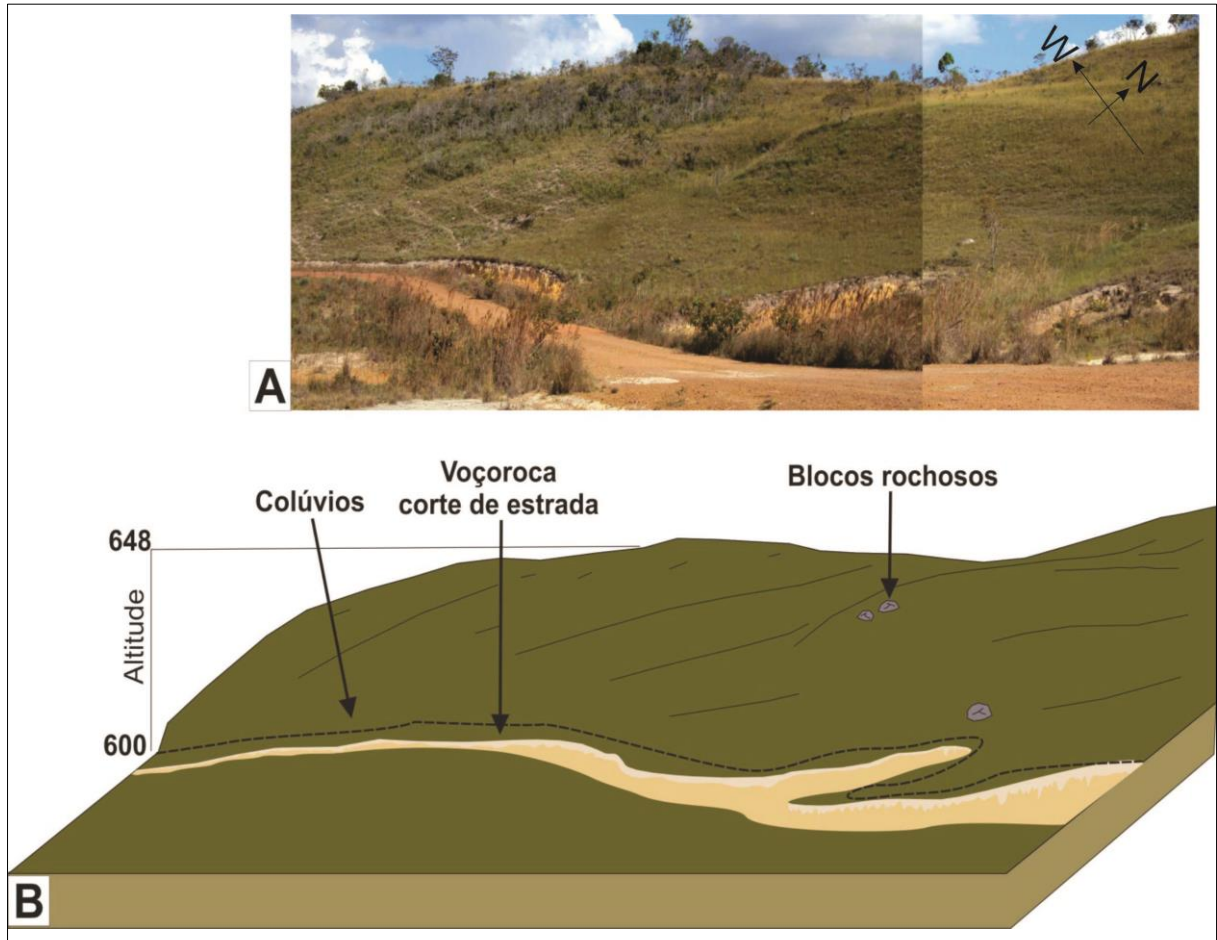


Foto: Talita Suelen Carvalho Silva, 2016.

O morro do Funil, situado próximo ao igarapé do Meio na porção noroeste da serra, possui elevação aproximadamente de 648 metros. Apresenta no topo morfologia côncavo-convexo pouco acentuado, com vertentes inclinadas a 20° em detrimento da franja de colúvio que apresenta inclinação de 6° .

Diferente dos morros citados anteriormente, este apresenta pouco exposição de blocos rochosos. A feição erosiva que se instalou entre a base do morro e o corte de estrada recebe todo material que é denudado e transportado ao longo da vertente (Figura 38).

Figura 38 - Morro Funil próximo ao igarapé meio (A), Croqui do morro Funil com destaque para a instalação de feição erosiva e franjas coluvionares por interceptação (B).

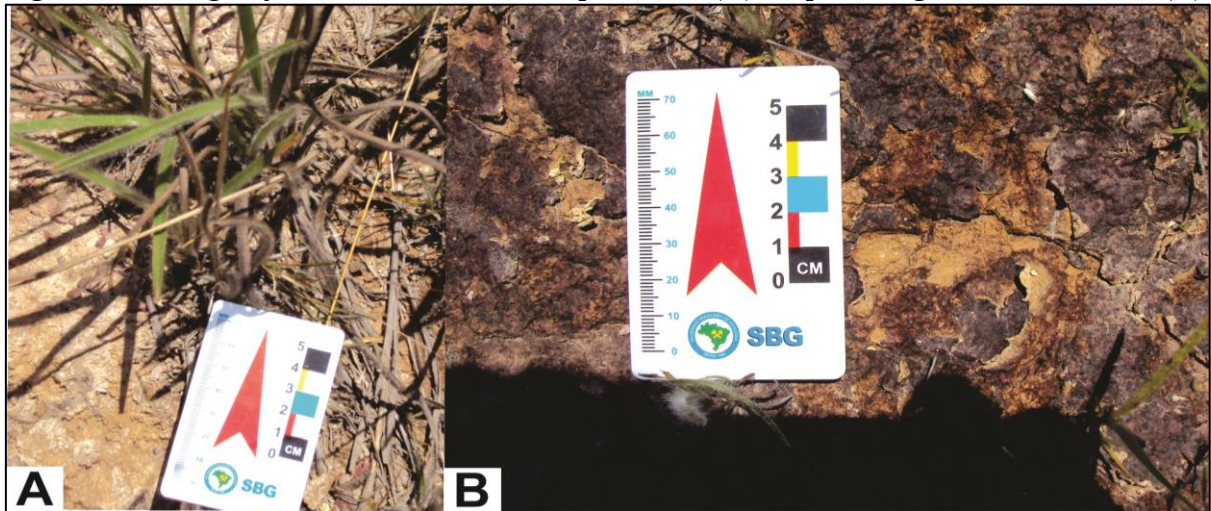


Elaboração: Talita Suelen Carvalho Silva, 2016.

A vegetação que recobre os morros e as áreas de acúmulo dos depósitos coluvionares é constituída por savana graminosa e savana arbustiva. A vegetação incipiente e rasteira, não recobre totalmente o solo, deixando-o exposto ao efeito splash (impacto das gotículas de chuva) que ocasiona a intensificação do intemperismo.

O continuo impacto das gotículas da chuva, forma na superfície o encrostamento do solo (capa endurecida) que dificulta a infiltração e aumenta a erosão laminar. O aspecto da crosta com tons marrom-avermelhado pode estar relacionada com a presença de fragmentos constituídos por ferro e matéria orgânica, que após oxidação formam essa capa ferruginosa endurecida (Figura 39).

Figura 39 - Vegetação rasteira constituída por tufos (A), capa ferruginosa endurecida (B).



Elaboração: Talita Suelen Carvalho Silva, 2016.

Nas áreas de planícies onde ocorre o prolongamento dos depósitos coluvionares, os quais se depositam a partir da base da vertente, são susceptíveis para a instalação de feições erosivas como ravinas e voçorocas (Figura 40). Estas feições deixam expostos perfis de solo, em que é possível identificar os horizontes bem como a presença de paleopavimentos detrítico denominado também de linhas de pedra que são feições que abrangem grandes regiões brasileiras como ressalta A'SABER (1996). A evolução desta e outras feições erosivas presentes nas áreas de planície da serra estão descritas em pesquisa realizada por Beserra Neta (2007).

Figura 40 - Voçoroca do Barata (A), paleopavimento detrítico (Linha de pedra) exposta na parede da voçoroca (B).

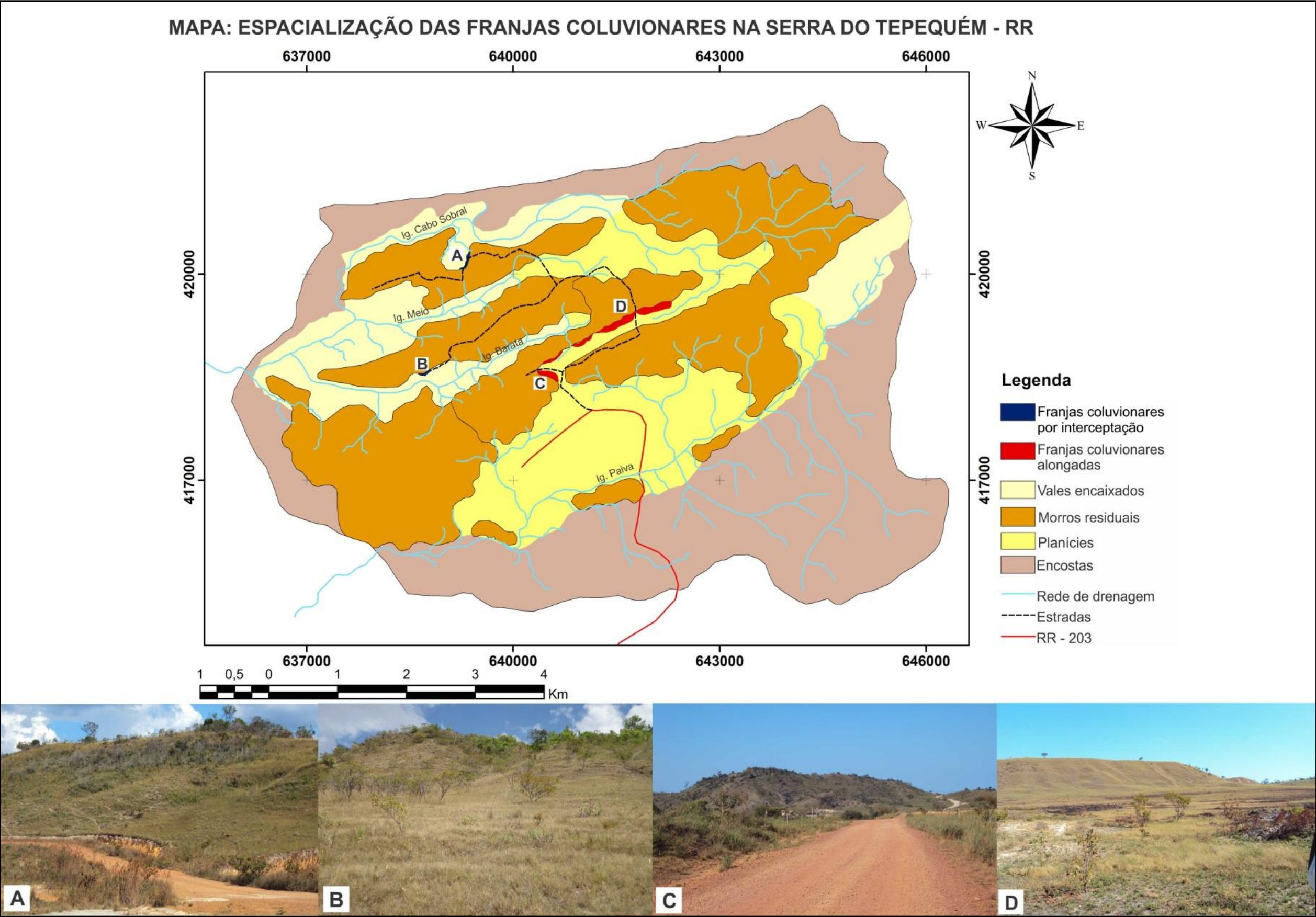


Foto: Talita Suelen Carvalho Silva, 2015.

Através do mapa de espacialização é possível destacar que as franjas coluvionares por interceptação não apresentam grandes dimensões e estão situadas próximas à corte de estradas (Figura 41/A e B). Outra característica refere-se ao relevo, nota-se que as franjas por interceptação estão situadas em áreas onde predomina os vales encaixados. Desta forma os sedimentos denudados preenchem o fundo dos vales e são carregados e retrabalhados pelo sistema hidrográfico da serra.

Em detrimento as franjas coluvionares alongadas, por sua extensão são mais perceptíveis e se estendem ao longo dos conjuntos de morros situados na porção central da serra em que correspondem as áreas de planície (Figura 41/C e D).

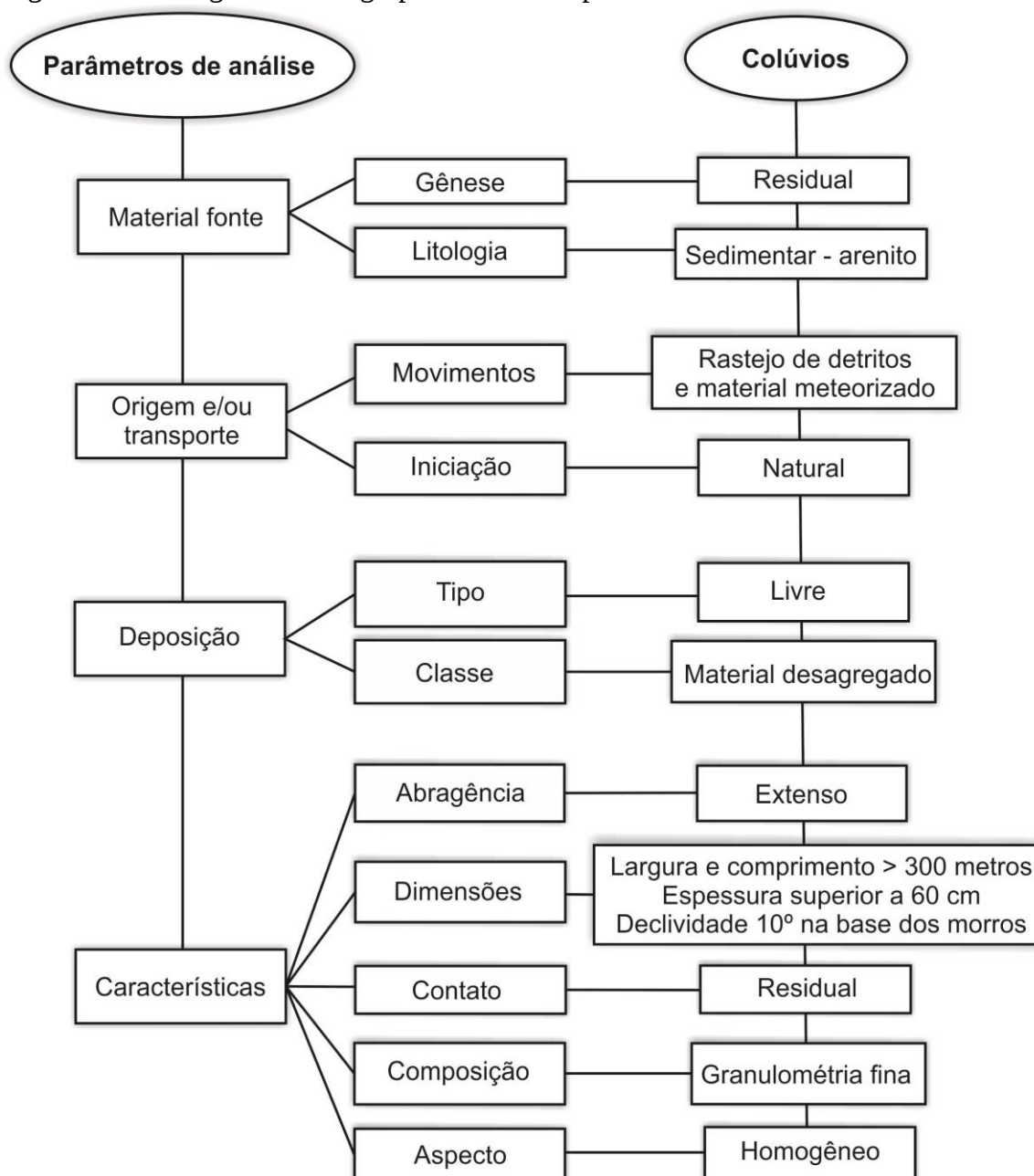
Figura 41 - Espacialização das áreas de deposição dos sedimentos coluvionares.



Elaboração: Talita Suelen Carvalho Silva, 2016.

Os ambientes de deposição dos sedimentos que constitui os depósitos coluvionares situado nas franjas dos morros precitados anteriormente apresentam similaridades entre parâmetros tais como: material fonte, origem, transporte, deposição e características em termos de dimensões, contato e composição foram realizados o agrupamento dos sedimentos que constitui os depósitos coluvionares (Figura 42).

Figura 42 - Fluxograma com agrupamento dos depósitos coluvionares.



Elaboração: Talita Suelen Carvalho Silva, 2016.

6.3. CARACTERIZAÇÃO DOS DEPÓSITOS COLUVIONARES

6.3.1. Granulometria dos sedimentos coluvionares

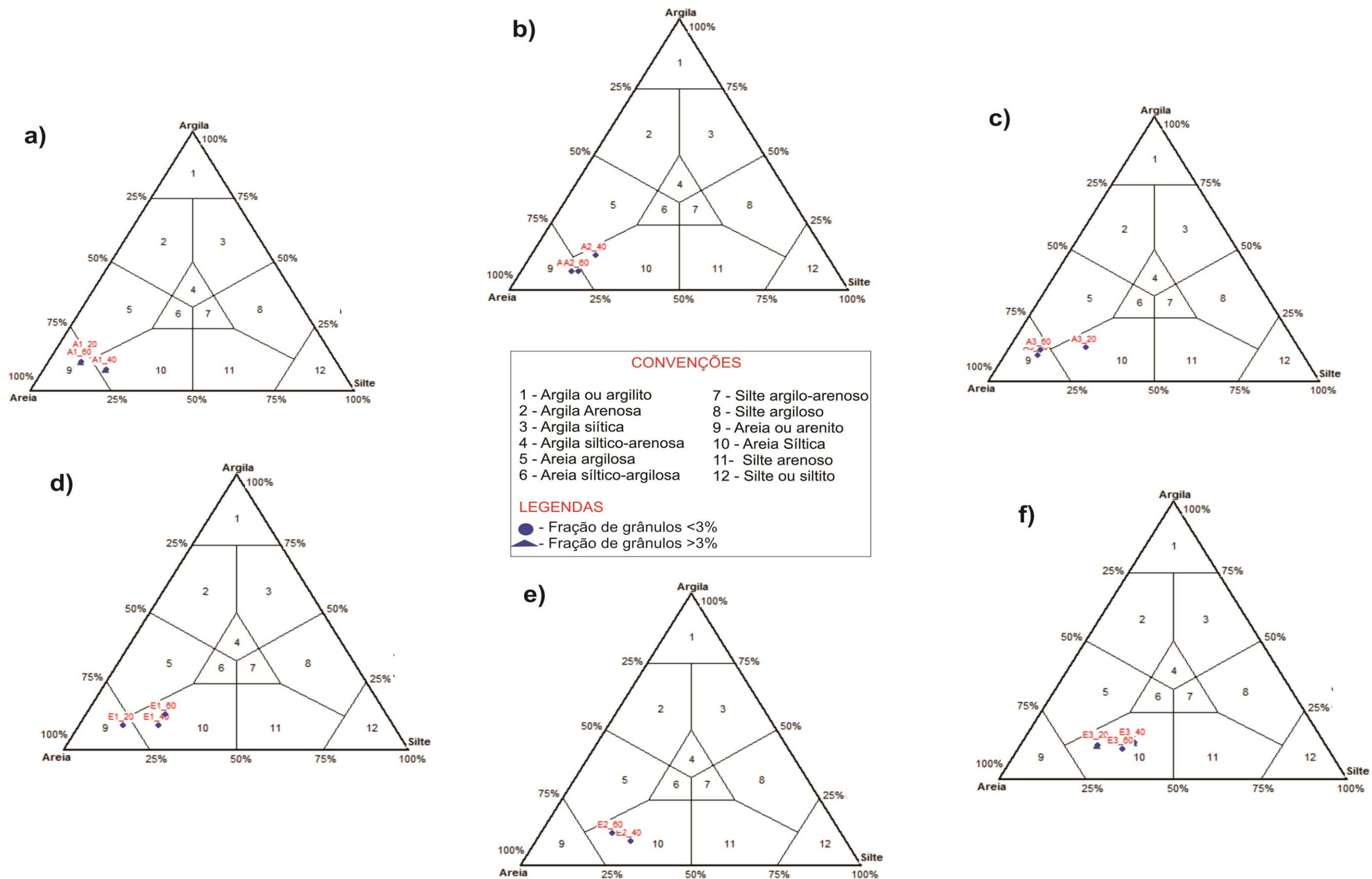
Os sedimentos que compõem as franjas de colúvios, localizados na base do morro da Antena, apresentam predominância arenosa em superfície gradando em profundidade para areia siltica (Figura 43/A, B, C). Em detrimento, o morro do Entorno apresentou maior predomínio de areia siltica, com exceção dos sedimentos na profundidade de 20 cm (Figura 43/D, E, F).

Nos sedimentos situados nas franjas coluvionares dos morros Barata e Funil, foi verificado o predomínio de areia siltica, com exceção dos sedimentos situadas na profundidade de 60 cm do morro do Barata, que apresentou maior predomínio por fração arenosa (Figura 44, A, B, C, E, F, G).

Entretanto, foram verificados que os sedimentos situados na média vertente do morro Funil são predominantemente arenosos tanto em superfície quanto em profundidade (20 cm, 40 cm e 60 cm), contraponto, os sedimentos situados à média vertente do morro Barata que indicou a predominância arenosa apenas na profundidade de 20 cm (Figura 44 D/H).

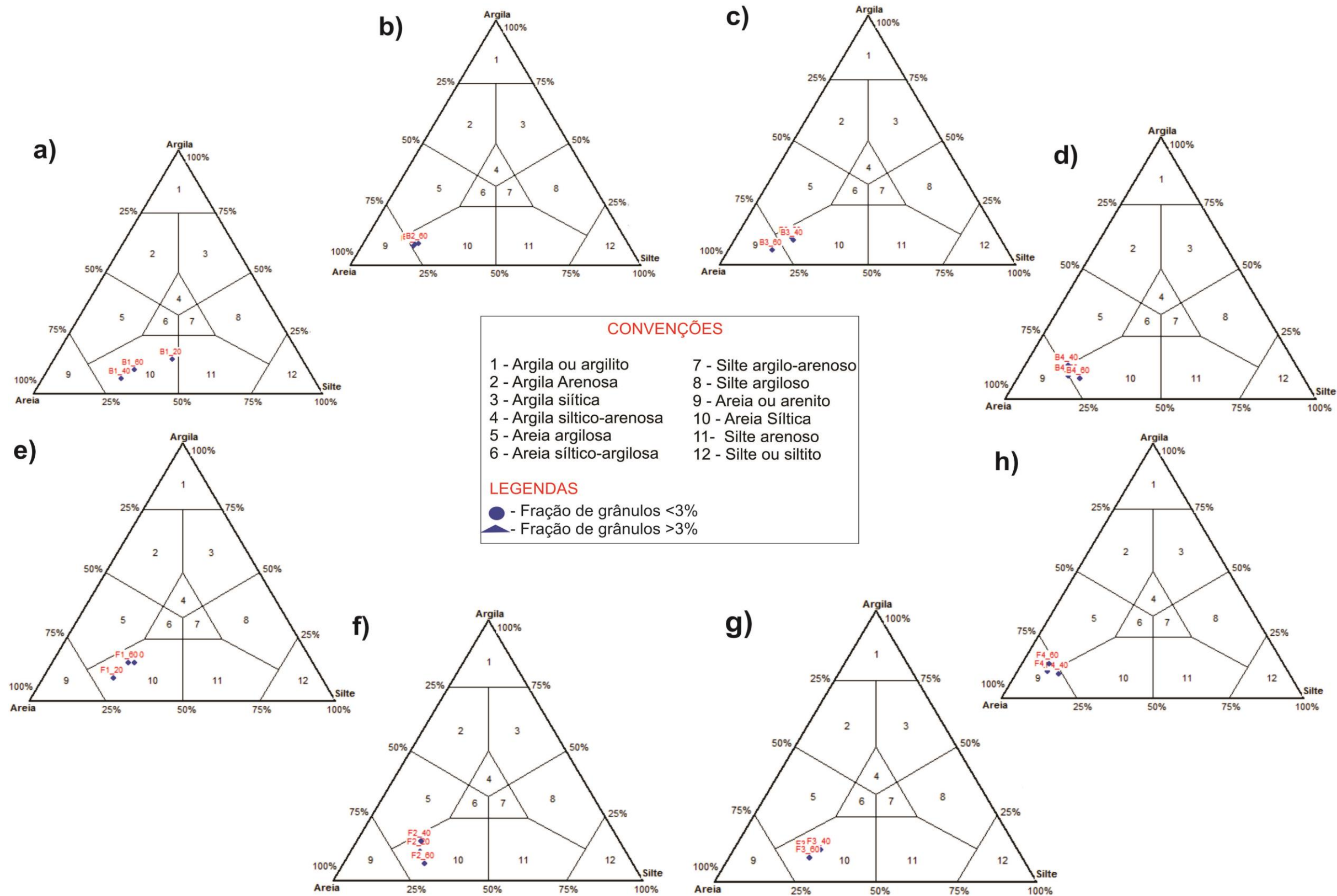
Essa variação granulométrica entre arenito e areia siltica ao longo dos perfis em profundidade, pode estar relacionada à mobilização dos sedimentos que é condicionada pelo relevo, ou seja, em áreas convexas o padrão refere-se à granulometria mais grosseiras como fração areia, e nas partes côncavas é comum a presença das frações silte e argila e solos mais espessos como foi descrito por Oliveira et. al. (2013).

Figura 43 – Distribuição granulométrica em diagramas de Shepard dos sedimentos coluvionares das franjas dos morros Antena (A, B, C) e Entorno (D, E, F).



Elaboração: Talita Suelen Carvalho Silva, 2016.

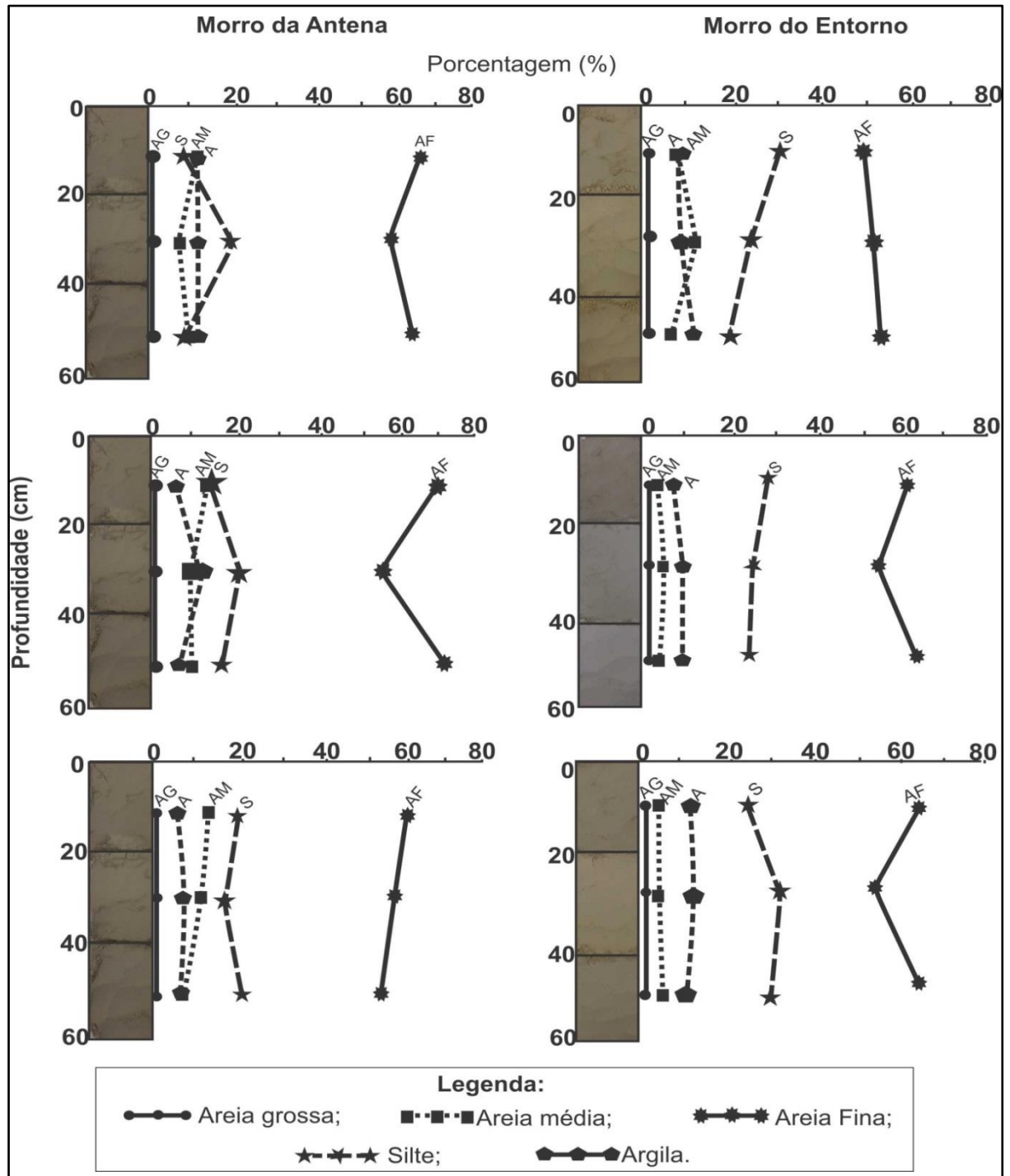
Figura 44 – Distribuição granulométrica em diagramas de Shepard dos sedimentos das franjas coluvionares (A, B, C) e média vertente (D) do morro Barata e das franjas coluvionares do morro Funil (E, F, G) e média vertente (H).



Elaboração: Talita Suelen Carvalho Silva, 2016.

Quanto à distribuição granulométrica, os sedimentos das franjas coluvionares do morro da Antena e Entorno evidenciaram maior predominância de areia fina com cerca de 55% a 70% e 50% a 65%, e a fração silte de 5% a 20% e 20% a 35% respectivamente, tanto em superfície quanto em profundidade (Figura 45).

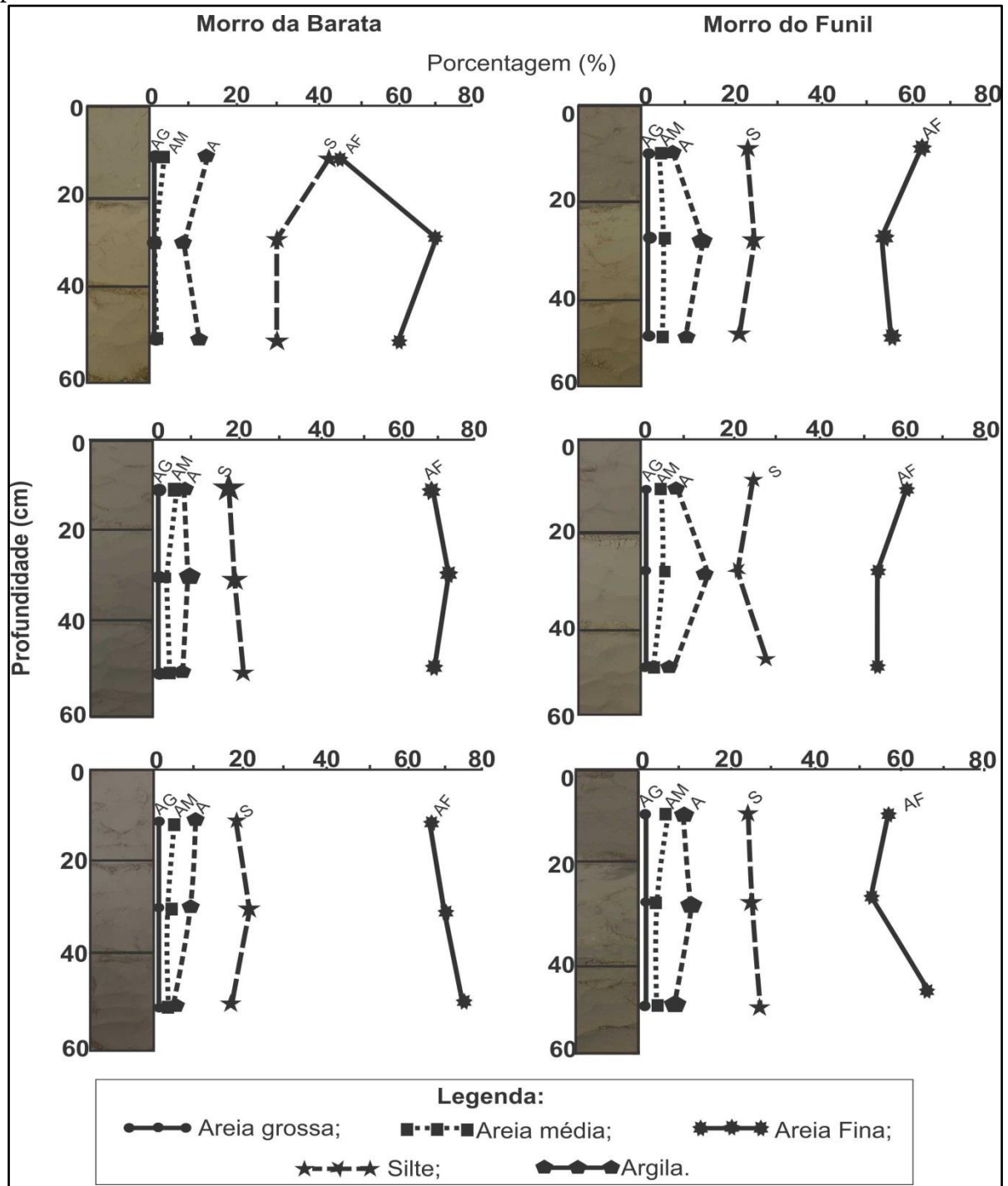
Figura 45 – Distribuição das frações granulometria das franjas coluvionares do morro da Antena e do morro Entorno.



Elaboração: Talita Suelen Carvalho Silva, 2016.

Os sedimentos das franjas coluvionares do morro Barata também apresentaram predominância de areia fina, entretanto, com percentuais superiores a 60%. Já a fração silte apresentou valores inferiores a 20%. Já os sedimentos coluvionares do morro do Funil apresentaram valores superiores a 50% de areia fina e a fração silte com aproximadamente 20% a 30% (Figura 46).

Figura 46 – Distribuição das frações granulométricas das franjas coluvionares em profundidades do morro Barata e do morro Funil.

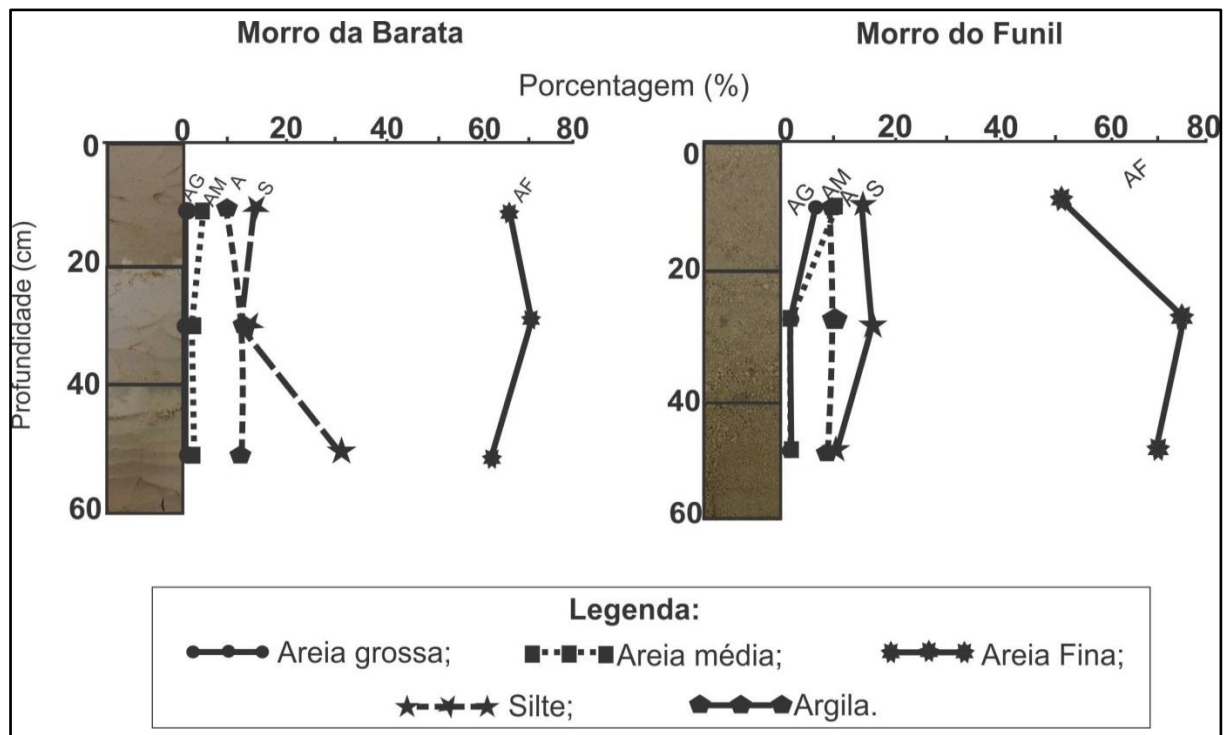


Elaboração: Talita Suelen Carvalho Silva, 2016.

Os resultados das frações granulométrica dos sedimentos coluvionares situados na média vertente do morro Barata e do Funil, foram correlacionados com os dados dos sedimentos coluvionares situados nas franjas dos seus respectivos morros. Foi verificado que o morro Funil e Barata apresentaram sedimentos coluvionares com granulometria por areia grossa com valor inferior a 10% (Figura 47).

Esses resultados podem evidenciar que o transporte promoveu a retirada do material de granulometria mais fina, ficando exposto apenas o material mais grosseiro. Trabalhos recentes elaborados por Silva, Beserra Neta, Tavares Junior (2014) descrevem a erosão em encostas pelo método da topossequência, em que confirma que na média vertente, estão presentes os materiais com granulometria grosseira, em detrimento dos sedimentos situados na base, em que predomina a granulometria mais fina.

Figura 47 - Distribuição granulométrica dos sedimentos coluvionares situado na média vertente dos morros Barata e morro Funil.



Elaboração: Talita Suelen Carvalho Silva, 2016.

Os sedimentos coluvionares apresentam diâmetro médio de 0,05 a 0,16 correspondendo a silte grosso e areia muito fina. São pobremente a muito pobremente selecionado exibindo limites variando entre 1,6 a 2,3. Sedimentos com características de pobremente selecionados sugere que a área fonte deste material está próxima, apresentando uma curta distância entre o transporte e deposição, com o arreste conduzido por movimentos de massa e fluxo de detrito, o que não possibilita a seleção natural entre as partículas.

De acordo com Suguio (1973) o grau de seleção pode estar diretamente ligado a três tipos de mecanismos distintos como a seleção local (deposição) ou seleção progressivas (transporte), ou ambas, com a mútua ocorrência dos dois processos. Em relação ao grau de assimetria, os sedimentos coluvionares apresentam valores entre 0,2 a 0,7 o que caracteriza sua constituição por partículas mais finas com assimetria positiva à muito positiva, com exceção do morro Barata que apresentou assimetria negativa com valor em - 0,21.

Os valores de curtose demonstraram que os grãos em sua maioria são mesocúrtica a leptocúrtica, com exceção do sedimentos do morro Barata que apresentou partículas platicúrtica a muito leptocúrtica (Figura 48). Esses valores indicam a forte influência do agente transportador em que um tipo de material foi selecionado em uma região de alta energia e então transportado sem alterar suas características para outro (Suguio, 1973).

Figura 48 – Caracterização dos sedimentos coluvionares segundo valores de: diâmetro médio, grau de seleção, Grau de assimetria e curtose.

Depósitos Coluvionares	Diâmetro Médio das Partículas (mm)	Grau de Seleção	Grau de Assimetria	Curtose
Morro do Entorno	Silte grosso a areia muito fina (0,05-0,07)	Probavelmente selecionado (1,6-2,0)	Assimetria positiva a muito positiva (0,2-0,4)	Mesocúrtica a muito leptocúrtica(0,9-2,1)
Morro da Antena	Areia muito fina a areia fina (0,14-0,16)	Probavelmente selecionada a muito pobremente selecionada (1,9-2,1)	Assimetria positiva a muito positiva (0,3-0,5)	Mesocúrtica a muito leptocúrtica (1,0-2,1)
Morro Barata	Silte grosso a areia muito fina (0,05-0,07)	Probavelmente selecionado (1,6-1,9)	Assimetria negativa a muito positiva (-0,2-0,7)	Platicúrtica a muito leptocúrtica (0,8-1,8)
Morro do Funil	Areia muito fina a areia fina (0,13-0,14)	Muito pobremente selecionado (2,0-2,3)	Assimetria positiva a muito positiva(0,2-0,5)	Mesocúrtica a muito leptocúrtica (0,9-1,9)

Elaboração: Talita Suelen Carvalho Silva, 2016.

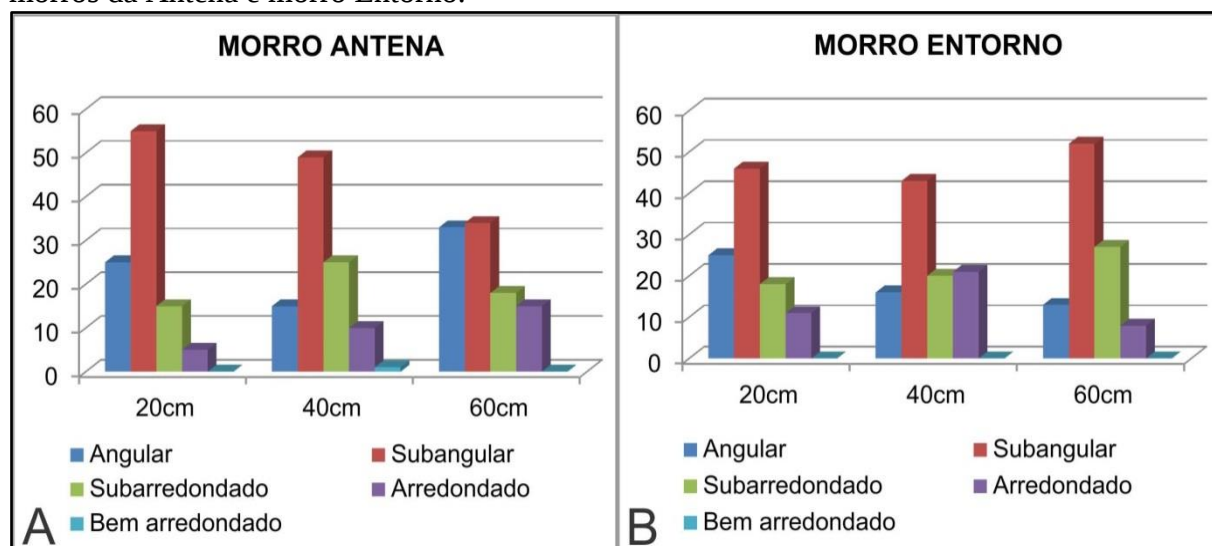
6.3.2. Morfologia dos grãos dos depósitos coluvionares

Os sedimentos que constituem os depósitos coluvionares situados nas franjas do morro do Entorno, Antena, Barata e Funil apresentam em sua morfologia a predominância de grãos subangulares cujos valores variam entre 30% a 70%, contendo ainda em menor porcentagem grãos angulares (20%) subarredondados (20%) e arredondado (10%) com valores variando de acordo com a profundidade.

Esses valores indicam que os sedimentos após serem desagregados, foram submetidos a transporte por movimento de massa ou rastejo vertente a baixo. A presença significativa de grãos subangulares evidencia que a área fonte é próxima ao ambiente de deposição reforçando os dados obtidos em relação ao grau de seleção.

Entretanto, foi verificado que nos sedimentos coluvionares do morro do Entorno a expressiva porcentagem de grãos com morfologia subangulares, refere-se à profundidade de 20cm degradando para as profundidades de 40cm e 60cm. Em contraste os sedimentos do morro da Antena com morfologia subangulares apresentaram maior porcentagem na profundidade de 60cm, degradando na profundidade de 40cm e com acréscimo na profundidade de 20cm (Figura 49).

Figura 49 - Caracterização morfológica dos sedimentos coluvionares situados na base dos morros da Antena e morro Entorno.

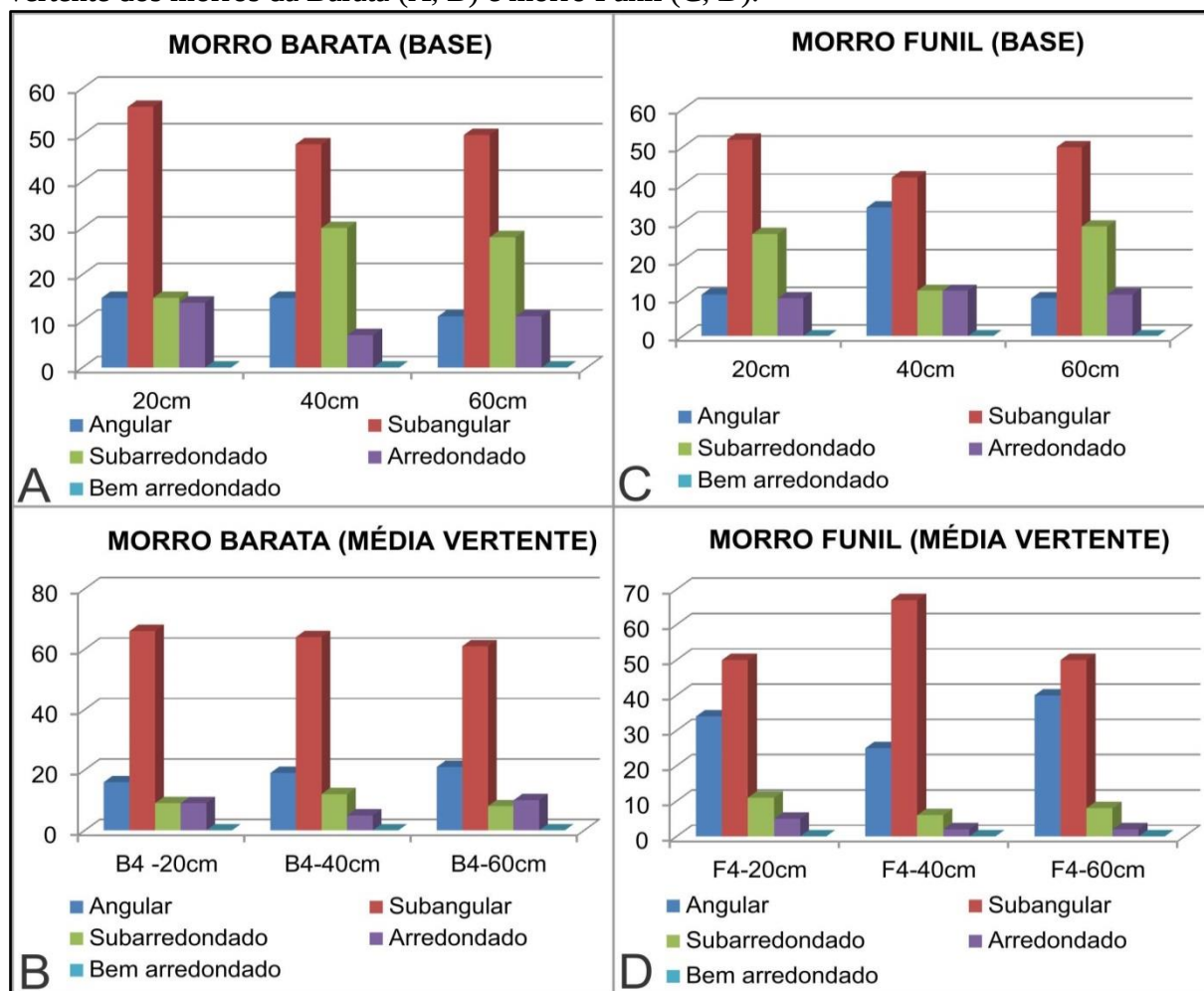


Elaboração: Talita Suelen Carvalho Silva, 2016.

Nos sedimentos coluvionares na base do morro Barata e Funil a morfologia predominante também se refere aos grãos subangulares com valores similares. Entretanto nos

sedimentos coluvionares situada na média vertente dos referidos morros, os grãos subangulares obtiveram valores superior a 60%, como exemplo na profundidade de 20cm no morro Barata, e de 40cm nos sedimentos do morro Funil (Figura 50).

Figura 50 - Caracterização morfológica dos sedimentos coluvionares situados na base e média vertente dos morros da Barata (A, B) e morro Funil (C, D).



Elaboração: Talita Suelen Carvalho Silva, 2016.

Através da fotografia dos grãos de quartzo dos depósitos coluvionares, em lupa microscópica, é possível destacar com melhor detalhe as características morfológicas com a presença de arestas pontiagudas nos grãos subangulares, em detrimento dos grãos subarredondados, este por sua vez com ausência de arestas e com morfologia bem circular o que pode estar relacionado a grãos que herdaram morfologia de outros ciclos. Cabe destacar a existência de superfície de abrasão, cavidades, fendas o que pode ser resultado da ação mecânica (Figura 51).

Figura 51 - Morfologia dos sedimentos coluvionares, grão bem retrabalhado com ausência de arestas (A), grão subangular com detalhe para presença de arestas (B), grãos com morfologia angular (C), subangular (D), subarredondados (E) e arredondado (F).

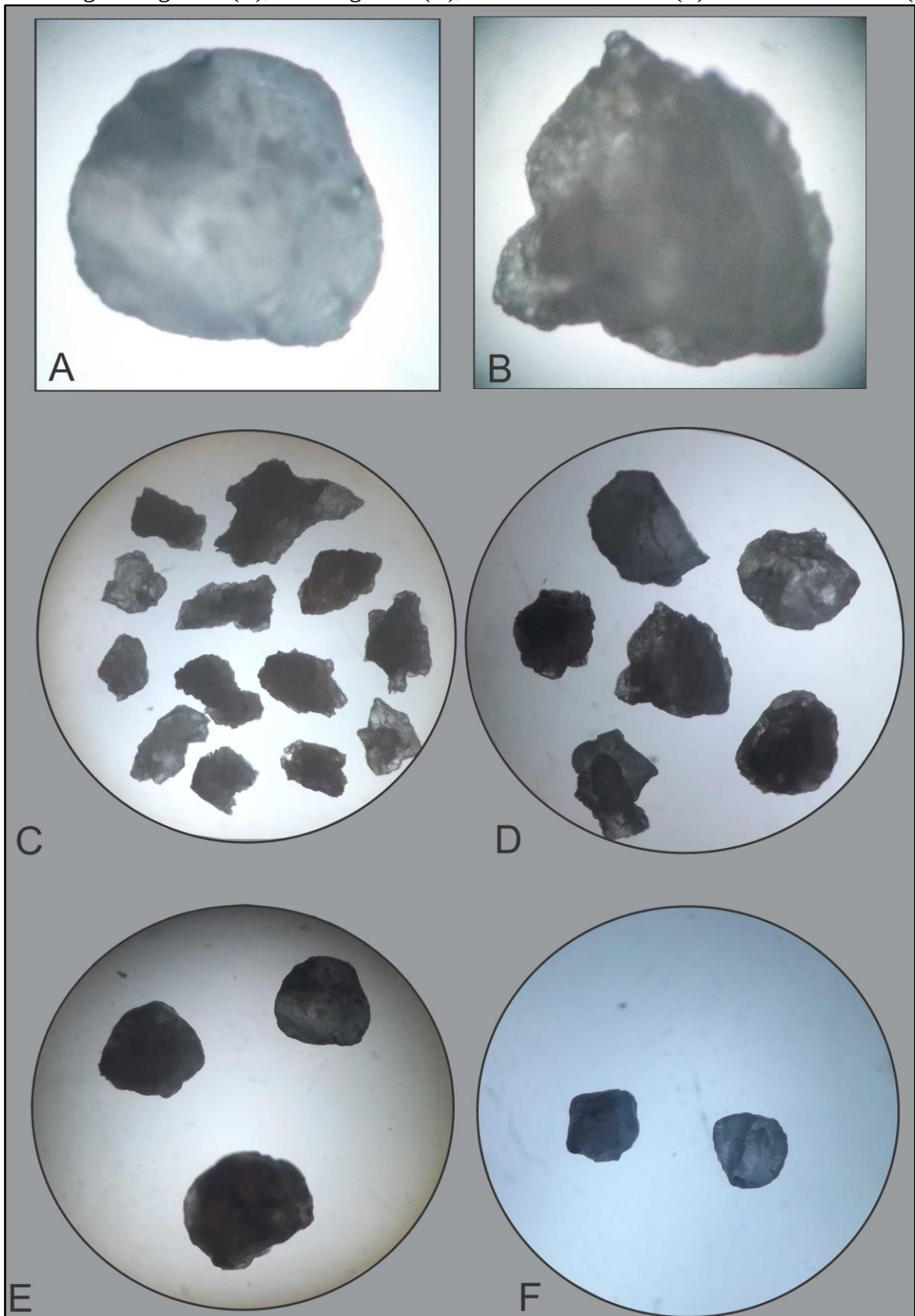


Foto: Talita Suelen Carvalho Silva, 2016.

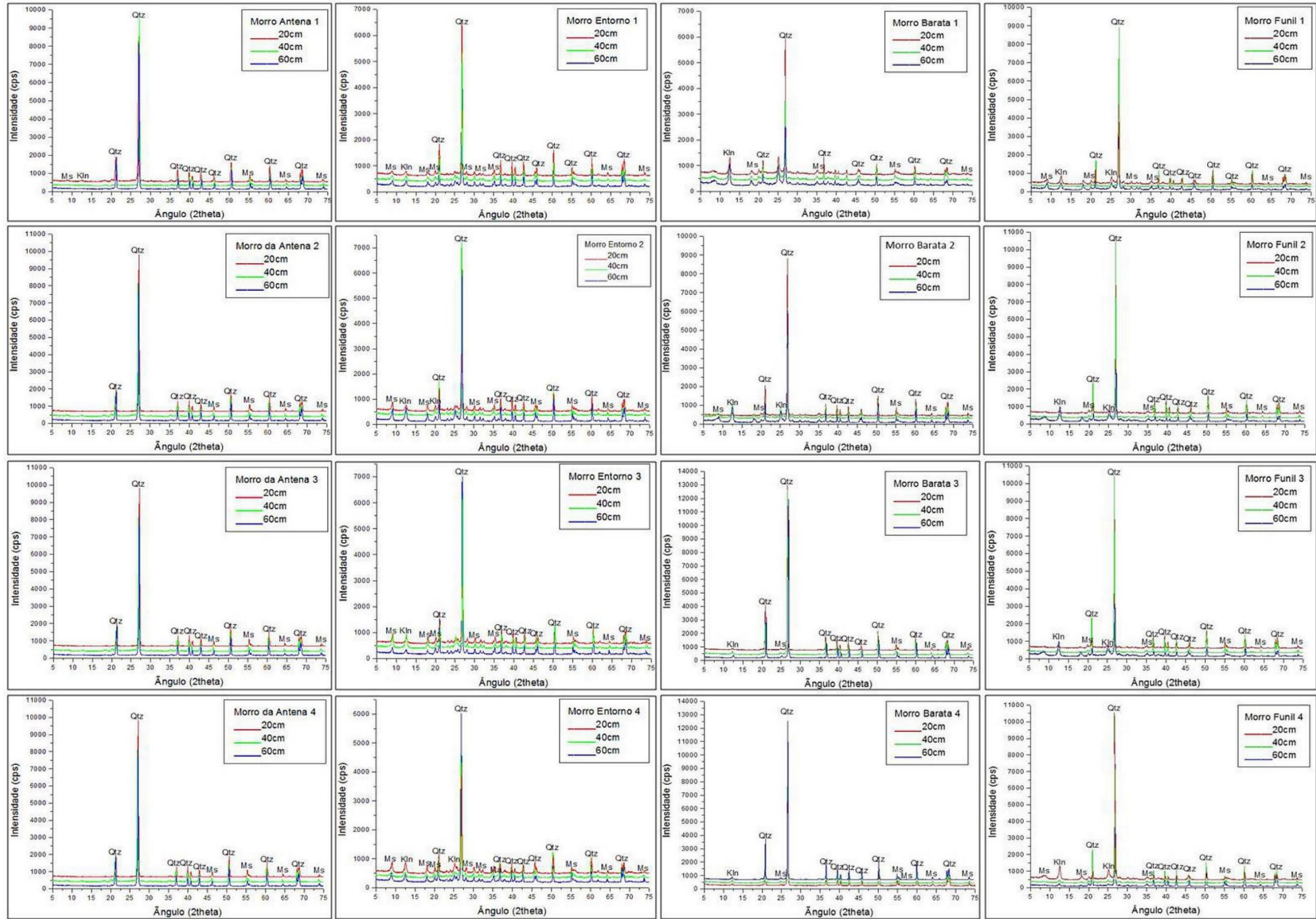
6.3.3. Identificação mineralógica dos sedimentos coluvionares

Na determinação da composição mineralógica foi verificado que os sedimentos coluvionares do morro do Entorno, Antena, Barata e Funil são constituídos predominantemente por quartzo, contendo ainda a caulinita e muscovita, com os picos de reflexão em todos os sedimentos coletados tanto em superfície ao longo da franjas coluvionares quanto em profundidade.

O mineral quartzo além de ter apresentado maior número de picos de reflexão foi o que indicou maior intensidade de reflexão sendo seu ângulo de incidência o pico 24°. Em seguida a muscovita apresentou pico de intensidade no ângulo 52°. E em menor número e com menor intensidade a caulinita com pico de reflexão o 20° (Figuras 52).

Esses resultados se assemelham aos dados obtidos nas análises mineralógica dos solos da serra do Tepequém em perfis de solos situados na parede das feições erosivas realizados por Beserra Neta (2007) bem como em trabalhos realizados por Silva et. al. (2014), destacando que os sedimentos apresentam similaridades em sua composição devido ao material fonte que corresponde ao arenito que sustenta os morros e colinas da serra.

Figura 52 - Composição mineralógica dos sedimentos coluvionares situados nas franjas colúvio Entorno (ME) nas profundidades de 20cm, 40cm e 60cm.



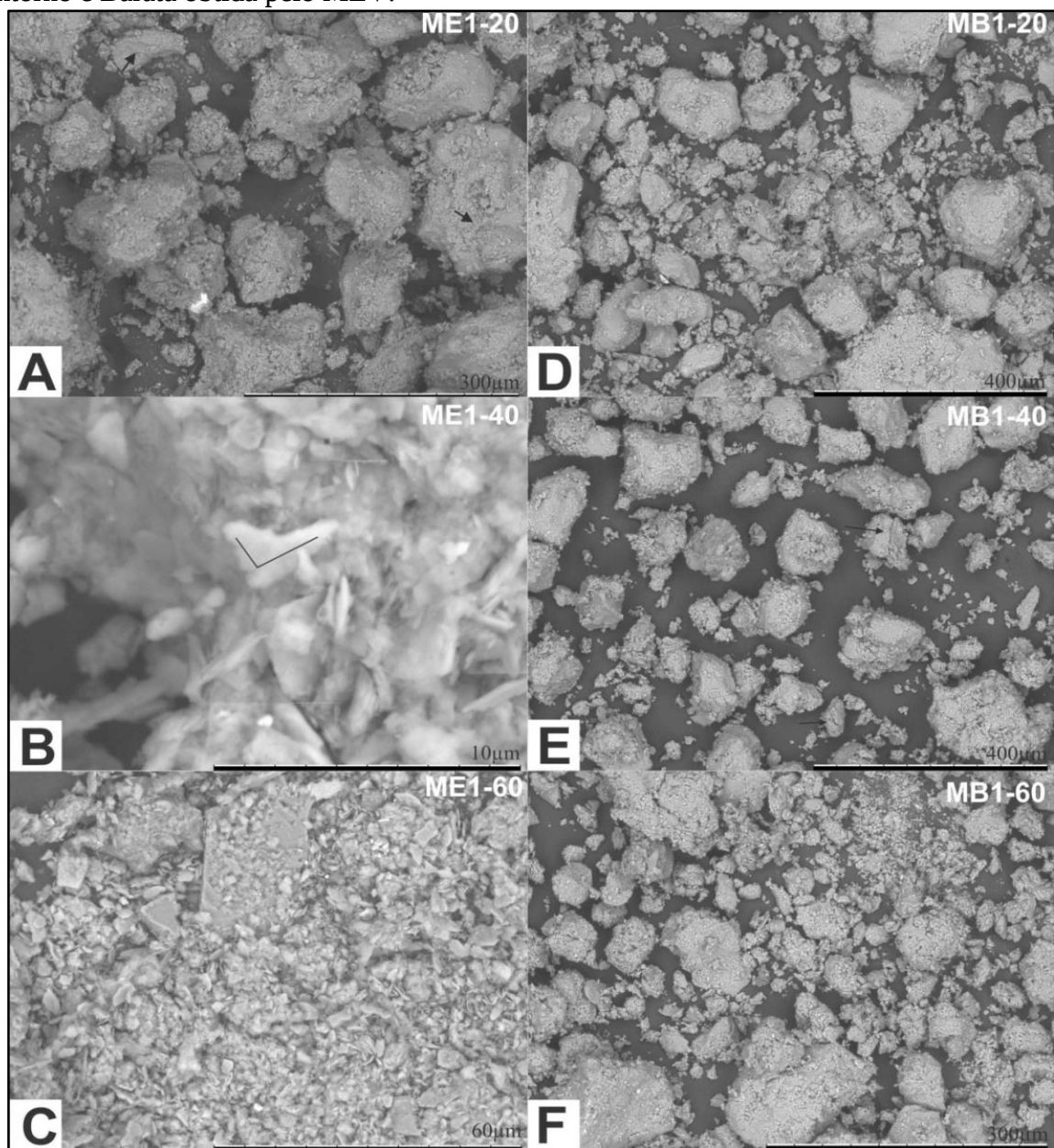
Legenda: Qtz - quartzo Kln - caulinita Ms - muscovita

Elaboração: Talita Suelen Carvalho Silva, 2016.

6.3.4. Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) e Espectrometria de Dispersão de raios X (EDS)

As imagens geradas pelo MEV dos sedimentos que constitui os depósitos coluvionares das franjas do morro do Entorno e Barata, reforçam os diferentes graus de arredondamento dos grãos que são caracterizados por suas faces angulares, subangulares a subarredondados. Nos sedimentos coluvionares do morro do entorno, nas profundidades de 40 a 60 cm é possível destacar a presença de folhas da caulinita agregada aos grãos de quartzo (Figura 53).

Figura 53 - Microfotografia dos depósitos coluvionares situados na base dos morros do Entorno e Barata obtida pelo MEV.

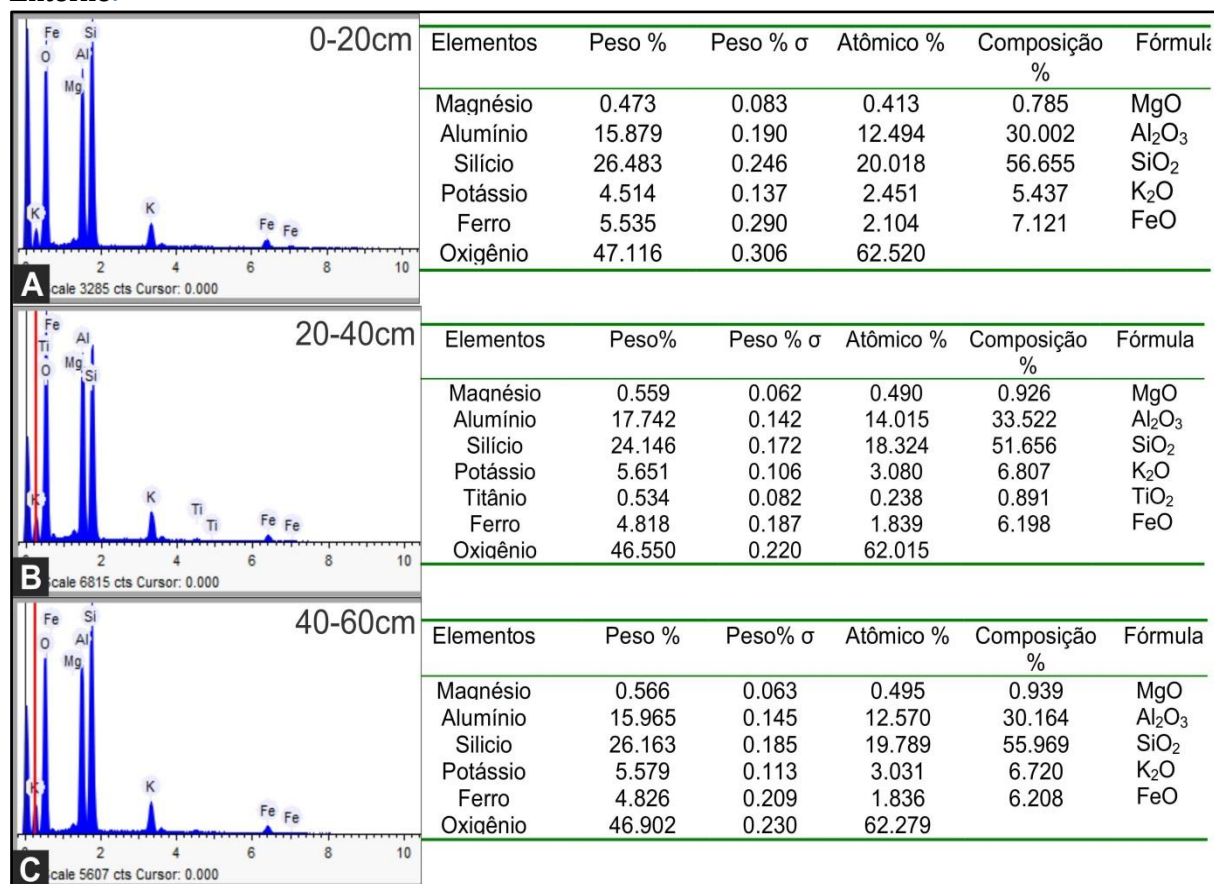


Elaboração: Talita Suelen Carvalho Silva, 2016.

A partir da análise química por EDS, foi constatado que os sedimentos dos depósitos coluvionares do morro do Entorno e morro Barata apresentaram predominância de SiO_2 com cerca 51% e 65% e teor de Al_2O_3 com 33% e 26%, respectivamente (Figura 54 e 55). Outros compostos identificados em menores teores, foram o Fe_2O_3 e K_2O com 6%, além do MgO com 0,92% e TiO_2 com 0,78%. Tais valores evidenciam a característica quartzosa dos solos coluvionares, bem como a quantidade da caulinita e muscovita como sugere os dados que foram obtidos na análise mineralógica.

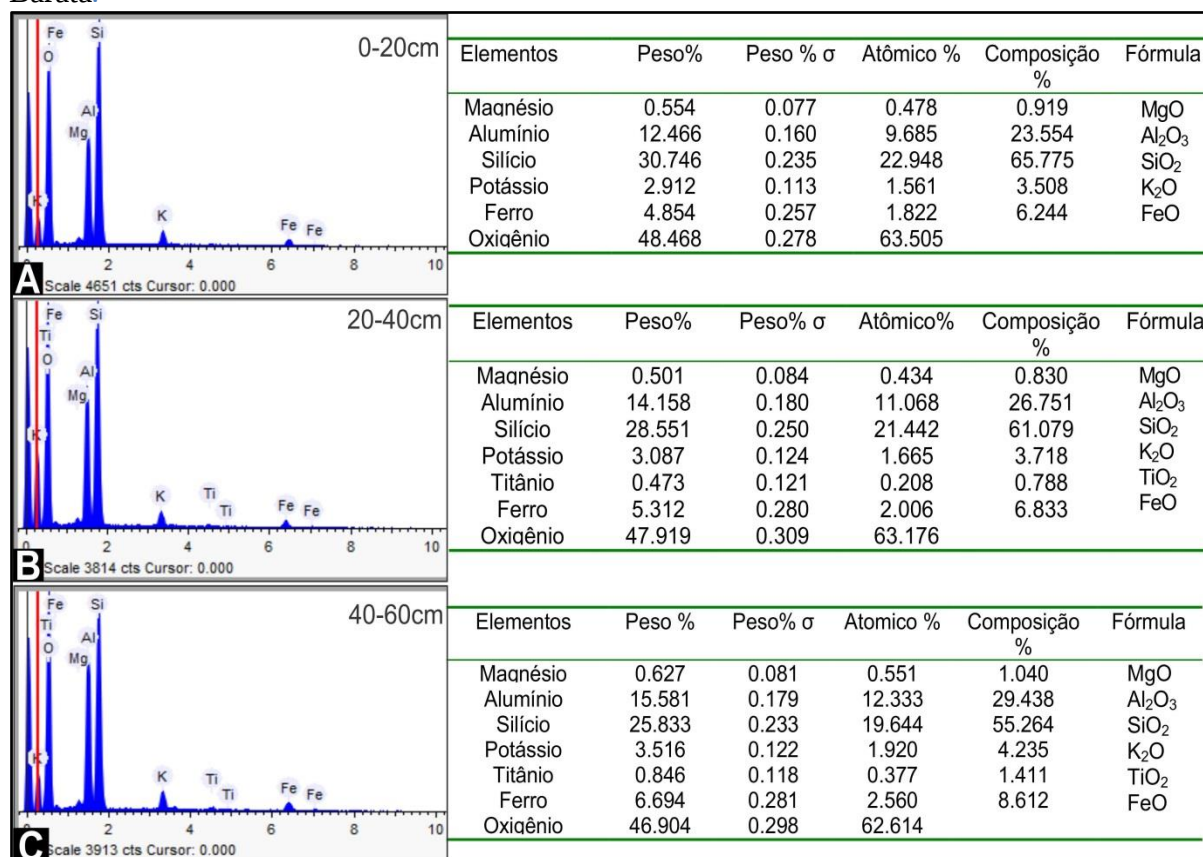
O acréscimo do teor de Al_2O_3 é acompanhado da redução do SiO_2 entre os sedimentos coluvionares em profundidade, tanto no morro do Entorno quanto no morro do Barata, com exceção dos sedimentos coluvionares situados a 60cm, na base do morro do Entorno (Figura 56). Em detrimento, o teor mais elevado de SiO_2 foi constatado na profundidade de 20cm na base do morro Barata (Figura 57). Essas características refletem a natureza arenosa dos sedimentos coluvionares bem como a pouca capacidade de trocas de cátions devido à falta de nutrientes.

Figura 54 - Análise química por EDS dos sedimentos coluvionares situados na base do morro Entorno.



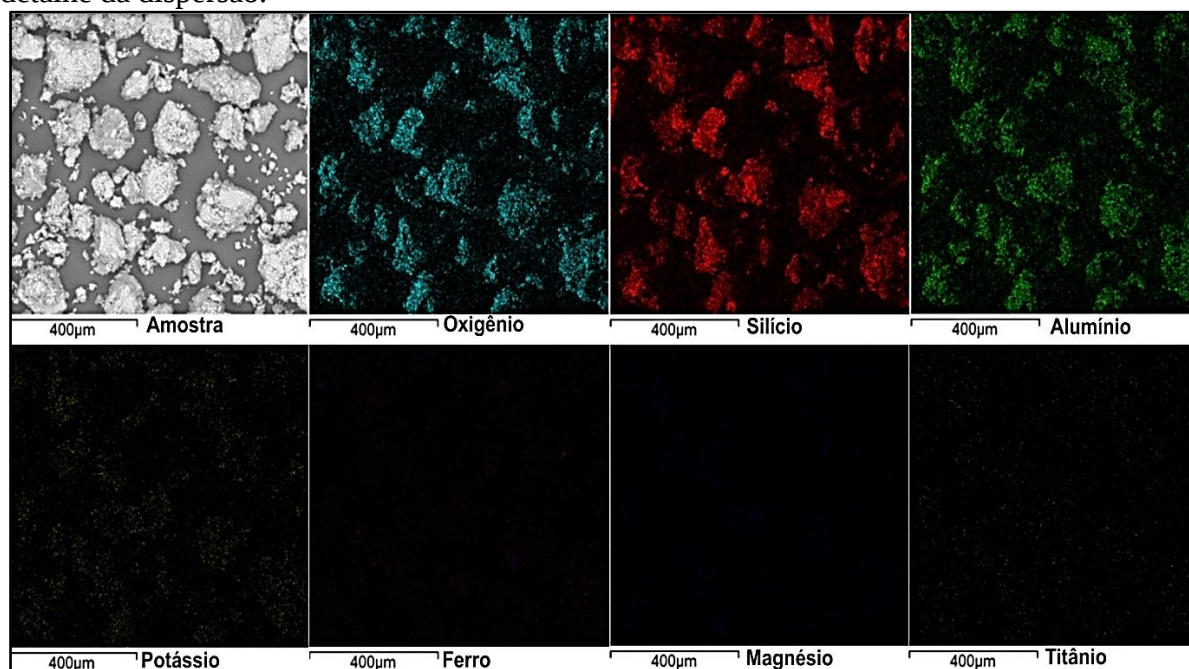
Elaboração: Talita Suelen Carvalho Silva, 2016.

Figura 55 - Análise química por EDS dos sedimentos coluvionares situados na base do morro Barata.



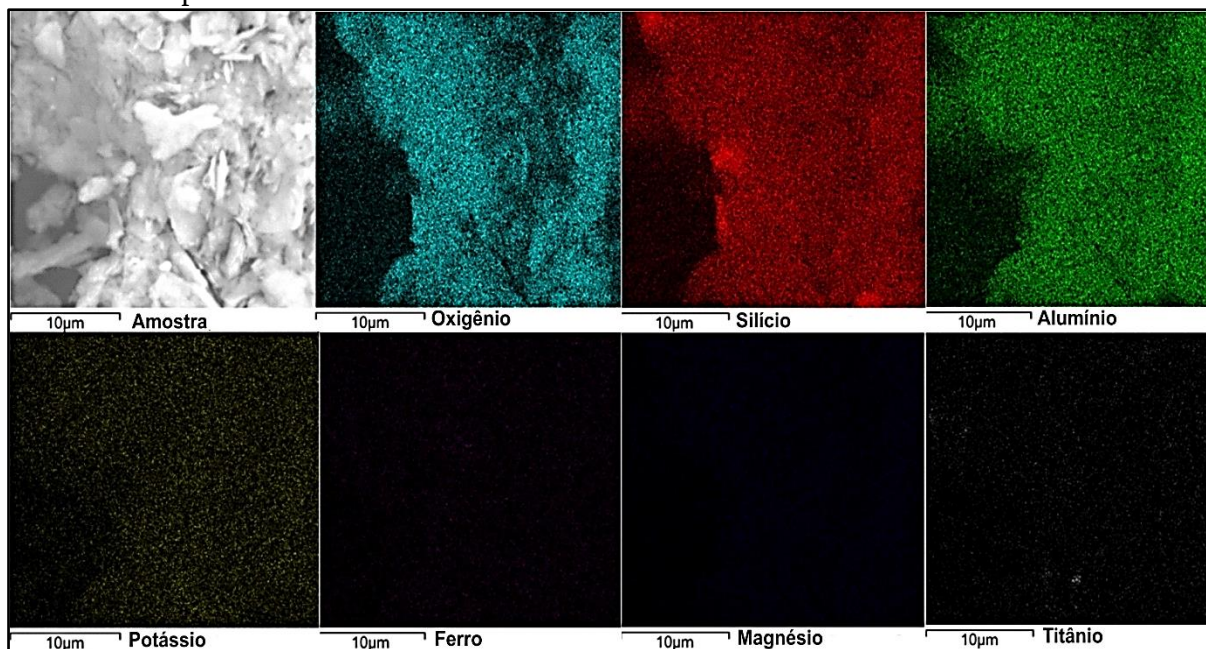
Elaboração: Talita Suelen Carvalho Silva, 2016.

Figura 56 - Mapeamento por EDS nos sedimentos coluvionares do morro do Barata com detalhe da dispersão.



Elaboração: Talita Suelen Carvalho Silva, 2016.

Figura 57 - Mapeamento por EDS nos depósitos coluvionares do morro do Entorno com detalhe da dispersão.



Elaboração: Talita Suelen Carvalho Silva, 2016.

Considerando as características físicas dos solos coluvionares vale ressaltar que os processos responsáveis pela esculturação da paisagem estão relacionados à denudação das formas elevadas, através da movimentação do regolito em média vertente e sua deposição nas áreas de agradação, como é denominada a porção do relevo que recebe o material sedimentar, correspondente as áreas abaciadas ou côncavas.

Esse processo de remoção das partículas por movimentação do regolito ocorre na sua maioria por rastejamento de material detrítico, acrescentando poucos centímetros a camada de solo, pois não há indícios de deslocamento de grandes porções de solo. Com exceção do morro Barata, onde a presença de feições erosivas situadas na vertente do morro. A presença de linhas de pedra entre os saprólitos e camada de colúvios nas feições erosivas, demonstra a presença de eventos que contribuiu para o arraste de material de granulometria grosseira que capear as encostas para áreas menos elevadas.

Atualmente 3 idades foram adquiridas entre as camadas superficiais em três voçorocas situadas na Serra do Tepequém, através de radiocarbono. A primeira refere-se a camadas abaixo de linha de seixo com idade mínima de 3.822 anos AP e 1.993 anos AP, correspondendo aos paleossolos e a terceira com idade de 2.206 anos AP correspondendo ao

material arenoso acima das linhas de pedra sendo considerado material alóctone. Portanto considerados como material recente (BESERRA NETA, 2007).

A textura arenosa dos sedimentos que constituem os depósitos coluvionares, situados na base dos morros Antena, Entorno, Barata e Funil provém da rocha matriz que sustenta os morros e colinas, o que promove uma resistência ao intemperismo e mantém as características dos morros em termos de forma e inclinação. A variação granulométrica apresentam padrões semelhantes ao longo das franjas coluvionares, e as exceções encontradas em alguns perfis em profundidade, podem estar relacionada com a mobilização desse material após eventos de acomodação como a erosão por fluxo subsuperficial.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os ambientes propícios para o depósito dos sedimentos coluvionares, corresponde à base de morros e colinas com altimetria variando entre 556 a 612 metros. O prolongamento do transporte desses sedimentos promove em alguns casos a interligação da base de morros com as áreas de planície, formando a extensas *franjas alongadas*. Em oposição, a execução de obras como corte de estrada e/ou instalação de feição erosiva na base de morros, promovem a interceptação do transporte de sedimentos, caracterizando as *franjas por interceptação*.

Os sedimentos que constitui os depósitos coluvionares situados na base dos morros apresentam granulometria por fração arenosa a areia siltica, com predomínio de areia fina (50% a 70%) e por silte (5% a 35%). Os sedimentos coluvionares situados na média vertente também apresentam predominância arenosa, constituído por areia fina (50% a 60%) e silte (20% a 30%). Entretanto apresentaram valores de areia grossa inferior a 10% em contraste com os sedimentos situados na base dos morros, em que não apresentaram fração por areia grossa, evidenciando uma possível seleção devido à remoção do material mais fino em detrimento dos sedimentos de granulometria mais grossa.

O diâmetro das partículas dos sedimentos coluvionares é caracterizado por silte grosso a areia muito fina (0,05-0,14mm), são muito pobremente selecionados (1,6-2,3), com grau de assimetria positiva a muito positiva (0,2 – 0,7), com exceção dos sedimentos do morro Barata, que apresentaram grau de assimetria negativa a muito positiva (-0,2-0,7) e valores de curtose em Platicúrtica a Leptocúrtica (0,8-2,1) o que representa transporte por movimento de massa e rastejo de material detrítico com curta distância entre a fonte e a área de deposição.

Os grãos dos sedimentos coluvionares apresentam morfologia subangular na ordem de 30% a 70%, contendo ainda grãos angular (20%), subarredondados (20%) e arredondado (%10). Apresentam superfície de abrasão, cavidades e fissuras devido à ação mecânica. Foi constatado na análise química o predomínio dos elementos SiO_2 (61%) e Al_2O_3 (33%), bem como em menor intensidade Fe_2O_3 e K_2O (6%) além de MgO (0,92%) e TiO_2 com (0,78%).

Os sedimentos coluvionares são constituídos predominantemente por quartzo, contendo ainda caulinita e muscovita que demonstra a natureza arenosa. No morro do Entorno foi verificado pico de goetita nos sedimentos coluvionares situados na média vertente. Este estar relacionado ao capeamento Laterítico que recobre o topo do morro do Entorno.

REFERENCIAS

AB´SÁBER, A.N. **A Amazônia: do Discurso à Práxis**. Editora da Universidade de São Paulo, 1996, 319 p

ALMEIDA, E. B., **Análise integrada de elementos da paisagem da serra do Tepequém por meio de dados de sensoriamento remoto e de campo**, 2015, 99p. Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais) – Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2015.

ANA – Agência Nacional de Águas. **Sistema de informações hidrológicas**. In <http://hidroweb.ana.gov.br/>, acesso em 13 de Abril de 2012.

BESERRA NETA, L. C. **Análise evolutiva da paisagem da serra Tepequém – Roraima e o impacto da atividade antrópica**. 190p. 2007. Tese (Doutorado em Geologia e Geoquímica), Programa de pós – graduação em Geoquímica, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Para, Belém, 2007.

BESERRA NETA, L. C.; COSTA, M. L.; BORGES, M. S. **A planície intermontana Tepequém, Roraima, e sua vulnerabilidade erosiva**. In: ROSA-COSTA, L. T. ; KLEIN, E. L.; VIGLIO, E. P. (Eds.) *Contribuições à Geologia da Amazônia*. Belém: SBG - Núcleo Norte, 2007. v. 5, p.89-100.

BESERRA NETA, L. C.; TAVARES JÚNIOR, S. S. **Geomorfologia do Estado de Roraima por Imagens de Sensores Remotos**. In: SILVA, P. R. F.; OLIVEIRA, R. S. (Org.) *Roraima 20 Anos: As Geografias de um Novo Estado*. Ed. UFRR. Boa Vista, 2008. p. 168-192.

BIGARELLA, J. J. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais**. 2ª ed. Florianópolis: ed. Da UFSC, 2007,1436p.

BIGARELLA, J.J.; BECKER, R.D.; SANTOS, G.F. dos. **Estrutura e Origem das Paisagens Tropicais e Subtropicais**. Florianópolis: Editora da UFSC, V. 1, 1994, p. 192-218.

BRAND, E. W. Analysis and desing in residual soils. In: Geotechnical engineering division specialty conference on engineering and construction in tropical and residual soils, Honolulu. **Anais...**New York: ASCE, 1982, p. 89 – 143.

BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral. Projeto Radam. **Folha NA-20 Boa Vista e parte das folhas NA-21 Tumucumaque, NB-20 Roraima e NB-21: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra**. Rio de Janeiro: DNPM, 1975. 428 p.

CALDERANO, S. B.; DUARTE, M. N., GREGORIS, G. **Análise mineralógica das frações finas do solo por difratometria de Raio-X**. Rio de Janeiro, EMBRAPA, 2009, pag. 01 - 09.

CAMARGO, M. G. de. **Sysgran**, versão 3.0, SysGran para Windows. Disponível em: <http://www.cem.ufpr.br/?page_id=527> acessado 28 de fevereiro 2015.

CASSETI, V. **Geomorfologia**. [S.l.]: [2005]. Disponível em: <<http://www.funape.org.br/geomorfologia/>>. Acesso em: 13 de Março de 2016.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2ª ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1980.

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

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. **Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. Roraima Central, Folhas NA.20-X-B e NA.20-X-D (integrais), NA.20-X-A, NA.20-X-C, NA.21-V-A e NA.21-V-C (parciais). Escala 1:500.000**. Estado de Roraima. Superintendência Regional de Manaus. Manaus, 1999. 166 p. CD-Rom.

_____. **Carta Geológica, Folha NA.20-X-A-III Vila de Tepequém**. Programa Geologia do Brasil, Mapa Geológico, escala 1:100.000. 2010.

DEDAVID B. A.; GOMES, C. I. ; MACHADO, G. **Microscopia eletrônica de varredura: aplicações e preparação de amostras: materiais poliméricos, metálicos e semicondutores**, Porto Alegre: EDIPUCRS, 2007. 58p.

EMBRAPA, EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de métodos de análise de solos**. 2 ed., Rio de Janeiro: 1997. 212 p.

FERNANDES FILHO, L. A. **Fácies deposicionais, estratigrafia e aspectos estruturais da cobertura sedimentar Paleoproterozóica na serra do Tepequém, Escudo das guianas, estado de Roraima**. 118p. 2010. Tese (Doutorado em Geologia e Geoquímica) – Programa de Pós – Graduação em Geologia e Geoquímica, Universidade Federal do Pará, Belém, 2010.

FITZ, P. R. **Geoprocessamento sem complicação**. Ed. Oficina de Texto. São Paulo, 2008. 160p

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

GAUGER, A. P., STÉLIO SOARES, T. J. BESERRA NETA, L. Análise Tectono-estrutural da borda SW do Hemigrabem do Tacutu e norte do cinturão Guiana central, Roraima, In: Simpósio de Geologia da Amazônia, 13, 2013, Belém, **Anais...**, Belém, 2013.

GAUTTIERI, M. C. M., TOLEDO, M. C. M., Intemperismo e a formação de depósitos das vertentes nas terras altas tropicais do Itatiaia – Sudeste – Brasil, **Revista Catena**, v. 27, p 81 - 103, março de 1996

HIRUMA, S. T. Revisão dos conhecimentos sobre o significado das linhas de seixos, **Revista do Instituto Geológico**, v. 27-28, n. 1 /2, São Paulo, p. 53-64, 2007

IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Carta planialtimétrica vila Tepequém - Folha NA. 20-X-A-III-MI-25. Rio de Janeiro, 1983. Escala 1: 100.000

LACERDA, W. A. Comportamento Geotécnico de Massas Coluviais, In: Simpósio de Prática de Engenharia Geotécnica da Região Sul, 3º, 2002, Joinville, **Anais...**, Joinville, p 219 – 231;

LACERDA, W. A. SANDRONI, S. S. Movimentos de massas coluviais. In: Mesa Redonda sobre os aspectos geotécnicos de encostas, 1985, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Clube de Engenharia, 1985. p 1- 9.

LEMO, A.; SANTOS, P. B. **Manual de descrição e coleta de solos em campo.** Campinas: SBCE/SNLCS, 1996. 46 p.

LUZARDO, R. **O Metamorfismo da serra do Tepequém (Estado de Roraima).** 2006, 91p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Geociências, Universidade Federal do Amazonas. UFAM. Manaus, 2006.

MELO, J. S. **Dinâmica geomorfológica do ambiente de encosta em Belo Jardim – PE: uma análise a abordagem a partir da perspectiva morfológica aplicada aos depósitos coluviais.** 2008, 114p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de pós – graduação em Geografia, Universidade de Pernambuco, Recife – PE, 2008.

Melo, R.F.T ; Silva, D.G.; Corrêa, A.C.B. Mapeamento geomorfológico como ferramenta para identificação de depósitos quaternários no município de Afrânio – Pernambuco, nordeste do Brasil. In: 9º Simpósio Nacional de Geomorfologia – Geomorfologia e eventos catastróficos: passado, presente e futuro, **Anais...9 SINAGEO**, Rio de Janeiro, 2012

MENESES, M. E. N. S. **Os lagos do entorno da cidade de boa vista – Roraima: aspectos fisiográficos, granulométricos, mineralógicos e químicos dos sedimentos e físico-químicos das águas.** 2006, 111p. Dissertação (Mestrado em Geoquímica e Petrologia) – Pós-graduação em Geoquímica e Petrologia, Universidade Federal de Pará, Belém, 2006.

MITUSOV, A.V., O.E., WENDT, J., DREIBRODT, S., BORK, H.R. **Correlation of colluvial deposits with the modern land surface and the problem of slope profile description.** *Revista Geomorphology*, Germany, v. 220, pag.30–40. Set. 2014

MOURA, J. R. S, SILVA, T. M., Complexo de Rampas de colúvios, In: CUNHA, S. B. GUERRA, A. J. T. (org.), **Geomorfologia do Brasil**, Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 8ª ed. 2009, p. 143 – 180.

MEIS, M. M.; MACHADO, M. B. A Morfologia de Rampas e Terraços no Planalto do Sudeste do Brasil: Médio vale do rio Doce. **Revista Finisterra**, Lisboa, v.13, N. 26, pp.201-219. 1978

NASCIMENTO, F. A.; TAVARES JÚNIOR, S. S.; BESERRA NETA, L. C. Estudo dos compartimentos geomorfológicos na serra do Tepequém – RR, através de fotointerpretação em imagens de Sensores remotos e produtos integrados via IHS. Manaus, **Revista Geonorte**, Edição Especial, v. 2, n.4, p.1464 – 1474, 2012.

NASCIMENTO, F. A. **Compartimentação geomorfológica da serra do Tepequém – RR, com base em produtos de sensoriamento remoto**, 2013, 110p. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2013.

NASCIMENTO, S.O; TAVARES JUNIOR, S.S; BESERRA NETA, L.C; Mapeamento geomorfológico da região do Gráben do Tacutu, por meio de análise de morfoestruturas, In: 10º Simpósio Nacional de Geomorfologia: geomorfologia, ambiente e sustentabilidade, **Anais...10º SINAGEO** Manaus 2014, 519p.

OLIVEIRA, D. P.; FERREIRA, T.O.; ROMERO, R. E.R.; FREITAS, COSTA, M. C.G. Microrelevo e a distribuição de frações granulométricas em Cambissolos de Origem calcária. Microrelevo e a distribuição de frações granulométricas em cambissolos de origem calcária. *Revista de Ciência Agronômica*, Fortaleza, v. 44, n. 4, pag. 676-684, out/dez 2013.

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

RODRIGUEZ T.T., **Proposta de classificação geotécnica para colúvios brasileiros**. 2005, 352p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil), Programas de Pós-Graduação de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

SILVA, T S C, RODRIGUES, S. M. BESERRA NETA, L. C. TAVARES JÚNIOR, S, S, Caracterização dos depósitos coluvionares da serra do Tepequém – RR. In: 1º Encontro Roraimense de Geografia, 2014, Boa Vista, **Anais...1º ERG**, Boa Vista, 2014.

SANTOS, I. M.; LIMA, L. D. M.; GUERRA, A. J. T. Estudo da erosão por meio topossequência em encosta do médio curso da sub-bacia do rio sana, Macaé – RJ. In: Anais do 2º Encontro Nacional de Geografia - crise, práxis e autonomia: espaços de resistência e de esperanças, 2010. Porto Alegre. **Anais... 2º ENG 2010**, Porto Alegre, p. 1 – 12.

SILVA, A.S. **Análise morfológica dos solos e erosão**. In Guerra, A.J.T.; Silva, A.S. da; e Botelho, R.F.M. (org). Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005. p. 269-300.

SILVA, D. G.; CORRÊA, A. C. de B. Aplicação da micromorfologia de solos aos estudos de sedimentos quaternários: uma ferramenta para a reconstrução paleoambiental. **Revista Mercator**, Fortaleza (CE), v. 8, n15, p. 111-138, abril de 2009.

SILVA, E. L. **A Vegetação de Roraima**. In: BARBOSA, R. I.; FERREIRA, E. J. G.; CASTELLÓN, E. G. (Eds.) Homem, Ambiente e Ecologia no Estado de Roraima. Ed. INPA. Manaus, 1997. p. 401-415.

SILVA, T. S.C., BESERRA NETA, L. C., TAVARES JUNIOR, Propriedades físicas e mineralógicas do solo da serra do Tepequém - RR e suas implicações na vulnerabilidade a erosão, In: 10º Simpósio Nacional de Geomorfologia: geomorfologia, ambiente e sustentabilidade, 10, 2014, Manaus, **Anais... 10º SINAGEO**, Manaus 2014.

SOARES, J. E. S. e POLITANO, C. F. Deslizamento de massa de solo de grandes dimensões, Encosta de Piraquara, In: II Conferência Brasileira sobre Estabilidade de Encostas, 1997, Rio de Janeiro, **Anais... II COBRAE**, Rio de Janeiro, Vol. 2, pp. 475 – 484.

TAVARES JUNIOR, S. S., **Utilização de imagens de sensoriamento remoto, dados aerogeofísicos e de técnicas de integração digital para o estudo geológico do norte do estado de Roraima – Brasil**. 2003, 210p. Tese (Doutorado em Sensoriamento Remoto), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2003.

SUGUIO, K. **Geologia do Quaternário**. Oficina de Texto – São Paulo, 2010, 300p.

SUGUIO, K. **Introdução à sedimentologia**. São Paulo, Edgard Blucher, Ed. UPS, 1973, 312p.

VALERIANO, M. M. 2008. Dados Topográficos. In: FLORENZANO, T. G. (Org.) **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. Ed. Oficina de Textos. São Paulo. pp. 72-104.

VITTE, A. C. Relações entre a estratigrafia de rampas de colúvios e a evolução das vertentes na bacia do Ribeirão Juncal, município de Salto de Pirapora, SP. **Anais do X Encontro de Geógrafos da América Latina**. 20 – 26 de Março de 2005, USP – São Paulo, p. 16356 - 16363.

.