



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE RORAIMA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**

CARLOS ALBERTO DE OLIVEIRA

**ESTUDO DE FEIÇÕES GEOMORFOLÓGICAS DOS RELEVOS TIPO BOULDERS
NO ENTORNO DA SEDE DO MUNICÍPIO DE RORAINÓPOLIS-RR**

BOA VISTA, RR

2022

CARLOS ALBERTO DE OLIVEIRA

**ESTUDO DE FEIÇÕES GEOMORFOLÓGICAS DOS RELEVOS TIPO BOULDERS
NO ENTORNO DA SEDE DO MUNICÍPIO DE RORAINÓPOLIS-RR**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPG-GEO), para obtenção do grau de Mestre em Geografia pela Universidade Federal de Roraima. Área de concentração: Dinâmica da Paisagem Amazônica.

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

BOA VISTA, RR

2022

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

O48e Oliveira, Carlos Alberto de.

Estudo de feições geomorfológicas dos relevos tipo boulders no entorno da sede do município de Rorainópolis-RR / Carlos Alberto de Oliveira. – Boa Vista, 2022.

104 f. : il.

Orientadora: Profa. Dra. Luiza Câmara Beserra Neta.

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

1 – Paisagem. 2 – Relevo. 3 – Geomorfologia. 4 – Boulders. I –

Título. II – Beserra Neta, Luiza Câmara (orientadora).

CDU – 551.4(811.4)

Ficha Catalográfica elaborada pela Bibliotecária/Documentalista:

Mariede Pimentel e Couto Diogo - CRB-11/354 - AM

CARLOS ALBERTO DE OLIVEIRA

**ESTUDO DE FEIÇÕES GEOMORFOLÓGICAS DOS RELEVOS TIPO BOULDERS
NO ENTORNO DA SEDE DO MUNICÍPIO DE RORAINÓPOLIS-RR**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPG-GEO), para obtenção do grau de Mestre em Geografia pela Universidade Federal de Roraima. Área de concentração: Dinâmica da paisagem Amazônica. Defendida em 28 de junho de 2022 e avaliada pela seguinte banca examinadora:



Profa. Dra. Luiza Câmara Beserra Neta (Orientadora-UFRR)



Prof. Dr. José Falcão Sobrinho (UVA)



Prof. Dr. Franzmiller Almeida Nascimento (UFRR)

Documento assinado digitalmente
gov.br STELIO SOARES TAVARES JUNIOR
Data: 03/10/2022 18:07:43-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof. Dr. Stélio Soares Tavares Júnior (UFRR)

DEDICATÓRIA

À minha amada mãe
Terezinha Oliveira
e aos meus amados filhos
Carlos Eduardo e
Paulo Vinícius,
razões da minha existência.

AGRADECIMENTOS

À Deus em primeiro lugar, por conceder-me força, coragem e sabedoria.

À Universidade Federal de Roraima, por meio da Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação pela concessão da bolsa de desenvolvimento científico de pós-graduação e pela Pró-Reitoria de Administração por disponibilizar os meios necessários às atividades de campo e laboratórios, que muito contribuíram para o êxito desta pesquisa.

Ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Roraima pela oportunidade de realização do Curso de Mestrado dando todo o suporte necessário.

Aos professores e servidores do Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Federal de Roraima (PPGGEO/UFRR), em especial à Secretária Adriane, pelo apoio e atenção dispensados ao longo desta jornada.

À minha mãe Terezinha Oliveira, por ter sempre me mostrado que a educação era o único caminho a seguir, não permitindo que eu me desviasse dele.

Aos meus filhos Carlos Eduardo e Paulo Vinícius, por entenderem os motivos das minhas ausências.

À minha família, em especial meus irmãos Luiz e Marcos Antonio e minha irmã Cena, pelos incentivos diários.

À minha orientadora, Luiza Camara Beserra Neta, minha gratidão pela paciência em todos esses anos de jornada acadêmica, desde a graduação, pelos ensinamentos e profissionalismo, sendo minha grande incentivadora. Agradeço por toda confiança, atenção e tempo dispensados e por todos os ensinamentos transmitidos ao longo desses anos.

Ao Professor Stélio Soares Tavares Junior, do Instituto de Geociências da UFRR, pelas orientações e valiosas dicas no campo da Geologia, muito úteis nesta pesquisa.

Ao amigo Paulo César de Carvalho Cardoso, que mesmo à distância (de Aracajú-SE), se mostrou sempre pronto a contribuir com dicas e orientações no campo da Geotecnologia.

E a todos os amigos e parceiros que direta ou indiretamente contribuíram para a concretização deste sonho.

RESUMO

A Amazônia apresenta uma paisagem bastante diversificada, resultando em formas variadas de relevo, tais como planícies, depressões, planaltos residuais e extensas áreas pediplanadas. Essa variação do relevo desenha num verdadeiro mosaico geológico-geomorfológico decorrentes das oscilações climáticas e esforços tectônicos que ocorreram na região ao longo do tempo geológico. Inserido nessa paisagem, encontra-se Rorainópolis, um município ao sul do estado de Roraima, extremo Norte do Brasil. Em seus arredores verifica-se a ocorrência de relevos residuais moldados no granito que se destacam nas extensas áreas aplainadas. Essas feições geomorfológicas exibem formas e tamanhos variados, com destaque para feições do tipo boulders, nubbins e caos de blocos. A preocupação com as relações processuais responsáveis pela evolução do relevo se constitui importante subsídio ao ordenamento territorial, que se comprova por meio dos estudos relacionados às questões de riscos urbanos e geoambientais, por exemplo. Embora se saiba de sua importância, nota-se uma carência de publicações científicas a respeito dessas feições geomorfológicas no estado de Roraima. Assim, esta pesquisa poderá contribuir na realização de estudos mais aprofundados sobre o tema em questão. Desta forma, esta pesquisa tem por objetivos estudar as feições geomorfológicas dos relevos tipo boulders, analisar o processo evolutivo da paisagem a partir das diferentes fases evidenciadas pelos boulders na área de estudo e descrever sua tipologia através de medidas morfométricas e características físicas da rocha que sustenta o modelado. Para tanto, a metodologia teve por base o levantamento cartográfico possibilitando a aquisição de imagens de sensoriamento remoto, além de dados cartográficos da área de estudo, atividades de campo, as quais possibilitaram a obtenção de imagens fotográficas, com a utilização de drone, a aferição das medidas morfométricas das feições geomorfológicas bem como inferir a localização pontual dessas feições, o que possibilitou a confecção dos mapas temáticos. Observa-se, nos arredores do município de Rorainópolis, que a paisagem local apresenta uma série de micro feições associadas ao ambiente granítico, tais como boulders, *nubbins* e caos de blocos, sendo que as feições do tipo boulders são as mais comuns. Essas formas de relevo, também denominadas como relevos saprolíticos são provenientes de um manto de alteração, o qual apresenta uma fase pedogenética quando são formados e uma outra fase morfogenética, quando ocorre a remoção e exumação do corpo granítico. Após sua exumação, as feições graníticas são expostas ao intemperismo químico e físico, desenvolvendo diversas micro formas, tais como Karren/Caneluras, Bacias de Dissolução, Split Rock, Tafonis, Marmitas e Flared Slopes. Essas micro formas contribuem para a destruição completa dos blocos, até se tornarem imperceptíveis na paisagem, demonstrando, desta forma os diversos estágios de evolução da paisagem granítica em Rorainópolis-RR. Assim, esta pesquisa pretende servir como subsídio a estudos mais detalhados sobre a geomorfologia no estado de Roraima, sobretudo às feições do tipo boulders identificadas no entorno da sede do município de Rorainópolis.

Palavras-chave: Paisagem. Relevo. Geomorfologia. Boulders.

RESUMEN

La Amazonía presenta un paisaje muy diversificado, resultando en diferentes formas de relieve, tales como planicies, depresiones, mesetas residuales y extensas áreas pediplanadas. Esta variación del relieve dibuja un verdadero mosaico geológico-geomorfológico resultado de las oscilaciones climáticas y los esfuerzos tectónicos que se produjeron en la región a lo largo del tiempo geológico. Inserto en este paisaje se encuentra Rorainópolis, un municipio del sur del estado de Roraima, en el extremo norte de Brasil. En su entorno se presenta la ocurrencia de relieves residuales moldeados en el granito que se destacan en las extensas áreas aplanadas. Estas características geomorfológicas exhiben formas y tamaños variados, con énfasis en características tales como cantos rodados, protuberancias y caos de bloques. La preocupación con las relaciones procedimentales responsables de la evolución del relieve constituye un importante subsidio a la planificación territorial, lo que se comprueba a través de estudios relacionados con cuestiones de riesgos urbanos y geoambientales, por ejemplo. Aunque se conoce su importancia, faltan publicaciones científicas sobre estas características geomorfológicas en el estado de Roraima. Así, esta investigación podrá contribuir a la realización de estudios más profundos sobre el tema en cuestión. Así, esta investigación tiene como objetivo estudiar las características geomorfológicas de los relieves tipo canto rodado, analizar el proceso evolutivo del paisaje a partir de las diferentes fases que evidencian los cantos rodados en el área de estudio y describir su tipología a través de medidas morfométricas y características físicas de la roca que los soporta. lo. el modelado. Por lo tanto, la metodología se basó en el levantamiento cartográfico, posibilitando la adquisición de imágenes de teledetección, además de datos cartográficos del área de estudio, actividades de campo, lo que permitió obtener imágenes fotográficas, con el uso de drone, la medición de las medidas morfométricas de los rasgos geomorfológicos así como inferir la ubicación puntual de estos rasgos, lo que permitió la elaboración de mapas temáticos. Se observa, en los alrededores de la ciudad de Rorainópolis, que el paisaje local presenta una serie de microrasgos asociados al ambiente granítico, como cantos rodados, nudos y caos de bloques, siendo los cantos rodados los rasgos más comunes. Estos accidentes geográficos, también conocidos como accidentes geográficos saprolíticos, provienen de un manto de alteración, que tiene una fase pedogenética cuando se forman y otra fase morfogenética, cuando se retira y exhuma el cuerpo granítico. Después de su exhumación, las características graníticas se exponen a la meteorización química y física, desarrollando varias microformas, como Karren/Flats, Dissolution Basins, Split Rock, Tafonis, Lunchboxes y Flared Slopes. Esas microformas contribuyen a la destrucción total de los bloques, hasta volverse imperceptibles en el paisaje, demostrando así las diferentes etapas de evolución del paisaje granítico en Rorainópolis-RR. Por lo tanto, esta investigación pretende servir de subsidio para estudios más detallados sobre la geomorfología en el estado de Roraima, especialmente sobre los rasgos pétreos identificados en los alrededores de la cabecera del municipio de Rorainópolis.

Palabras llaves: Paisaje. Relieve. Geomorfología. Boulders.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	- Evolução do conceito de Paisagem entre os Séculos XV e XX.....	18
Figura 2	- Significados do termo Paisagem em diversos idiomas.....	19
Figura 3	- Postulados geomorfológicos: Tendências Anglo-Americana e Germânica.....	29
Figura 4	- Ciclo da erosão de William M. Davis destacando as fases evolutivas do relevo: juventude, maturidade e senilidade.....	31
Figura 5	- Formas de relevo no Sistema de Walther Penck onde o autor cita os diferentes níveis de intensidade no soerguimento da crosta, no entalhamento do talvegue e na denudação.....	32
Figura 6	- Evolução do relevo no sistema de Lester C. King através do recuo paralelo das vertentes e a formação de relevos residuais...	33
Figura 7	- Equilíbrio dinâmico proposto por John T. Hack, onde destaca a ação de energias internas e externas atuando sobre diferentes litologias.....	35
Figura 8	- Níveis de Abordagem Geomorfológica de Ab'Saber: a compartimentação topográfica, a estrutura superficial e a fisiologia da paisagem.....	37
Figura 9	- Unidades Taxonômicas de Jurandyr Ross, considerando o relevo sob as perspectivas de forma, gênese e idade.....	39
Figura 10	- Boulder de formato arredondado em função do processo de escamamento e esfoliação esferoidal.....	41
Figura 11	- Caos de blocos nas vertentes das elevações.....	42
Figura 12	- Micro forma do tipo Tafoni desenvolvida em boulder.....	44
Figura 13	- Micro forma do tipo Tafoni Faveolado (alvéolos) desenvolvida em boulder.....	45
Figura 14	- Micro formas do tipo Caneluras desenvolvidas em boulder.....	45
Figura 15	- Micro forma do tipo Gnammas/Weathering Pits ou Bacias de Dissolução desenvolvida em boulder.....	47

Figura 16 -	Micro formas do tipo Flared Slope e Tafoni desenvolvida em boulder.....	48
Figura 17 -	Micro forma do tipo Split Rock desenvolvida em boulder	50
Figura 18 -	Micro forma do tipo Poligonal Cracking desenvolvida em boulder.	51
Figura 19 -	Etapas de desenvolvimento do relevo saprolítico.....	53
Figura 20 -	Formas associadas ao intemperismo diferencial.....	54
Figura 21 -	Formas associadas ao intemperismo diferencial.....	55
Figura 22 -	Mapa de localização do município de Rorainópolis-RR, destacando a área de estudo no entorno da sede do município....	57
Figura 23 -	Mapa Geológico da área de estudo com destaque para a Formação Içá, Suíte Igarapé Azul, Suíte Intrusiva Água Branca e Suíte Martins Pereira.....	59
Figura 24 -	Mapa Geomorfológico o entorno da cidade de Rorainópolis destacando as formas do relevo encontradas na área de estudo..	61
Figura 25 -	Mapa de solos no entorno da cidade de Rorainópolis destacando as diversas classes de solos encontradas na área de estudo.....	63
Figura 26 -	Afloramentos rochosos comuns na área de estudo tornando inviável a utilização do solo para atividades agrícolas.....	64
Figura 27 -	Vegetação típica da área de estudo, do tipo arbustiva, gramíneas e formações arbóreas e palmáceas.....	65
Figura 28 -	Rede de drenagem da área de estudo com destaque para a Bacia do rio Anauá e diversos igarapés nos arredores da cidade de Rorainópolis-RR.....	67
Figura 29 -	Regiões Climáticas de Roraima, com destaque para o município Rorainópolis/RR e sua variação pluviométrica mensal e anual.....	69
Figura 30 -	Fluxograma com as Etapas Metodológicas adotadas na pesquisa	72
Figura 31 -	Fluxograma com as etapas metodológicas na elaboração dos mapas temáticos.....	75
Figura 32 -	Aferição de medidas de bloco granítico do tipo boulder com a utilização de trena - Rorainópolis/RR.....	77

Figura 33 - Utilização de Drone na aquisição de imagens aéreas - Rorainópolis/RR.....	78
Figura 34 - Espacialização das feições geomorfológicas - Rorainópolis/RR.....	80
Figura 35 - Micro formas do tipo boulders, nubbins e caos de blocos - Rorainópolis/RR.....	81
Figura 36 - Feição geomorfológica do tipo boulder - Rorainópolis/RR.....	83
Figura 37 - Feições geomorfológicas do tipo boulder, com destaque para a ocorrência de escamamento e esfoliação esferoidal - Rorainópolis-RR.....	84
Figura 38 - Feições geomorfológicas do tipo Nubbins - Rorainópolis/RR.....	85
Figura 39 - Feições geomorfológicas do tipo caos de blocos (chaos de blocs)/Rorainópolis/RR.....	86
Figura 40 - Micro formas do tipo Karren/Caneluras desenvolvidas em boulder - Rorainópolis/RR.....	88
Figura 41 - Micro formas do tipo Bacias de Dissolução desenvolvidas em boulder - Rorainópolis/RR.....	89
Figura 42 - Micro forma do tipo Marmita desenvolvida em boulder - Rorainópolis/RR.....	90
Figura 43 - Micro formas do tipo Tafoni desenvolvidas em boulder - Rorainópolis/RR.....	92
Figura 44 - Micro forma do tipo Flared Slope desenvolvida em boulder - Rorainópolis/RR.....	93
Figura 45 - Micro feições do tipo Split Rock desenvolvidas em boulders - Rorainópolis/RR.....	94
Figura 46 - Evolução do relevo granítico, a partir da observação empírica - Rorainópolis-RR.....	97
Figura 47 - Proposta de Modelo da evolução do relevo granítico - Rorainópolis-RR.....	98

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	OBJETIVOS.....	16
2.1	GERAL.....	16
2.2	ESPECÍFICOS.....	16
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO-METODOLÓGICA.....	17
3.1	PAISAGEM.....	17
3.1.1	Escola Alemã.....	20
3.1.2	Escola Soviética.....	21
3.1.3	Escola Anglo-Saxônica.....	22
3.1.4	Escola Francesa.....	23
3.1.5	Conceito de Paisagem no Brasil.....	24
3.2	O RELEVO NO ESTUDO DA PAISAGEM.....	26
3.2.1	Modelos de Evolução da Paisagem.....	29
3.2.1.1	O Modelo de Willian M. Davis: Ciclo da Erosão.....	30
3.2.1.2	O Modelo de Walther Penck: Recuo Paralelo das Vertentes.....	31
3.2.1.3	O Modelo de Lester C. King: Pediplanação.....	32
3.2.1.4	O Modelo de J. Budel: Ecthplanação.....	33
3.2.1.5	O Modelo de John T. Hack: Equilíbrio Dinâmico.....	34
3.2.1.6	Níveis de Abordagem Geomorfológica na Metodologia de Ab'Saber.....	35
3.2.1.7	Unidades Taxonômicas e Níveis de Representação de Jurandyr Ross....	38
3.3	ESTUDOS SOBRE RELEVO DO TIPO BOULDERS.....	40
3.3.1	Conceito.....	40
3.3.2	Micro formas desenvolvidas nos boulders.....	42
3.3.2.1	Micro formas de meteorização/dissolução.....	43
3.3.2.2	Micro formas de fraturamento.....	49
3.3.3	Estudos sobre Boulders no Brasil.....	52
4	MATERIAIS E MÉTODOS.....	56
4.1	LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	56
4.2	ASPECTOS FISIAGRÁFICOS DA PAISAGEM.....	58
4.2.1	Geologia	58
4.2.2	Geomorfologia	60

4.2.3	Solos	62
4.2.4	Vegetação	65
4.2.5	Hidrografia	66
4.2.6	Clima	68
4.3	MATERIAIS UTILIZADOS	70
4.3.1	Materiais Bibliográficos e de Sensoriamento Remoto	70
4.3.2	Softwares e Aplicativos Computacionais	70
4.3.3	Drone	70
4.4	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	71
4.4.1	Processamento Digital de Imagens Landsat 8 e SRTM	73
4.4.2	Trabalho de Campo	75
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	79
5.1	ESPACIALIZAÇÃO DAS FEIÇÕES GEOMORFOLÓGICAS NA PAISAGEM	79
5.2	TIPOLOGIA E CARACTERÍSTICAS DAS FEIÇÕES GEOMORFOLÓGICAS	82
5.2.1	Boulders	82
5.2.2	Nubbins	85
5.2.3	Caos de blocos/Chaos de blocs	86
5.2.4	Micro formas associadas com blocos graníticos	87
5.2.4.1	Karren/Caneluras.....	87
5.2.4.2	Bacia de dissolução/weathering pit.....	88
5.2.4.3	Marmita.....	89
5.2.4.4	Tafoni.....	91
5.2.4.3	Flared Slope.....	92
5.2.4.3	Split Rock.....	93
5.3	PROCESSOS EVOLUTIVOS DAS FEIÇÕES GEOMORFOLÓGICAS NA PAISAGEM DE RORAINÓPOLIS-RR	95
	CONSIDERAÇÕES FINAIS	99
	REFERÊNCIAS	101

1 INTRODUÇÃO

Boulders são feições do relevo que ocorrem com destaque nas paisagens tropicais, muito embora sejam encontradas em diversas regiões do planeta. Têm origem a partir do intemperismo diferencial de sub-superfície em rochas graníticas que afloram na superfície apresentando formas e altimetrias variadas (MAIA; NASCIMENTO, 2018).

O objeto de estudo desta pesquisa são as feições do tipo boulders estruturadas em granito e localizadas na porção sul do estado de Roraima, mais precisamente nos arredores da sede do município de Rorainópolis.

Rorainópolis é um dos quinze municípios pertencentes ao estado de Roraima. Foi criado em 17 de outubro de 1995, a partir da antiga Vila do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), tem uma extensão territorial de 33.593,988 km² e uma população estimada em 28.815 habitantes de acordo com o último senso do IBGE, no ano de 2017. Está localizado na região sul do estado, limita-se ao Norte e Oeste com o município de Caracaraí, ao Sul com o estado do Amazonas e a Leste com os municípios de São Luiz e São João da Baliza. O acesso à cidade de Rorainópolis se dá pela BR-174, sentido sul, a uma distância de 291 km de Boa Vista, capital do estado de Roraima.

Essa área apresenta uma paisagem diversificada formando um verdadeiro mosaico geológico-geomorfológico decorrentes das oscilações climáticas e esforços tectônicos que ocorreram na região ao longo do tempo geológico. Essas alternâncias entre climas seco e úmido, associadas à ação tectônica proporcionam uma paisagem com cenários diferenciados na Amazônia, resultando em formas variadas de relevo, como planícies, planaltos residuais, depressões e extensas áreas pediplanadas (IRGANG, 2015).

Esses ambientes graníticos, na visão de Twidale (1994) exibem morfologias diversificadas, não existindo uma paisagem granítica padrão e têm sua origem relacionada ao intemperismo seletivo, que ocorre ainda na sub-superfície e também ao serem exumados e aflorarem na superfície, seguido da remoção dos materiais soltos quando da desintegração da rocha.

A gênese e evolução das feições geomorfológicas do tipo boulders evidenciam a ocorrência de processos temporais, assim como ocorre com os demais tipos de relevo. A esse respeito, Caseti (2005) afirma que esses processos

evolutivos são estudados, em geomorfologia, quando busca-se entender o relevo que se apresenta no presente, por meio da compreensão do seu passado, desde sua gênese até se chegar à condição atual.

De acordo com Casseti (2005), para se entender o relevo na atualidade é imprescindível compreender o seu processo evolutivo em seus diferentes momentos epistemológicos, que contribuíram para a sistematização do conhecimento geomorfológico.

Neste mosaico geológico-geomorfológico encontram-se diversas feições geomorfológicas de relevo moldadas no granito, tais como os boulders que se destacam na paisagem do entorno da sede do município de Rorainópolis-RR, os quais são objetos de estudo desta pesquisa.

A preocupação com as relações processuais responsáveis pela evolução do relevo se constitui importante subsídio ao ordenamento territorial, que se comprova por meio dos estudos relacionados às questões de riscos urbanos e geoambientais. Fato é que embora se saiba de sua importância, nota-se uma carência de publicações científicas a respeito dessas feições geomorfológicas no estado de Roraima. Assim, esta pesquisa poderá contribuir na realização de estudos mais aprofundados sobre o tema em questão.

Desta forma, entende-se ser importante, estudar as feições geomorfológicas dos relevos tipo boulders, analisar o processo evolutivo da paisagem a partir das diferentes fases evidenciadas pelos boulders na área de estudo e descrever sua tipologia através de medidas morfométricas e características físicas da rocha que sustenta o modelado.

Neste sentido, buscou-se o embasamento teórico dos conceitos de paisagem e sua evolução histórica nos estudos realizados por autores como Bertrand (1971), Paul Claval (1999) e Bertalanffy (2012), do relevo pelas principais correntes epistemológicas nas publicações de Summerfield (1991), e a contribuição brasileira, nos estudos realizados por Casseti (2005), Guerra (2006) e Florenzano (2008) e do relevo do tipo boulders, na visão de autores como Bigarella (2003), Twidale e Vidal Romani (2005), Migón (2006), Maia e Nascimento (2018) destacando ainda os trabalhos realizados no estado de Roraima, por Rodrigues, Tavares Junior e Beserra Neta (2014).

Assim, este trabalho de pesquisa pretende servir como subsídio a estudos mais detalhados sobre a geomorfologia no estado de Roraima, sobretudo às feições

geomorfológicas do tipo boulders evidenciadas no entorno da sede do município de Rorainópolis, o qual encontra-se dividido em cinco tópicos assim estruturados:

Os tópicos 1 e 2 são destinados à Introdução e descrição dos objetivos da pesquisa; no tópico 3, destinado à fundamentação teórico-metodológica, são abordados os conceitos de paisagem, do relevo no estudo da paisagem e dos estudos sobre relevo do tipo boulders; no tópico 4, destinado aos materiais e métodos, são abordados a localização da área de estudo, bem como os aspectos fisiográficos da paisagem, os materiais utilizados e os procedimentos metodológicos empregados; por fim, o tópico 5 é destinado aos resultados e discussão.

2 OBJETIVOS

2.1 GERAL

Realizar o estudo das feições geomorfológicas dos relevos tipo boulders no entorno da sede do município de Rorainópolis-RR.

2.2 ESPECÍFICOS

- 1) Realizar a descrição, por amostragem, das feições geomorfológicas dos relevos tipo boulders pontuadas no entorno da sede do município de Rorainópolis-RR;
- 2) Descrever a tipologia dos boulders através de medidas morfométricas e das características físicas da rocha que sustenta o modelado;
- 3) Analisar o processo evolutivo da paisagem a partir das diferentes fases evidenciadas pelos boulders na área de estudo.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO-METODOLÓGICA

Esta pesquisa foi fundamentada em levantamentos bibliográficos e reflexões acerca dos conceitos de paisagem, relevo e feições geomorfológicas de relevos tipo boulders, procurando relacioná-los à escala regional e local.

3.1 PAISAGEM

O processo histórico que marca a institucionalização da geografia como ciência passa pela formulação de conceitos que nortearam os estudos relacionados à superfície terrestre. Paisagem, região, território, espaço e lugar formam um conjunto de conceitos que servem de base aos estudos da natureza e do homem, bem como a interação entre eles.

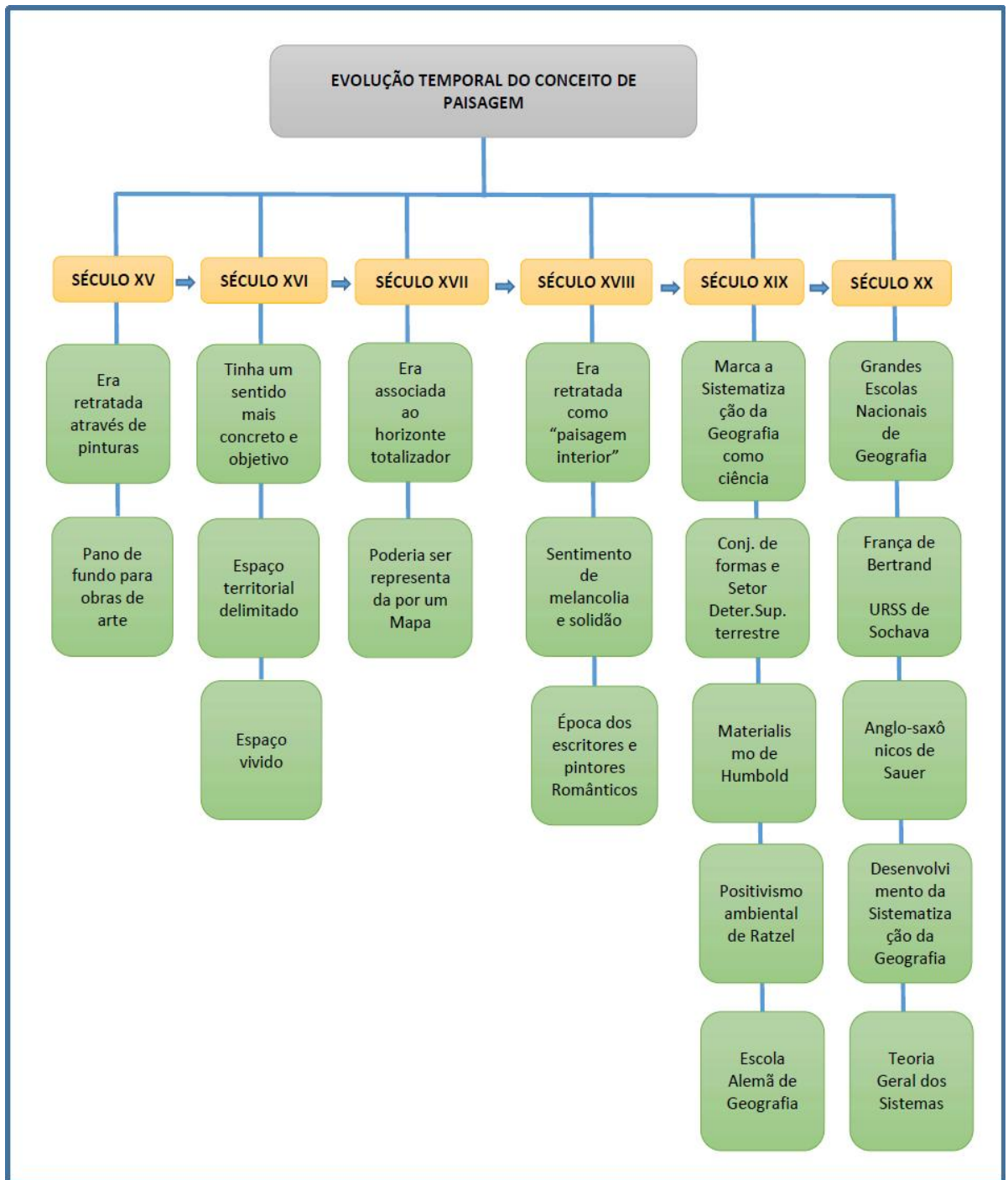
A noção de paisagem acompanha o homem desde o início de sua existência pois sua sobrevivência sempre dependeu de sua relação com o meio. Remete-nos ao passado e também com o processo de institucionalização da geografia como ciência em que a superfície da terra com seus aspectos físicos e humanos a identificam como ciência moderna (MAXIMINIANO, 2004).

Corrêa e Rosendall (1998) destacam que a paisagem, embora não seja um conceito exclusivo da geografia, é fundamental para essa ciência, que tem como objeto de estudo, os fenômenos que contribuem na modelagem e na organização do espaço. Sua compreensão, de acordo com esses autores, requer conhecimentos da história evolutiva do conceito, o que contribui na reflexão e entendimento das diversas definições e enquadramentos, sejam eles epistemológicos, clássicos, pragmáticos, críticos ou fenomenológicos.

Desta forma, o conhecimento da história e da diversidade de idéias que contribuíram para a elaboração deste conceito permite uma melhor compreensão dos atuais debates em torno da paisagem.

A Figura 1 mostra a evolução temporal do conceito de paisagem, considerando o período compreendido entre o século XV e o século XX.

Figura 1 - Evolução do conceito de paisagem entre os séculos XV e XX.



Elaborado pelo Autor (2020).

Na definição de Maximiliano (2004), a palavra paisagem precede a linguagem comum e nas línguas românticas deriva do latim *pagus*, que significa país, com o sentido de lugar territorial.

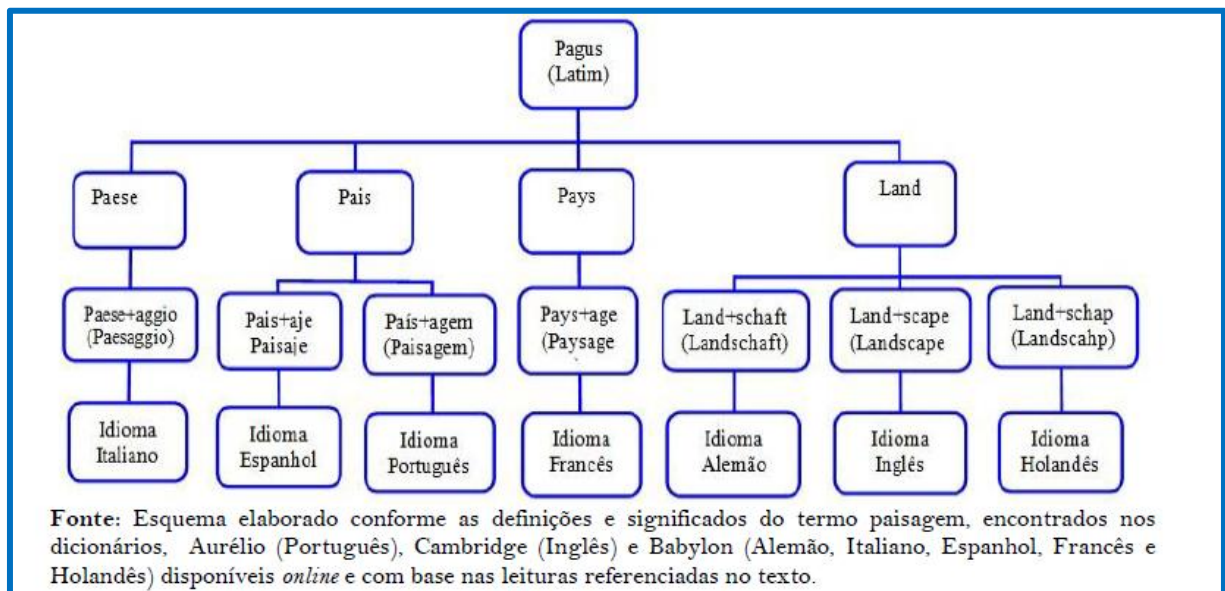
Passos (1998) relata que na Alemanha, a palavra paisagem havia sido associada à palavra *land*, representando um espaço territorial delimitado (*landschaft*)

e posteriormente difundido territorialmente como *landscape* na Inglaterra e Estados Unidos, *paisaje* na Espanha, *paysage* na França e *paesaggio* na Itália.

Silveira (2014), em seu dicionário de língua portuguesa trata da palavra paisagem por meio de duas definições. Na primeira definição, paisagem aparece como espaço de território que se abrange num lance de vista e na segunda, o autor relaciona paisagem como figura, desenho ou gravura que representa cenas campestres e urbanas.

A variedade de interpretações referentes a esse termo (Figura 2) é uma consequência, em primeiro momento, da evolução semântica e variação linguística do seu prefixo inicial, o qual assumiu de acordo com o idioma e o sufixo a ele acrescido, diferentes grafias (BARBOSA; GONÇALVES, 2014).

Figura 2 - Significados do termo Paisagem em diversos idiomas.



Fonte: Barbosa e Gonçalves (2014).

Na Geografia o conceito de paisagem remete ainda ao século XVI, como espaço territorial delimitado relacionando-o ao espaço vivido. Neste sentido, Besse (2006) diz que antes de estar ligada à arte da pintura durante e após o século XVI, a paisagem já era relacionada à província, pátria ou região, representando, assim, um sentido mais concreto e objetivo.

A partir da segunda metade do século XVII, de acordo com Passos (1998), a Geografia associava a paisagem como algo que pudesse ser representado em um mapa. Esse mesmo autor afirma que o século XIX significa um marco importante

para o conceito de paisagem, quando a Geografia passa a utilizá-lo profundamente “como um conjunto de formas que caracterizam um setor determinado da superfície terrestre” (PASSOS, 1998, p. 68).

Deste modo, observa-se que o conceito de paisagem pode ser dado a partir da análise de diversas perspectivas, das mais simples às mais complexas. Observa-se também ter evoluído ao longo do tempo levando-se em consideração os fatores naturais, humanos e culturais, perpassando por distintas bases e propostas teórico-metodológicas no âmbito das escolas nacionais no século XIX e XX, em que se destacam as escolas da Alemanha, União Soviética, de países Anglo-Saxônicos e também a escola da França.

3.1.1 Escola Alemã

Os primeiros estudos da Paisagem sob a ótica científica aparecerem na Alemanha do século XIX a partir das observações feitas por Alexander Humboldt, um viajante que estudou a paisagem em relação à vegetação. Moura e Simões (2010) afirmam que Humboldt via na vegetação a informação mais significativa para a caracterização do aspecto espacial. Na visão deles, as diferenciações paisagísticas que Humboldt observava deveriam permitir entender as leis que regem a fisionomia do conjunto da natureza, pela aplicação de um método às vezes explicativo e comparativo.

Friederich Ratzel desenvolve seus trabalhos, no final do século XIX, na linha do racionalismo e do positivismo ambiental, considerando as relações de causa que interagem na natureza. Moura e Simão (2010) afirmam ainda que na virada do século, essa corrente resultou na *Landshaftskunde*, uma Ciência da Paisagem vista sob a ótica territorial.

No século XX, destacam-se obras como a de Ferdinand Von Richtofen, discípulo de Humboldt, que apresenta uma visão da superfície terrestre como intersecção de diferentes esferas: litosfera, atmosfera, hidrosfera e biosfera (MOURA; SIMÕES, 2010).

Já Sigrifid Passarge, deu sua contribuição sendo o primeiro autor a dedicar um livro à paisagem, *Grundlagen der Landshaftskunde (1919-1920)*, baseado em seus estudos realizados acerca do continente africano, o que resultou em um ramo da Geografia que se denominou Geografia da Paisagem (MOURA; SIMÕES, 2010).

Passos (1998) assinala que a idéia da globalidade da paisagem para Passarge é expressa ao afirmar, que não bastava, para a distinção de paisagens, (geomorfológicas) uma divisão estritamente climática, mas seria preciso recorrer a uma divisão geográfica.

Como se observa, as idéias alemãs a respeito do conceito de paisagem dão ênfase aos aspectos físicos, muito embora alguns autores tenham levado em consideração a relação entre o homem e o meio. Neste sentido, Ratzel, por exemplo, incluía o homem em seus estudos quando tratava das relações de causas que interagem com a natureza, ao mesmo tempo em que dava à paisagem, uma visão territorial.

Os últimos trabalhos realizados pela escola Alemã com relação à Paisagem tratam de estudos em grande escala, conforme afirmam Moura e Simões (2010). Estes autores destacam os estudos relacionados a levantamentos cartográficos, cuidadosa classificação da Paisagem, diagnóstico de problemas e fragilidades da Paisagem, bem como seu uso e potencialidades, além da criação de uma base de dados por meio de um sistema de informações.

3.1.2 Escola Soviética

A contribuição da União Soviética aos estudos da Paisagem tem início no final do século XIX e início do século XX quando foi institucionalizada como ciência com o nome de Geografia Física Complexa, conferindo-lhe um caráter progressivo em sua evolução. Nesse sentido, Moura e Simões (2010) destacam as semelhanças com a Escola Alemã, tendo como principal estudioso o russo Dokoutchaev, o qual comandou algumas das inúmeras expedições científicas realizadas com o objetivo de valorizar as vastas estepes da Ucrânia e da Sibéria.

Moura e Simões (2010) afirmam ainda ser aquele o momento em que teriam sido formulados alguns fundamentos da pedologia, apoiados na noção de Complexo Natural Territorial. Semelhante à Escola Alemã, Dokoutchaev, reconhecido como o fundador da Nova Escola Geográfica Soviética, considera em seus estudos os aspectos físicos e a territorialidade, definindo o solo como resultado da ciência da Paisagem.

A concepção de paisagem pela Escola Soviética coincide com a formulação da Teoria Geral dos Sistemas, o Geossistema, em que são abordados os aspectos

físicos da paisagem (MOURA; SIMÕES, 2010). Segundo esses autores, Geossistema seria definido por combinações de massas e de energias e o conjunto da Paisagem, considerado a expressão de diferentes combinações.

Bertalanffy (2012), em um conceito mais generalizado em relação à Teoria Geral dos Sistemas explica que:

“a Teoria Geral dos Sistemas é uma ciência geral da totalidade que até agora era considerada como um conceito vago, nebuloso e semimetafísico. Em forma elaborada seria uma disciplina lógico matemática, em si mesma puramente formal, mas aplicável à varias ciências empíricas.” (BERTALANFFY, 2012, p. 62).

Moura e Simões (2010) dizem que outros autores soviéticos, como Berg, por exemplo, procuraram acrescentar novos fatores aos estudos do Geossistema, tais como a dimensão temporal, como forma de se distinguir os processos de dinâmica temporária, o desenvolvimento histórico do complexo e os efeitos de ações antrópicas sobre ele.

Esses autores apresentam outra problemática: o da diferença entre paisagem, meio e natureza. Para eles, “meio é onde vive o homem e se define em função dele. Natureza é aquilo que nada tem a ver com o homem. Paisagem engloba tudo” (MOURA; SIMÕES, 2010, p. 35).

Isto posto, há uma convergência de idéias entre aqueles que enaltecem a contribuição soviética à Ciência da Paisagem. Os estudos da Geografia soviética foram de fundamental importância, uma vez que daí surgiram estruturas institucionais dedicadas a várias especializações, sendo ainda mais importantes as contribuições de ordem epistemológica, que ajudaram a difundir os trabalhos de seus estudiosos para além da antiga URSS e demais países do leste europeu (MOURA; SIMÕES, 2010).

3.1.3 Escola Anglo-Saxônica

A escola Anglo-Saxônica contribuiu sobremaneira para o desenvolvimento da Ciência da Paisagem, destacando-se os trabalhos de Smuts, cuja teoria do Holismo foi essencial para a compreensão do conceito de integração da paisagem e o conceito de Sistema Geral, elaborado por Bertalanffy, no qual se apoiam todos os outros sistemas (MOURA; SIMÕES, 2010).

Presente na noção de Ecossistema estabelecida em Tansley em 1937, Moura e Simões (2010) destacam que a Teoria dos Sistemas foi adotada pela Geografia

desenvolvida na ex-União Soviética e nos demais países da Europa Ocidental, originando o método denominado Geossistema.

Esse método, na visão de Moura e Simões (2010) havia sido desenvolvido pelo soviético Sochava em 1962, com a utilização de princípios sistêmicos e a noção de paisagem, em que os Geossistemas seriam fenômenos naturais englobando fatores econômicos e sociais das paisagens modificadas pelo homem.

3.1.4 Escola Francesa

A maior contribuição da escola francesa aos estudos da paisagem são as obras de Georges Bertrand. A geografia de Vital de La Blache, até a segunda metade do século XX teve seus estudos voltados para descrição das regiões geográficas daquele país. Preocupava-se em enfatizar, descritivamente, as características individuais de cada região, sendo que esse caráter excepcionalista/descritivo frustrou qualquer tentativa de conceitualização da paisagem no âmbito dessa escola (PASSOS, 2006-2008).

A França, por intermédio de Bertrand, passou a adotar a Teoria Geral dos Sistemas no estudo da paisagem a partir da segunda metade do século XX (MAXIMINIANO, 2004).

Contudo, Bertrand estabelece uma maneira completamente nova de abordar a paisagem, vendo-a:

“como uma porção do espaço, caracterizada por um tipo de combinação dinâmica e instável de elementos geográficos diferenciados (físicos, biológicos e antrópicos) que, ao reagirem dialeticamente entre si, fazem da paisagem um conjunto geográfico indissociável que evolui em bloco. Seja sob o efeito da interação dos elementos que o constituem, seja sob o da dinâmica própria de cada um de seus elementos considerados separadamente.” (BERTRAND, 1971, p. 78)

Ao aprofundar seus estudos juntamente ao Grupo de Toulouse, sob a ótica da paisagem considerada como sistema biótico e físico, a perspectiva de Bertrand em relação ao termo foi reconsiderada no final dos anos 70, quando assumiu que este não formava um conceito, mas sim um sistema (MOURA; SIMÕES, 2010).

Esses autores afirmam que Geossistema e Ecosystema são conceitos, sobretudo de caráter quantitativo, de forma que o qualitativo surge através das práticas e valores dos diversos grupos sociais, responsáveis pelo processo de transformação da paisagem. Destacam ainda que tal concepção levou ao

desenvolvimento de uma metodologia de análise do sistema paisagem, denominado “cenários”, modelos econômicos e culturais de relações com a paisagem (MOURA; SIMÕES, 2010).

3.1.5 Conceito de Paisagem no Brasil

No Brasil, o conceito de paisagem se confunde com a própria história da Geografia. Deste modo, percebe-se diversas concepções a partir do processo evolutivo da Geografia. Assim, a Paisagem passa a ter diferentes óticas na medida em que surgem novas correntes da ciência geográfica.

A Geografia Tradicional (1870-1950), em suas diversas versões privilegiou o conceito de paisagem tornando-se para determinados teóricos, o próprio objeto dessa ciência. A paisagem é a fonte de dados, compreendida como o ponto de partida para o entendimento das relações entre sociedade e natureza, em que o observador seria capaz de apreender todos os elementos da paisagem, registrá-los e representá-los (CORRÊA, 2008).

Já na visão de Cavalcanti (1998), a paisagem servia como foco de análise tanto para quem defendia ser a Geografia uma ciência em busca da individualidade dos lugares (regional) quanto para quem buscava leis e regularidades em diferentes lugares (geral).

Nessa direção, Corrêa (2008), afirma que os debates incluíam os conceitos de paisagem, região natural e região paisagem, assim como os de paisagem natural, gênero de vida e diferenciação de áreas.

Passos (1998) destaca que na Nova Geografia o conceito de paisagem teria sido relegado a um plano secundário por se tratar de uma corrente que privilegiava os estudos relacionados ao espaço. Segundo ele:

“aqui a paisagem se coloca mais como um adjuvante do que como um objeto de pesquisa em si e por si mesmo. Com as mudanças nos campos sociais e científicos o conceito e a simples descrição da paisagem, na abordagem da Geografia Tradicional, não mais suprem as necessidades teórico-metodológicas da Geografia.” (PASSOS, 1998, p.43)

Essa concepção é corroborada por Gomes (2009) ao afirmar que a partir dos anos de 1950, grande parte dos geógrafos reconhecem a “insuficiência e a fraqueza das bases teóricas” (GOMES, 2009, p.17).

Segundo Cavalcanti (1998), com o surgimento da Geografia Crítica na década de 1970, o conceito de Paisagem aparece como ponto de partida para a aproximação de seu objeto de estudo que é o espaço geográfico.

A sociedade e o espaço deveriam ser trabalhados a partir de uma formação sócio-espacial que por sua vez poderia ser considerada como um meta-conceito, um paradigma que contém e está contido nos conceitos-chave, de natureza operativa, de paisagem, região, espaço lugar e território (CORRÊA, 2008).

Ao mesmo tempo em que surgia a Geografia Crítica, nascia também a Geografia Cultural e nesta ótica, Maximiliano (2004) afirma que o conceito de Paisagem passa a ser referenciado para o sentido de percepção espacial. Segundo o autor, a paisagem, nesse contexto, torna-se um conceito revalorizado.

Claval (1999) diz que a paisagem carrega a marca da cultura e serve-lhe de matriz como objeto privilegiado dos trabalhos de geografia cultural sendo sua interpretação frequentemente ambígua.

Para Corrêa (2008), a paisagem também é analisada sob os aspectos fenomenológicos, apresentando características subjetivas compreendidas como um produto da ação do homem ao longo do tempo constituída de valores, crenças e uma dimensão simbólica.

Dessa forma, as paisagens falam dos homens que as modelam e que as habitam atualmente, e daqueles que lhes precederam, informam sobre as necessidades e os sonhos de hoje, e sobre aqueles de um passado muitas vezes difícil de datar (CLAVAL, 1999).

Isto posto, vimos que a análise conceitual da paisagem inserido num processo histórico-evolutivo perpassa por múltiplas abordagens que acompanharam a própria evolução histórica da ciência Geográfica. Na atual Geografia, a paisagem é vista desde uma simples análise de fatores físicos até a inserção do fator antrópico como um componente modificador.

Esta multiplicidade de abordagens requer, desta forma, um conhecimento acerca dos diferentes períodos históricos que acompanharam a institucionalização da ciência geográfica, buscando-se a compreensão das transformações ocorridas neste processo, tais como as questões ambientais, econômicas, políticas e culturais. A interação homem x natureza sinaliza, a priori, que paisagem está aberta à possibilidade de surgimento de novas abordagens acerca de seu conceito.

A relação entre o homem e a natureza, sobretudo no que se refere ao uso e ocupação do solo, promove alterações significativas na paisagem, fato que também se observa na área objeto do estudo. Questões econômicas, como a extração de brita e de rochas ornamentais para fins comerciais se sobrepõe à cultura e a preservação ambiental, acelerando o processo de evolução da paisagem nos arredores do município de Rorainópolis-RR.

3.2 O RELEVO NO ESTUDO DA PAISAGEM

Guerra (2006, p. 18) define Relevo como “uma diversidade de aspectos da superfície da crosta terrestre, ou seja, o conjunto de desnivelamentos da superfície do globo”.

Porém, Guerra (2006) diz, também, que o relevo é um termo interpretativo, sujeito a explicações em função da diversa gama de áreas onde ele é abordado, principalmente através de várias teorias ao longo da história.

Nesse sentido, trata-se de relevo ao se planejar a ocupação de determinada área para fins de habitação, estudando, por exemplo, a viabilidade da realização de obras ou a vulnerabilidade da área quanto a riscos de desastres ambientais.

Tratamos de relevo, também, ao estudarmos a possibilidade de exploração econômica de determinada área, sob a ótica da existência de recursos minerais disponíveis para exploração.

A relação entre relevo e paisagem é destacada por Guerra (2006), quando ele diz que o relevo é o elemento fundamental da paisagem física, motivo pelos quais suas formas são estudadas com muito cuidado pelos geógrafos, por fornecerem informações necessárias ao entendimento e compreensão de certas paisagens culturais.

De certo, ao longo da história, o homem evoluiu aprendendo a conviver com os diversos tipos de relevo que se apresentavam. As encostas das elevações serviam como moradia, os vales eram utilizados para atrair e armadilhar as caças e as planícies de inundação sempre foram os locais preferidos para o cultivo dos alimentos, tão logo foram descobertas seu alto grau de fertilidade. Sobre isso, Marques (2011) diz que:

“Também é antiga a convivência do homem com o relevo, no sentido de lhe conferir grande importância em muitas situações do seu dia-a-dia, como para assentar moradia, estabelecer melhores caminhos de locomoção, localizar seus cultivos, criar seus rebanhos ou definir os limites de seus domínios” (MARQUES, 2011, p. 24).

O relevo se apresenta em diversas especificidades e requer conhecimentos de mapas, de forma a representá-lo espacialmente, permitindo assim, identificar sua hidrografia, suas áreas elevadas ou planas, a existência de vales e demais particularidades fisionômicas da superfície terrestre.

Christopherson (2012) enumera os seis tipos de relevo da Terra: planícies, planaltos elevados, morros e planaltos baixos, montanhas, montanhas bem espaçadas e depressões, muito embora essas formas de relevo não sejam encontradas em todas as regiões da Terra.

Já Florenzano (2008) reporta, assim, sobre as principais características das formas de relevo:

“Depressões são terrenos situados abaixo do nível do mar (depressões absolutas) ou abaixo do nível altimétrico das regiões adjacentes (depressões relativas); Planícies são terrenos baixos e planos, formados por acumulação de material; Planaltos são terrenos altos, variando de planos a ondulados; Montanhas são terrenos altos e fortemente ondulados; Serras são elevações do terreno com topos arredondados, declividade alta e amplitude entre 100 e 200m; Colinas são baixas elevações do terreno, com topos arredondados a quase planos e altimetria variando entre 20m a 60m” (FLORENZANO, 2008, p. 13).

Importante ressaltar que o estudo das formas do relevo é objeto da disciplina de Geomorfologia, cabendo à Geografia, estudar sua espacialidade enquanto fenômeno (BERTOLINI; VALADÃO, 2009).

Desta forma, na presente pesquisa, busca-se o entendimento e a compreensão do relevo e seu processo evolutivo através dos estudos epistemológicos das principais Escolas Geomorfológicas internacionais, bem como a contribuição brasileira.

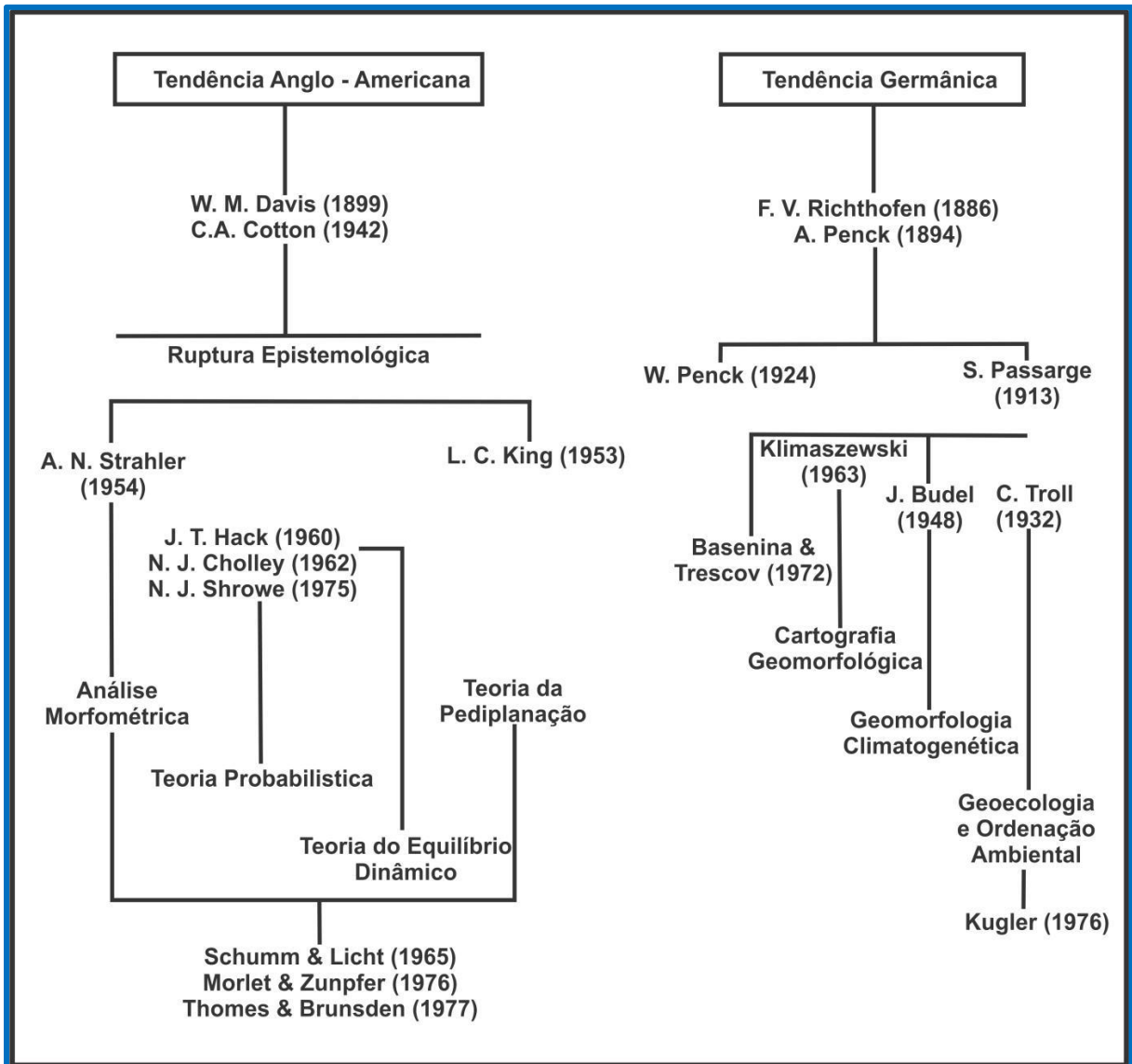
Na visão de Casseti (2005), a geomorfologia é um conhecimento específico, sistematizado, que tem por objetivo analisar as formas do relevo, buscando compreender os processos pretéritos e atuais. Segundo o autor, seu objeto de estudo é a superfície da crosta terrestre, apresentando uma forma específica de análise que se refere ao relevo. Casseti (2005) diz que essas formas são resultantes da atuação de duas forças antagônicas que atuam na modelagem do relevo. As forças endógenas atuam na construção e as forças exógenas atuam na destruição do relevo.

Sobre o tema, Florenzano (2008) também destaca as ações dos processos endógenos e exógenos na formação do relevo terrestre. Para ela, os processos endógenos têm origem no interior da terra, manifestando-se por meio de

movimentos sísmicos, do vulcanismo, magmatismo e tectonismo, gerando formas estruturais do relevo, enquanto as formas esculturais são geradas por processos exógenos, definidos pela autora como “movimentos externos que atuam na superfície da Terra, destruindo elevações, construindo formas e preenchendo depressões” (FLORENZANO, 2008, p. 19).

Assim como a paisagem, os estudos do relevo também tiveram grande influência europeia. Na visão de Casseti (2005), a escola anglo-americana teve como marca a aproximação entre estudiosos franceses, ingleses e norte-americanos, enquanto a escola germânica era ligada a autores alemães, russos e poloneses (Figura 3).

Figura 3 - Tendências Anglo-americana sob influência de escritores franceses, ingleses e norte-americanos e Germânica influenciada por escritores alemães, russos e poloneses.



Fonte: Casseti (2005).

3.2.1 Modelos de Evolução da Paisagem

Uma das perguntas mais óbvias que podemos fazer sobre as paisagens é como elas vieram a ser como são. Na verdade, a abordagem histórica da análise de relevo foi a perspectiva dominante até a década de 1960 (SUMMERFIELD, 1991).

Neste sentido, os estudos do relevo sob a perspectiva da evolução da paisagem foram consagrados através dos “Sistemas de Referência” ou “Modelos de Evolução da Paisagem”, que contribuíram para a sistematização da ciência e da construção de seu processo histórico.

Cassetti (2005) aborda os postulados geomorfológicos como “Sistemas”, enquanto outros autores, como Summerfield (1991) os trata como “Modelos”. Seja qual for a maneira de se discorrer acerca de sua evolução, é importante destacar quais são os processos que operam na paisagem e como eles se relacionam com as formas de relevo que vemos.

Entre esses Sistemas ou Modelos de evolução da paisagem, destacam-se as propostas elaboradas por Willian M. Davis, Walther Penck, Lester C. King, J. Budel e John T. Hack.

3.2.1.1 O Modelo de Willian M. Davis: Ciclo da Erosão

O modelo de evolução da paisagem proposto por Willian Moris Davis entre 1884 e 1899 se deve muito ao pensamento revolucionário que permeou as ciências naturais e sociais na Grã-Bretanha e na América do Norte durante a última metade do século XIX (SUMMERFIELD, 1991).

Esse modelo é baseado em uma teoria denominada pelo mesmo, de ciclo da erosão em que se destacam duas variáveis: estrutura e processos onde o relevo passava por distintas fases em função do tempo.

De acordo com Summerfield (1991), Davis considerava as paisagens evoluindo por meio de uma sequência progressiva de estágios, cada uma exibindo formas naturais características. Na sua opinião, essas mudanças sequenciais na forma ao longo do tempo tornavam possível inferir o estágio temporal de desenvolvimento de uma paisagem apenas a partir de sua forma.

Na primeira fase, chamada de juventude, havia um rápido soerguimento e o entalhamento dos talwegues. Nesse ponto, Davis defendia a ocorrência de uma estabilidade tectônica quando se dava início ao processo de denudação.

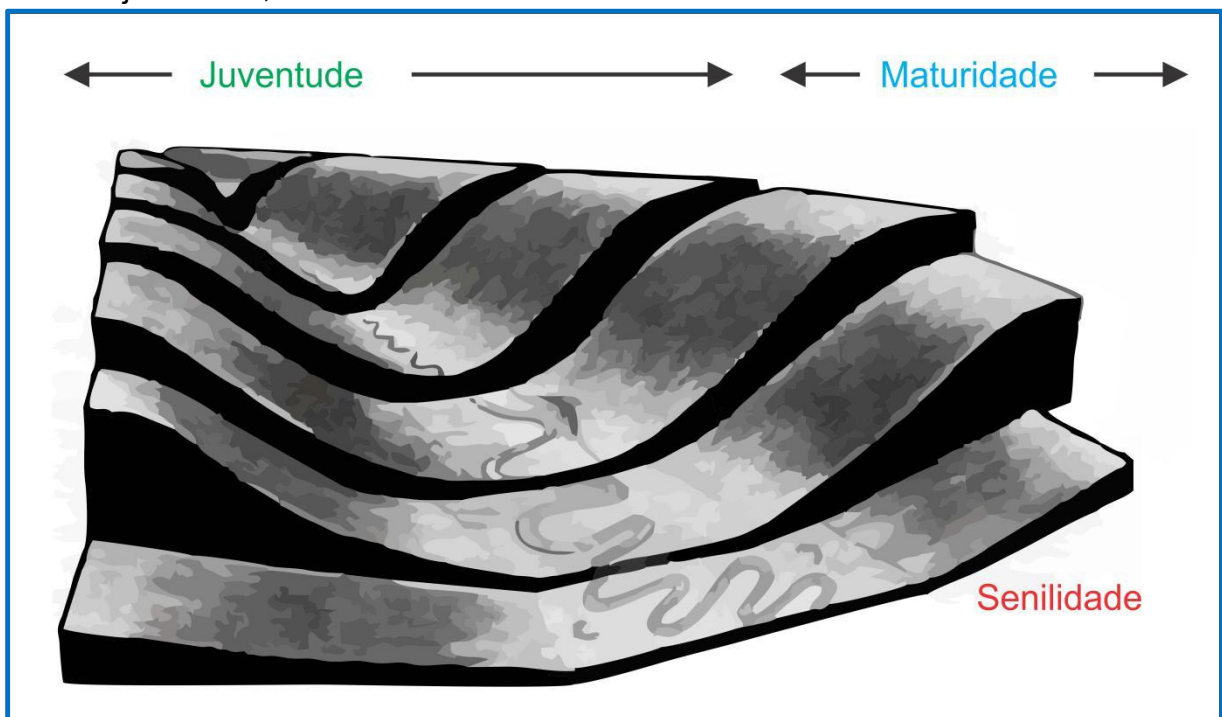
Na segunda fase, a maturidade, Davis afirmava que o processo de denudação se dava de cima para baixo até atingir um nível de equilíbrio havendo a horizontalização do relevo, chamada por ele de peneplanação e a ocorrência de relevos residuais denominados, por ele, de monadinocks.

A terceira fase foi denominada por Davis de senilidade. Nesse momento, Davis destaca a ocorrência de cursos d'água com padrão meandrante, em função da horizontalidade do relevo.

Por fim, após a fase senil viria o rejuvenecimento, quando haveria um novo soerguimento da crosta em função de eventos tectônicos, dando prosseguimento ao ciclo de erosão. De acordo com Caseti (2005), no sistema Daivisiano o estágio de senilidade deve ser considerado muitas vezes mais longo do que a juventude e a maturidade.

A figura 4 retrata a evolução do relevo a partir da teoria do ciclo da erosão proposta por Willian M. Davis.

Figura 4 - Ciclo da Erosão por Willian M. Davis, destacando as fases evolutivas do relevo: juventude, maturidade e senilidade.



Fonte: Caseti (2005).

3.2.1.2 O Modelo de Walther Penck: Recuo Paralelo das Vertentes

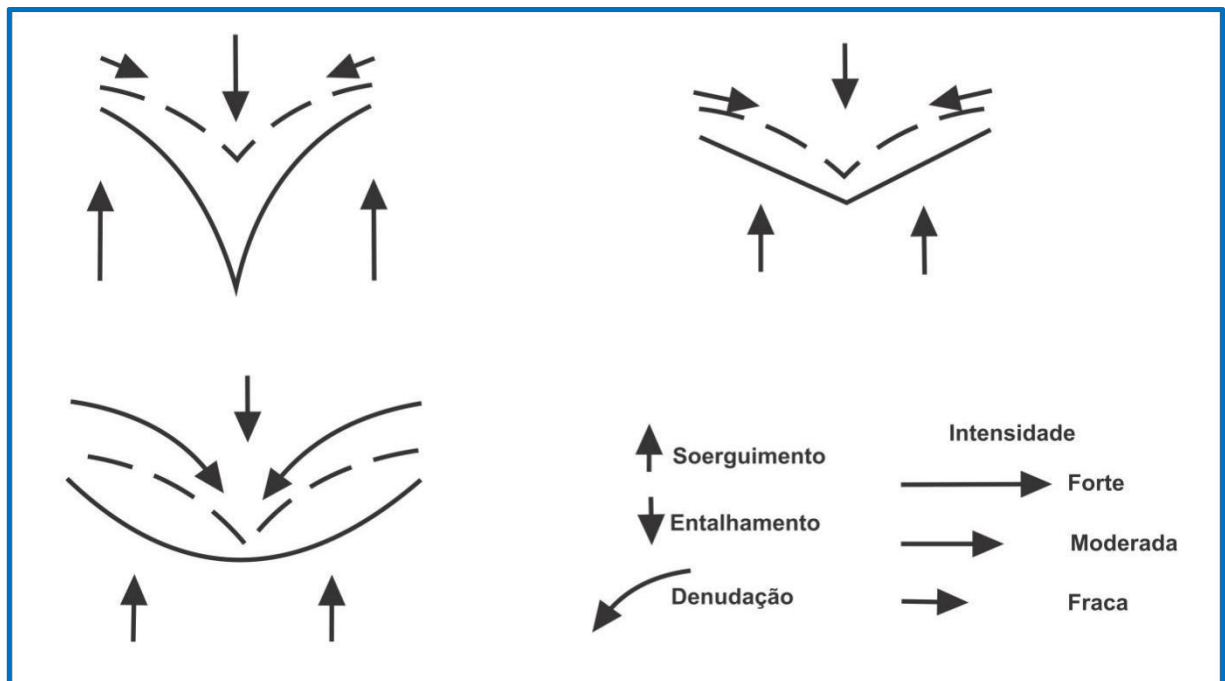
Na visão de Summerfield (1991), o modelo proposto por Walther Penck apresentava-se como alternativa à proposta de Davis, a qual era considerada, por pesquisadores do continente europeu, drasticamente simplificada.

O modelo proposto por Walther Penck baseava-se na visão de que o relevo evoluiria a partir do recuo paralelo das vertentes, onde a denudação e o soerguimento ocorreriam ao mesmo tempo, porém com variações de intensidade na denudação, no soerguimento e no entalhamento dos talvegues. Nesse modelo, o

relevo se apresentava sob três formas distintas: côncavo, convexo e retilíneo (Figura 5).

De acordo com Caseti (2005), Penck defendia a existência de uma instabilidade tectônica, que juntamente ao fator tempo era a principal variável do sistema defendido por ele.

Figura 5 - Formas de relevo no Sistema de Walther Penck onde o autor cita os diferentes níveis de intensidade no soerguimento da crosta, no entalhamento do talvegue e na denudação.



Fonte: Adaptado de Caseti (2005).

3.2.1.3 O Modelo de Lester C. King: Pediplanação

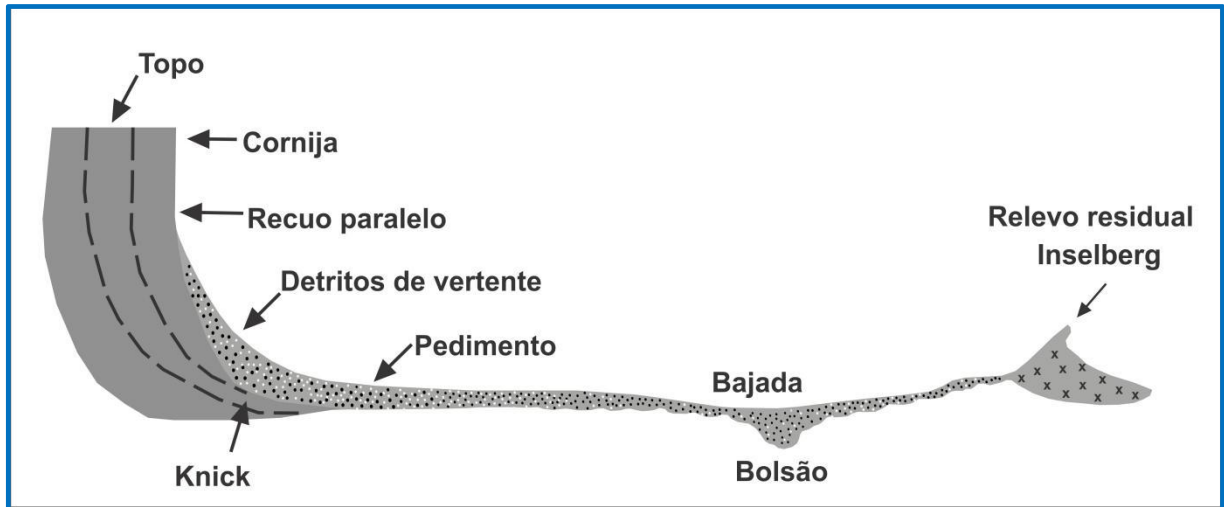
O modelo de evolução da paisagem proposto por Lester C. King concordava com a estabilidade tectônica de Davis, porém, com a ocorrência de rápidos e intermitentes soerguimentos da crosta, conforme afirmação de Caseti (2005).

Para Caseti (2005), Lester C. King também concordava com o sistema proposto por Penck quanto ao recuo paralelo das vertentes, com a denudação e o soerguimento ao mesmo tempo, porém a partir de um nível de base geral (mar).

Nesse processo, o modelo de evolução da paisagem de L. C. King previa que o material resultante da erosão seria depositado nas depressões, originando os pedimentos dentríticos. Esses pedimentos inumavam o talvegue, elevando, assim, o nível de base, chegando-se à horizontalização (SUMMERFIELD, 1991).

A horizontalização do relevo foi chamada, por King, de pediplanação e os relevos residuais King chamou-os de inselbergues (Figura 6).

Figura 6 - Evolução do relevo no sistema de Lester C. King através do recuo paralelo das vertentes e a formação de relevos residuais.



Fonte: Caseti (2005).

3.2.1.4 O Modelo de J. Budell: Exchplanação

Embora tendo pouco impacto no desenvolvimento da geomorfologia anglo-americana, as idéias de J. Budell exerceram uma influência considerável sobre os pesquisadores do continente europeu, especialmente na Alemanha (SUMMERFIELD, 1991).

A noção-chave de Budell em relação ao desenvolvimento da paisagem é a ocorrência de um duplo aplainamento, levando-se em consideração os processos intempéricos tanto na superfície quanto em profundidade. Esta combinação de intemperismo profundo e de superfície produz uma planície de corrosão ou uma superfície de corrosão, cujo processo geral é denominado decapagem (SUMMERFIELD, 1991).

Esse modelo de evolução da paisagem concentra a grande maioria das discussões relacionadas à gênese das paisagens graníticas em clima seco, onde a evolução do modelado terrestre deriva de diferentes situações paleoclimáticas e estruturais e levando-se em consideração não apenas a dinâmica climática atual mas também a noção de poligenia, relacionando-se a um ciclo de etchplanação-pediaplanação (LIMA et. al.,2019).

No modelo da etchplanação, durante os períodos úmidos ocorreria o aprofundamento e diferenciação do manto de intemperismo, e no interior deste as consequentes transformações mineralógicas e estruturais, viabilizando o desenvolvimento das feições graníticas epigênicas, enquanto, que nos períodos secos ocorreria a retração da vegetação e consequente ação dos processos erosivos com maior intensidade, promovendo a remoção do manto de alteração e a exposição dos relevos saprolíticos (SUMMERFIELD, 1991).

Nesse contexto, a instabilidade climática ocorrida durante o Pleistoceno imprimiu na paisagem modelos de evolução distintos e sucessivos, sendo a alternância entre fases úmidas e secas, a característica fundamental desse período (BIGARELLA, 2003).

3.2.1.5 O Modelo de John T. Hack: Equilíbrio Dinâmico

Uma reação ao pensamento revolucionário incorporado na noção de Davis de um ciclo de erosão foi a proposta de J. T. Hack de que as paisagens poderiam ser melhor compreendidas em termos de equilíbrio dinâmico (SUMMERFIELD, 1991).

Ao rejeitar a ideia de mudança progressiva na forma da paisagem ao longo do tempo, Hack ressuscitou a abordagem de G. K. Gilbert com foco no ajuste contínuo entre força e resistência.

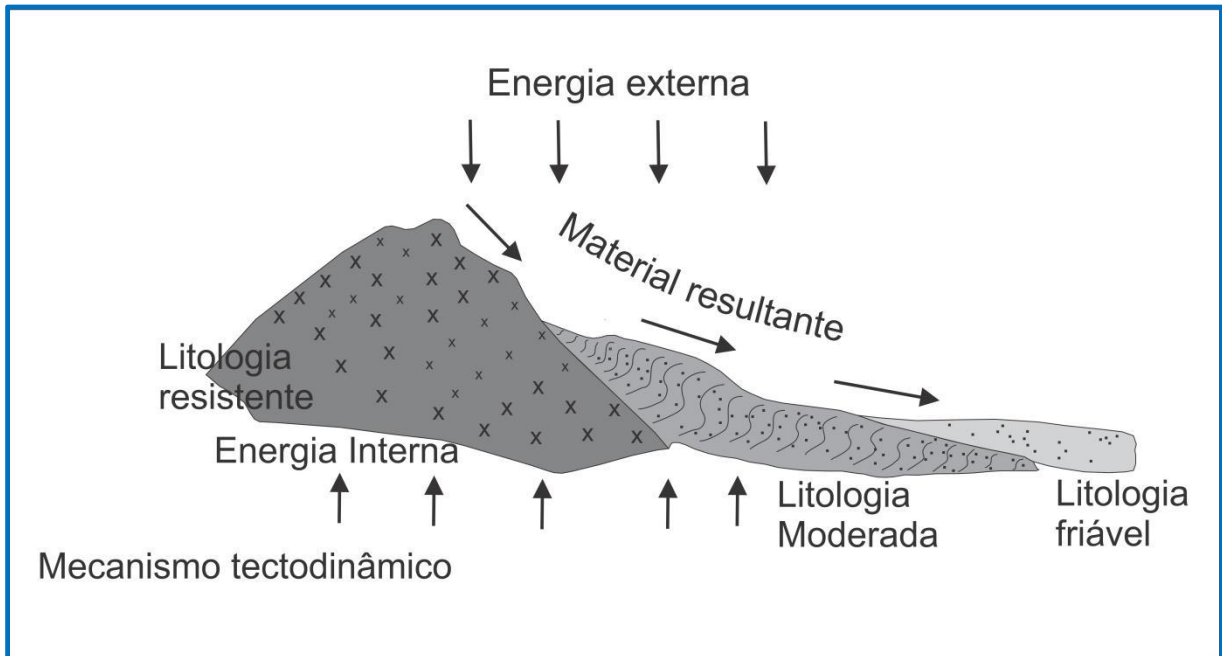
Assim, o sistema de John T. Hack foi baseado, de acordo com Casseti (2005), na teoria do equilíbrio dinâmico, onde haveria uma alternância de energia interna e externa. Desta forma, Hack afirmava que a formação do relevo estava intimamente ligada à litologia em que a rocha de maior resistência sustentava o relevo enquanto a rocha menos resistente teria seu material desagregado e transportado.

Summerfield (1991) aponta que nesse modelo, a manutenção de um equilíbrio dinâmico pressupõe um ajuste rápido a tais mudanças, mas que há evidências abundantes em algumas paisagens da ocorrência de relevos residuais.

De acordo com Casseti (2005), Hack entendia que possíveis ocorrências de oscilações climáticas resultavam em formas ajustadas do relevo, não se chegando, necessariamente, à horizontalização conforme teorias anteriores (Figura 7).

Neste sentido, o conceito de "equilíbrio dinâmico" de Hack é, provavelmente, mais aplicável a áreas onde ocorra uma lenta erosão e que não tenha sofrido grandes oscilações climáticas.

Figura 7 - Equilíbrio dinâmico proposto por John T. Hack, onde destaca a ação de energias internas e externas atuando sobre diferentes litologias.



Fonte: Caseti (2005).

Além dos postulados destas duas grandes correntes epistemológicas, vários estudiosos brasileiros têm dado contribuições no estudo da evolução do relevo, destacando-se as publicações de Aziz Nacib Ab'Saber, e Jurandyr Ross.

3.2.1.6 Níveis de abordagem geomorfológica na metodologia de Ab'Saber

Na visão de Caseti (2005), Ab'Saber analisa o relevo a partir de três dimensões que se integram ou se interagem: a compartimentação topográfica, a estrutura superficial e a fisiologia da paisagem.

Importante destacar que a cada nível de abordagem, alguns parâmetros são incorporados à análise. Desta forma, na compartimentação topográfica Ab'Saber aborda a morfometria, a morfografia e a morfogênese. Nos estudos do segundo nível, quando Ab'Saber analisa a estrutura superficial, ele incorpora a morfocronologia e por último, na fisiologia da paisagem o autor trata da morfodinâmica (CASSETI, 2005).

De forma sucinta, compartimentação topográfica pode ser entendida pela divisão/separação do relevo quanto a sua forma e altimetria. Assim, são separados e analisados conjuntamente as feições de relevo que contenham a mesma forma e a mesma altimetria. Neste nível de abordagem, Ab'Saber destaca a ocorrência de ações de forças contrárias em diferentes fases climáticas. O clima seco favorece o recuo paralelo das vertentes a níveis de pediplanação, enquanto no clima úmido ocorrerá o entalhamento da rede de drenagem e a dissecação do relevo, com a formação dos vales (CASSETI, 2005).

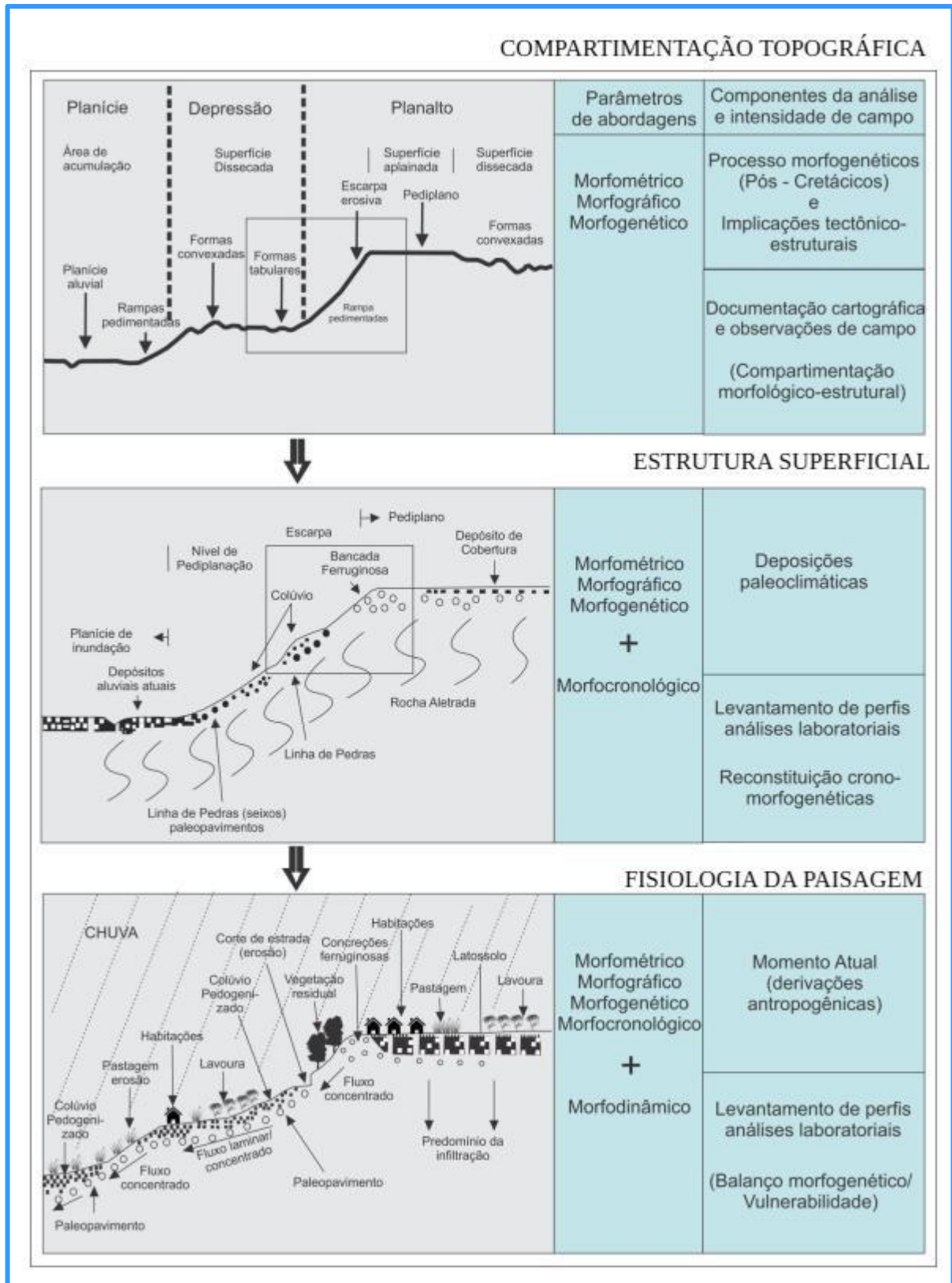
A estrutura superficial refere-se ao estudo dos depósitos correlativos ao longo das vertentes ou em diferentes compartimentos. A análise deste nível de abordagem destaca a ocorrência de duas fases distintas (glacial e interglacial). Na glaciação, de acordo com Caseti (2005), ocorre a expansão das calotas polares e a regressão marinha, onde o clima semi-árido nas regiões intertropicais favorece a ocorrência de intemperismo físico e a formação de pedimentos detríticos. Na fase interglacial, ao contrário, ocorre a redução das calotas polares e a expansão marinha, onde o clima úmido nas regiões intertropicais favorece o intemperismo químico, o coluviamento e os depósitos aluvionais.

Este nível de abordagem, de acordo com Caseti (2005) aponta o surgimento de paleopavimentos detríticos, também conhecidos como linhas de pedra. Esses paleopavimentos são formados a partir da alternância de climas (seco e úmido), destacados por Ab'saber.

Para o autor, a fisiologia da paisagem, terceiro nível de abordagem de Ab'Saber refere-se à compreensão dos processos morfodinâmicos atuais, tendo o homem como agente modificador. Neste nível, além da ação antrópica, o autor destaca a influência da chuva principalmente nas regiões intertropicais. De acordo com ele, a retirada da cobertura vegetal pelo homem expõe o solo aos impactos pluviométricos e erosivos, alterando as relações processuais correspondentes à infiltração e ao escoamento superficial.

A Figura 8 exemplifica os níveis de abordagens geomorfológicas na metodologia adotada por Ab'Saber.

Figura 8 - Níveis de Abordagem Geomorfológica de Ab'Saber: a compartimentação topográfica, a estrutura superficial e a fisiologia da paisagem.



Fonte: Casseti (2005).

3.2.1.7 Unidades Taxonômicas e os Níveis de Representação de Jurandy Ross

Para uma melhor compreensão da compartimentação do relevo, na visão de Caseti (2005), Jurandy Ross utilizou-se das Unidades Taxonômicas apresentadas por Demeck (1962), que considerava o relevo sob as perspectivas de forma, gênese e idade e propôs seis níveis para a representação geomorfológica.

O 1° Táxon é representado pelas unidades morfoestruturais em que a escala média (1:250.000) permite se identificar os efeitos da estrutura do relevo. Neste táxon, podemos identificar, por exemplo, a morfoestrutura de uma bacia sedimentar.

O 2° Táxon refere-se às unidades morfoesculturais, conforme o autor, compartimentos gerados pela ação climática ao longo do tempo geológico. Neste táxon, a escala nos permite identificar os planaltos e as depressões periféricas.

O 3° Táxon representa as Unidades Morfológicas ou padrões de forma semelhantes. De acordo com Caseti (2005), são compartimentos diferenciados em uma mesma unidade que passaram por processos morfoclimáticos específicos e sofreram, também, a ação de eventos tectônicos. Neste táxon, são identificados os padrões de forma semelhantes, como as colinas, os relevos tabuliformes e os morros.

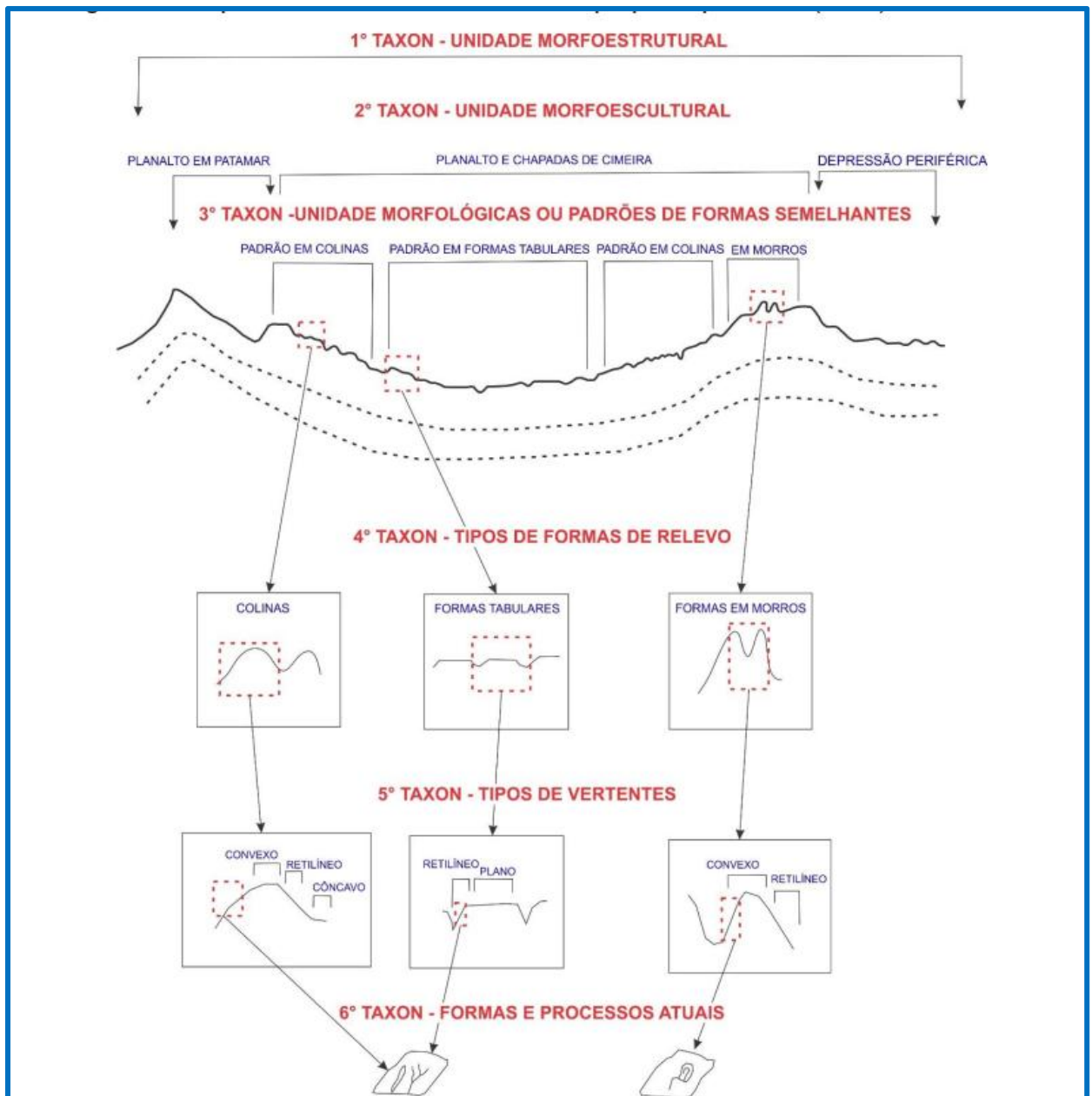
O 4° Táxon refere-se às formas de relevo individualizadas na unidade de padrões de formas semelhantes, classificadas pelo autor quanto à sua gênese, como formas de agradação ou denudação. Neste táxon são identificadas mais detalhadamente, formas de relevo do tipo colinas, morros e cristas, além das planícies e dos terraços fluviais ou marinhos.

O 5° Táxon refere-se à identificação das vertentes ou apenas de alguns setores de vertentes dos diversos tipos de relevo. Ross (1992) ressalta que esse tipo de identificação só é permitido com escalas grandes (1:25.000 a 1:5.000).

O 6° Táxon corresponde, de acordo com o autor, às pequenas formas de relevo desenvolvidas por ação antrópica ao longo das vertentes, tais como ravinas, voçorocas, corridas de lama e assorimento, por exemplo.

A Figura 9 detalha a representação esquemática das unidades taxonômicas propostas por Jurandy Ross.

Figura 9 - Unidades Taxonômicas de Jurandy Ross, considerando o relevo sob as perspectivas de forma, gênese e idade.



Fonte: Casseti (2005).

Os estudos de Ab'Saber e Jurandy Ross são uma importante contribuição na compreensão da evolução do relevo, bem como dos processos que atuaram e ainda atuam na sua configuração em tempos pretéritos e atuais. Mostram também, de forma mais clara, como a ação antrópica atua nesses processos.

3.3 ESTUDOS SOBRE RELEVOS DO TIPO BOULDERS

O embasamento teórico a respeito do relevo granítico, sobretudo do tipo boulders considerou as publicações de autores como Bigarella (2003), Twidale e Vidal Romaní (2005), Migón (2006), Maia e Nascimento (2018) destacando ainda os trabalhos realizados no estado de Roraima, por Rodrigues, Tavares Junior e Beserra Neta (2014).

3.3.1 Conceito

Considera-se como boulders, os aglomerados de rocha granítica expostos, com aspecto arredondado tanto nas altas quantas nas baixas vertentes, sobressaindo-se em uma superfície aplainada (BIGARELLA, 2003).

Já na ótica de Migón (2006d), os boulders são feições isoladas que se destacam em uma paisagem pediplanada e típicas das regiões intertropicais.

Os terrenos graníticos exibem morfologias diversificadas, não existindo uma paisagem granítica padrão, cuja origem é atribuída ao intemperismo seletivo, tanto em sub-superfície quanto na superfície topográfica, seguido da remoção dos materiais soltos no processo de desintegração da rocha (MIGÓN, 2006d).

As paisagens graníticas possuem forte relação com a estrutura, a partir dos processos de intemperismo e erosão, determinados pelas características litológicas herdadas das fases de intrusão (VIDAL ROMANÍ, 2008).

De acordo com Twidale e Vidal Romaní (2005), os boulders são as formas graníticas mais comuns, podendo ser encontrados de maneira isolada ou aglomerada, e em diferentes condições climáticas. Ainda na visão de Twidale e Vidal Romaní (2005), o grau de arredondamento e o tamanho dos boulders estão associados às características litológicas e a intensidade do intemperismo em sub-superfície.

Antes de serem expostos os boulders são denominados corestones e caracterizados como compartimentos de rochas mais resistentes, ainda localizados no interior do manto de intemperismo (MIGÓN, 2006a). Contudo, a remoção do grus através da erosão leva à exposição do corestone, que passa a ser chamado de boulder (TWIDALE; VIDAL ROMANÍ, 2005).

Os *boulders* são as formas graníticas mais comuns, podendo ser encontrados de maneira isolada ou aglomerada (*clusters*) e em diferentes condições climáticas. São formas de relevo cujo processo de formação está associado ao intemperismo químico que atua ao longo das discontinuidades estruturais das rochas, cujas margens e bordas sofrem mais com o ataque do intemperismo, tornando-se cada vez mais arredondadas (MIGÓN, 2006a; TWIDALE; VIDAL ROMANÍ, 2005).

O arredondamento característico do *boulder* pode ser auxiliado pelo processo de esfoliação (Figura 10), com o desenvolvimento e desprendimento de camadas concêntricas da rocha como cascas de cebola, podendo atingir uma forma esférica quase perfeita (LIMA, 2019).

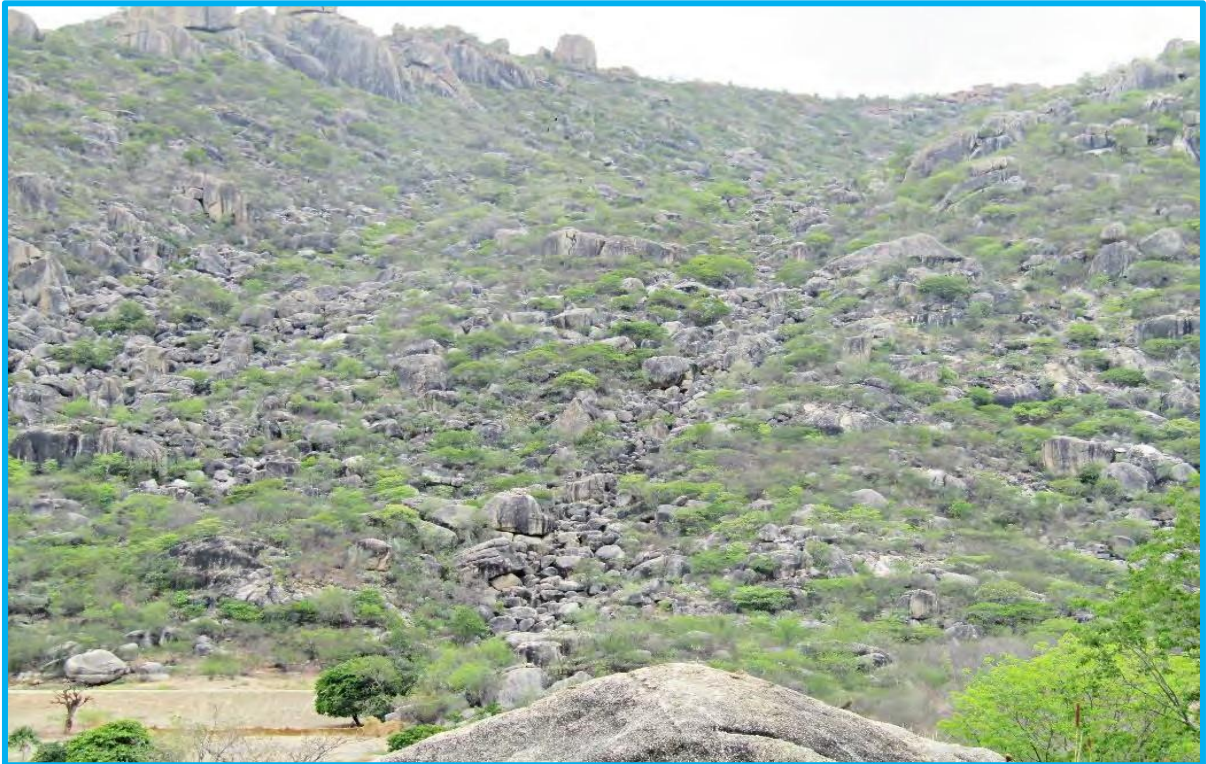
Figura 10 - Boulder de formato arredondado em função do processo de escamamento e esfoliação esferoidal.



Fonte: Lima (2019).

Lima (2019) destaca, ainda, que alguns boulders podem ocorrer in situ, assim permanecendo, ou podem ser transportados do seu local de origem em função de alguns fatores, como a declividade do terreno. Desta forma, na visão de Lima (2019), são formados os caos de blocos (Figura 11).

Figura 11 - Caos de blocos concentrados nas vertentes das elevações.



Fonte: Lima (2019).

3.3.2 Micro feições desenvolvidas nos boulders

Os boulders podem apresentar feições menores em seu corpo granítico, conhecidas como micro formas, que se desenvolvem a partir do fraturamento poligênico e se constituem como zonas de fraqueza estruturais, permitindo o acesso dos agentes intempéricos ao interior da rocha, acelerando os processos de meteorização (MIGÓN, 2006b).

Na visão de Sousa Lima (2019), essas pequenas feições no interior dos boulders podem ocorrer como micro formas de meteorização ou micro formas de fraturamento, de acordo com o tipo e o grau de intemperismo atuante.

3.3.2.1 Micro formas de meteorização/dissolução

Alguns *inselbergs* e *bornhardts*, assim como *boulders* e afloramentos verticalizados, apresentam micro formas de meteorização, geralmente associadas ao intemperismo químico com desenvolvimento de *tafoni*, *alvéolos*, *caneluras ou karren*, *gnammas* e *flared slopes* (LIMA, 2019).

Algumas micro formas de meteorização/dissolução estão mais comumente associadas aos processos ocorridos em superfície do que aos processos epigênicos (sob o manto de intemperismo), em que as reações de dissolução são muito mais expressivas, a exemplo das karren. Entretanto, outras formas estão relacionadas mais à ação do intemperismo em sub-superfície e posterior remoção dos materiais inconsolidados, a exemplo da flared slope (ALBUQUERQUE, 2020).

Com relação a gênese e a evolução dessas feições, infere-se, na visão de Albuquerque (2020), que estão associadas ao modelo de Etchplanação proposto por Büdel.

- **Tafoni**: Tafoni é um termo proveniente da ilha de Córsega, na França, e que significa perfuração ou janela (TWIDALE; VIDAL ROMANÍ, 2005). Também pode ser definido como um oco, produzido por meteorização local em uma face rochosa íngreme (MIGÓN, 2006a). Tratam-se de formas resultantes do intemperismo cavernoso que normalmente possuem vários metros cúbicos de volume e têm entradas em forma de arco (GOUDIE, 2004) e sua evolução permite o desenvolvimento de outras micro formas em seu interior tais como alvéolos e honeycombs (TWIDALE, 1982).

Os *tafoni* podem se desenvolver na parte de baixo da estrutura (Figura 12), sendo denominados de *tafoni* basal (*basal tafoni*), e podem ocorrer ao longo dos planos de fraturas (Figura 12), nas laterais íngremes das rochas, sendo denominados de *tafoni* lateral (*lateral tafoni*) (MIGÓN, 2006a; TWIDALE 1982; TWIDALE; VIDAL ROMANÍ, 2005).

Essas feições cavernosas podem se desenvolver em sub-superfície ou após a exposição da feição granítica, tendo em vista as características mineralógicas e estruturais da rocha, assim como as condições climáticas as quais foram submetidas. Contudo, a exposição da feição granítica não impede o contínuo desenvolvimento das feições cavernosas (LIMA, 2019).

Figura 12 - Micro forma do tipo Tafoni desenvolvida em boulder.



Fonte: Lima (2019).

De acordo com Lima (2019), além do *tafoni*, o intemperismo cavernoso origina estruturas faveoladas, também conhecidas como *honeycombs*, caracterizando-se como pequenos alvéolos, semelhantes a um favo de mel (Figura 13).

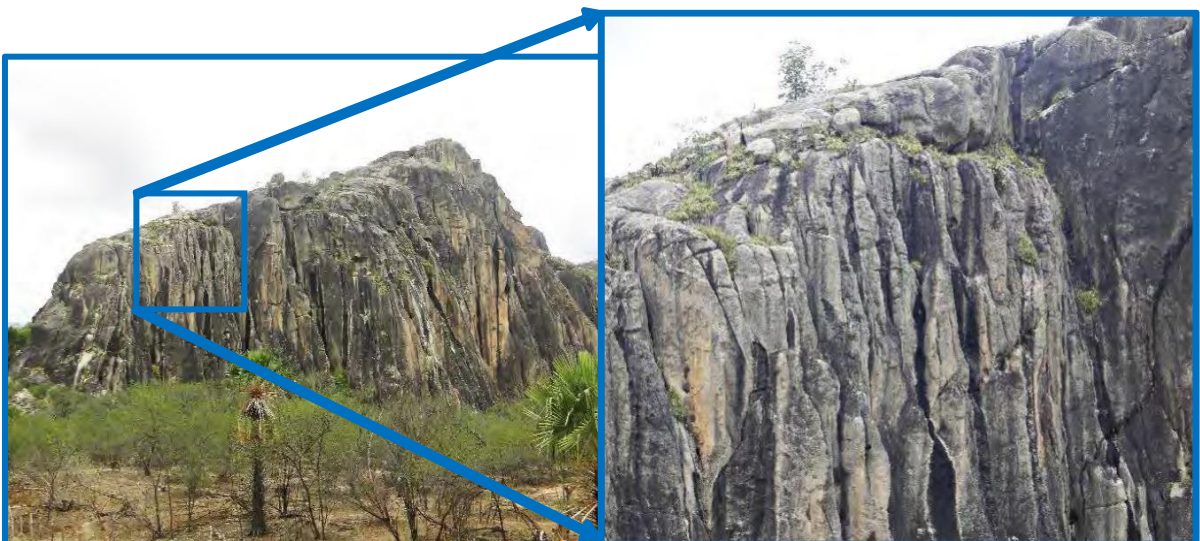
Figura 13 - Micro forma do tipo Tafoni faveolados (alvéolos) desenvolvida em boulder.



Fonte: Lima (2019).

- **Karren ou caneluras**: *Karren* (Figura 14), também conhecidos como caneluras são sulcos de corrosão (erosão química) e dissolução, que correm de forma linear nas superfícies de rochas nuas (BIGARELLA; BECKER; SANTOS, 2009), apresentando tamanho e formas variadas (GOLDIE, 2006), comumente desenvolvendo sulcos paralelos, podendo ocorrer também redes divergentes e convergentes (MIGÓN, 2006a).

Figura 14 - Micro formas do tipo Caneluras desenvolvidas em boulder.



Fonte: Lima (2019).

Essas micro feições são geralmente consideradas como um dos fenômenos típicos de superfície cárstica associados com calcários (GOLDIE, 2006; HUGGETT, 2007; PILÓ, 2000). Contudo, existem muitos exemplos de formas de relevo similares que se desenvolveram em superfícies inclinadas e verticais de rochas graníticas (MIGÓN, 2006a).

A distribuição geográfica da ocorrência de *karren* é bastante ampla, sendo que a maioria dos relatados são em ambientes tropicais úmidos, entretanto, essas formas de relevo não estão restritas a ambientes com temperaturas elevadas e com precipitação alta, ocorrendo também em ambientes áridos (MIGÓN, 2006a).

- **Gnammas/Weathering Pits ou Bacias de Dissolução:** As *gnammas*, também conhecidas por bacias de dissolução são depressões de intemperismo, caracterizando-se como cavidades na superfície da rocha produzida por intemperismo predominantemente químico (BIGARELLA; BECKER; SANTOS, 2009), constituindo uma feição negativa. Elas ocorrem em escala variável, de decimétrica a métrica (MIGÓN, 2006a; TWIDALE; VIDAL ROMANÍ, 2005), sendo encontradas, tipicamente, em superfícies planas/horizontais podendo também desenvolverem-se em superfícies inclinadas (HUGGETT, 2007; MIGÓN, 2006a) (Figura 15).

Figura 15 - Micro forma do tipo Gnammas/Weathering Pits ou Bacias de Dissolução desenvolvida em boulder.



Fonte: Lima (2019).

As bacias de dissolução (*weathering pits*) são feições identificadas em vários tipos de rochas silicásticas com maior frequência em granitos e arenitos (GOUDIE, 2006; MIGÓN, 2006a) e possuem ampla distribuição geográfica.

Muitas bacias de dissolução desenvolvidas em granitos apresentam forte relação com os enclaves que a geraram, sobretudo em seu estágio inicial de evolução, porém, a presença de enclaves não constitui um pré-requisito para a formação de gnammas mas sim um facilitador geomorfológico para sua formação. Em estágios mais avançados elas apresentam a forma côncava, com perfil esférico ou ovalado. Seu formato pode ser similar ao de uma marmitta, porém, completamente diferente do ponto de vista genético (LIMA, 2018).

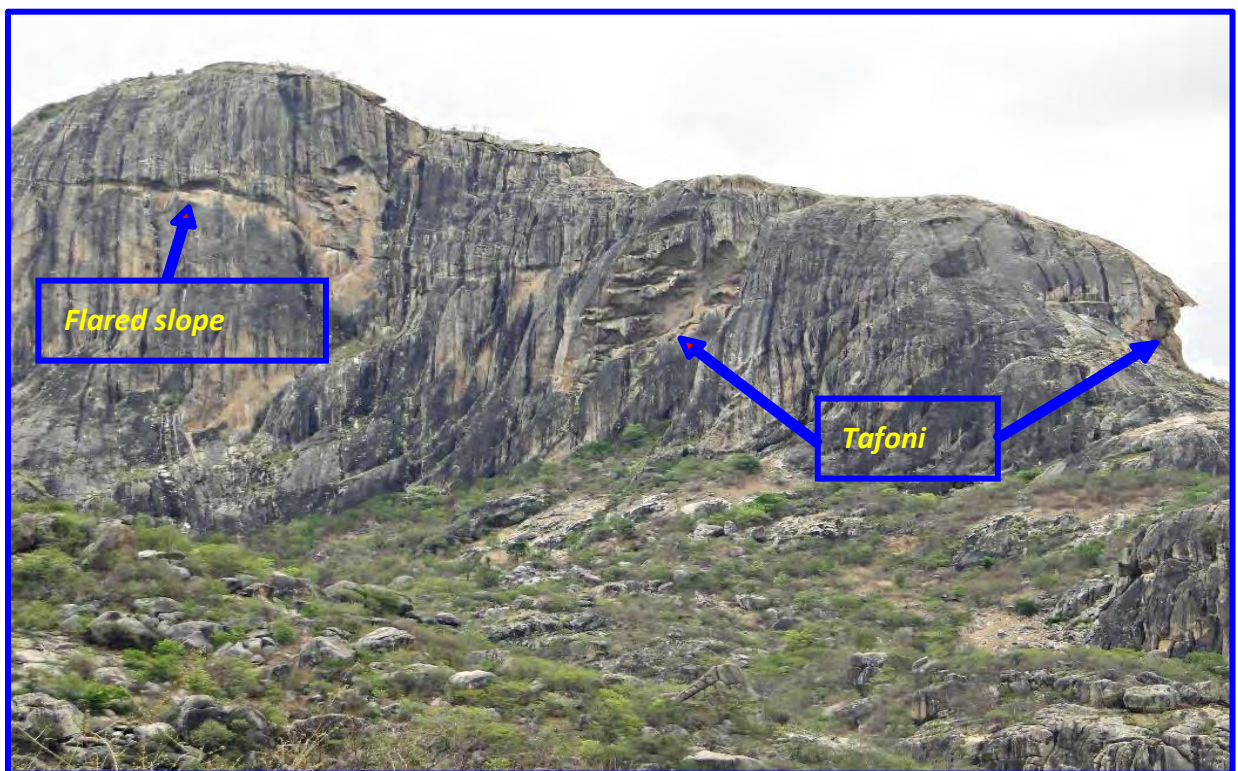
A origem das bacias de dissolução (*weathering pits*) e seu desenvolvimento ao longo do tempo ainda não é completamente explicada (GOUDIE, 2006). A maioria dos autores aceita o papel fundamental da estagnação da água da chuva nas depressões das superfícies das rochas; já outros indicam os processos químicos de solução como fundamentais; outros observam evidências de processos como a hidratação ou a ação mecânica da geada e do sal, além do intemperismo bioquímico (GOUDIE, 2006; MIGÓN, 2006a).

- **Flared slopes:** As *flared slopes* são concavidades que surgem como uma zona basal de inclinação ou saliência (MIGÓN, 2006a), sendo mais frequentes na base da escarpa de feições, como *inselbergs*, *bornhardts*, *boulders* e afloramentos de rocha (CAMPBELL, 1997; TWIDALE; VIDAL ROMANÍ, 2005), podendo ocorrer em diferentes níveis de altura (MIGÓN, 2006a), se prolongando lateralmente.

A localização de *flareds* em encostas mais elevadas demonstra que, como resultado das reduções episódicas do manto de alteração, o material inconsolidado persistiu através de várias alterações entre intempérie e erosão (LIMA, 2019).

De acordo com Sousa Lima (2019), em um único bloco granítico podem ser desenvolver diferentes micro formas, tais como tafoni e flared slope (Figura 16).

Figura 16 - Micro formas do tipo Flared Slope e Tafoni, desenvolvidas em boulder.



Fonte: Lima (2019).

3.3.2.2 Micro formas de fraturamento

As micro formas de fraturamento se caracterizam pela divisão da rocha ao longo das fraturas verticais, levando à destruição do boulder. Os dois principais tipos de micro formas de fraturamento são os Split Rock e Poligonal Cracking (MIGÓN; GOUDIE, 2000).

- **Split Rock:** Um dos componentes mais característicos de paisagens de granito são os boulders, que ocorrem de forma isolada ou aglomerada (clusters). A maior evolução de boulders inclui endurecimento de capa, desenvolvimento de tafoni e divisão da rocha ao longo das fraturas verticais, levando à destruição do boulder (MIGÓN; GOUDIE, 2000).

Nesse sentido, muitos boulders são divididos em duas partes como resultado do desenvolvimento de fraturas, sendo denominado de split rocks (TWIDALE; VIDAL ROMANÍ, 2005).

De acordo Migón (2006a), não é incomum que os boulders sejam divididos em duas partes ao longo de uma única fratura vertical. Segundo o autor, essa divisão é melhor vista como uma resposta à distribuição do stress sofrido pelo peso da própria rocha, portanto, sem relação com as condições ambientais. O stress é liberado ao longo de uma fratura pré-existente ou latente, que se abre causando a divisão do boulder em duas ou mais partes (MIGÓN, 2006a), conforme mostra a figura 17.

Figura 17 - Micro forma do tipo Split Rock desenvolvida em boulder.



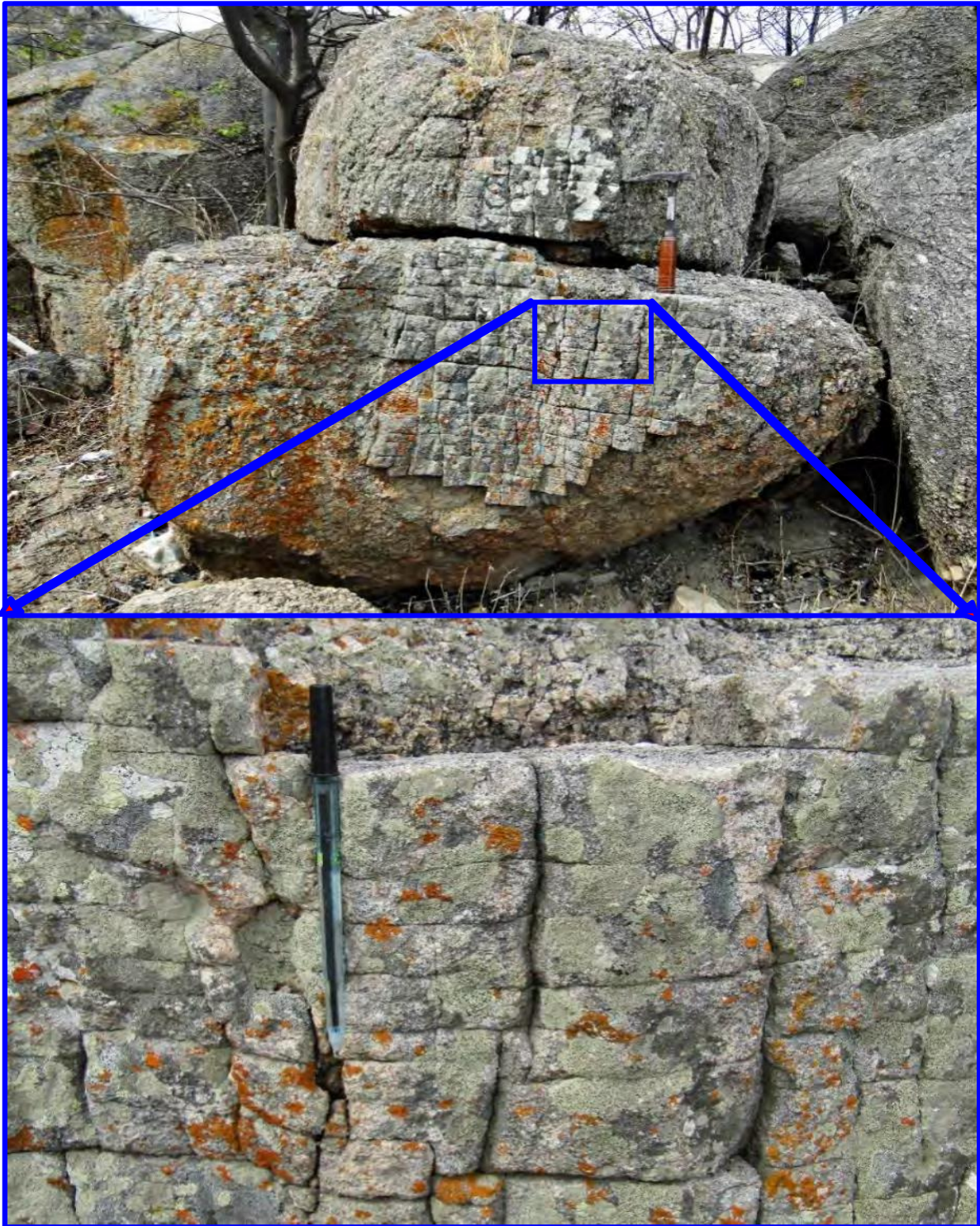
Fonte: Lima (2019).

- Poligonal Cracking:

Algumas superfícies de boulders e afloramentos rochosos exibem redes de rachaduras rasas (cracking), que descrevem polígonos de geometria variável (MIGÓN, 2006b). Onde a cracking está bem desenvolvida, as superfícies das rochas têm a aparência de pele de crocodilo ou uma concha de tartaruga, cujo o fenômeno é comumente chamado de tortoise-shell weathering (WILLIAMS; ROBINSON, 1989).

As cracking descrevem polígonos, geralmente planos, pentagonais ou hexagonais, embora também ocorram padrões retilíneos e radiais (MIGÓN, 2006a). Contudo, o padrão mais comum é o ortogonal, com a forma irregular, apresentando polígonos de diferentes formas e tamanhos (TWIDALE; VIDAL ROMANÍ, 2005). De acordo com Migón (2006a), a geometria das redes poligonais pode estar relacionada à textura da rocha, com padrões mais regulares desenvolvidas em uma rocha mais homogênea (Figura 18).

Figura 18 - Micro forma do tipo Poligonal cracking desenvolvida em boulder.



Fonte: Lima (2019).

3.3.3 Estudos sobre Boulders no Brasil

No Brasil, alguns autores têm abordado a geomorfologia que envolve as suites graníticas, principalmente aquelas formas de relevo associadas à meteorização e exumação. Neste contexto, destacam-se os trabalhos de Maia e Nascimento (2018), Lima, Bastos e Maia (2019) e Rodrigues, Maia e Gomes (2019). Esses trabalhos, realizados na região nordeste do Brasil, evidenciam a importância do manto de intemperismo e os processos erosivos responsáveis para a origem e a evolução dos relevos graníticos.

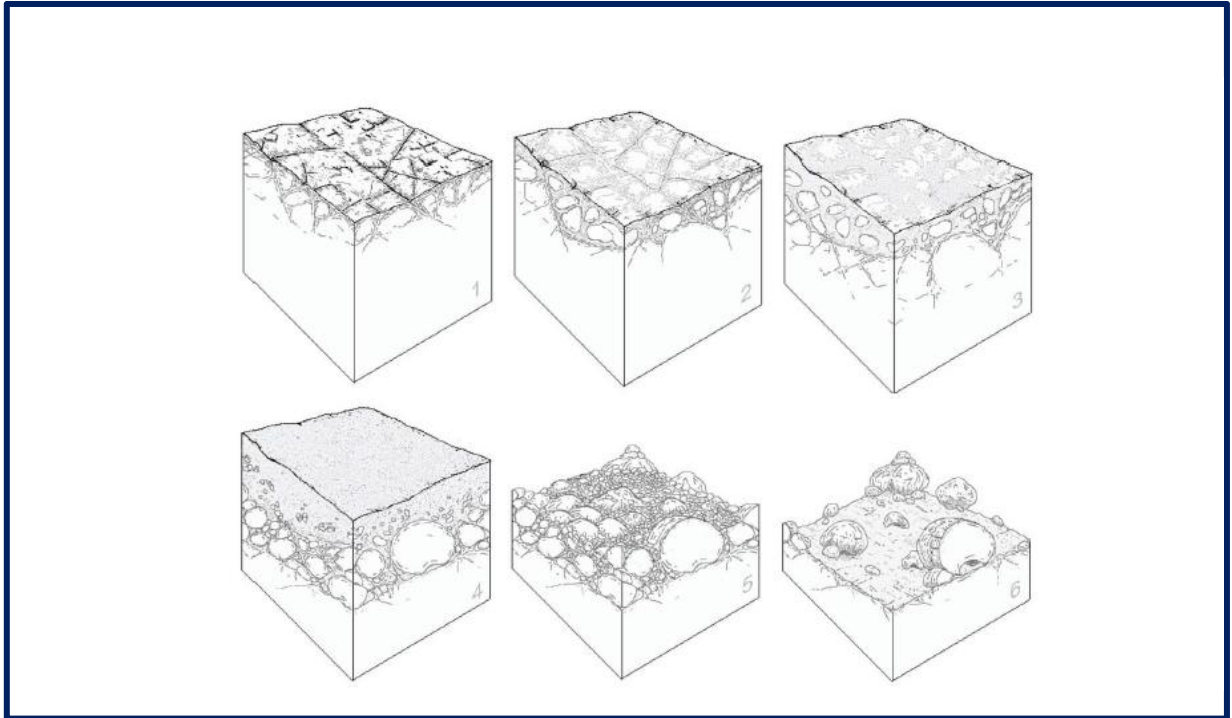
Maia e Nascimento (2018) discorrem sobre os relevos graníticos do nordeste brasileiro, com ênfase em Quixadá-CE, Patos-PB e Pai Mateus-PB. Nessas áreas, um amplo mostruário de feições de relevo granítico está associado à exumação de plútons sin, tardi e pós colisionais decorrentes da orogenia brasileira (MAIA; NASCIMENTO, 2018).

Maia e Nascimento (2018) destacam ainda a ocorrência, nessas regiões, de feições do tipo lajedos e campos de inselbergues, tors, bacias de dissolução, tafonis, caneluras e boulders em diferentes graus de saprolitização.

Na visão dos autores, essas feições, visíveis a partir da exumação dos corpos graníticos, têm sua origem ainda na sub-superfície e são associadas à meteorização em função das diferentes condições climáticas e às características mineralógicas e petrográficas do corpo granítico.

A Figura 19 mostra as etapas de desenvolvimento do relevo saprolítico, na visão de Maia e Nascimento (2018).

Figura 19 - Etapas de desenvolvimento do relevo saprolítico. 1: Etapa inicial referente ao fraturamento termoclástico, 2: Esfoliação esferoidal pré-epigênica; 3: Rocha alterada; 4: Formação do manto de alteração; 5: Remoção das fácies arenossilticas; 6: Formação do relevo saprolítico por exumação pedogênica.



Fonte: Maia e Nascimento (2018).

De acordo com Maia e Nascimento (2018), as formas residuais do tipo relevos saprolíticos são resultantes da remoção parcial dos produtos de alteração do granito, onde apenas os detritos friáveis menores são removidos, restando, desta forma, os blocos graníticos parcialmente alterados.

Em outro trabalho, Rodrigues, Maia e Gomes (2019) estudam as formas de relevo em ambientes graníticos especificamente relacionados à morfoestrutura da Pedra da Andorinha, no sertão norte do Ceará.

De acordo com os autores, em porções de maior profundidade, esse compartimento geomorfológico apresenta um aglomerado de boulders em arranjos parcialmente ortogonais acima das coberturas superficiais. Rodrigues, Maia e Gomes (2019) destacam ainda a existência, abaixo dos boulders, de cavidades bem marcadas entre seus intertícios, configurando assim feições relacionadas ao intemperismo diferencial próprias dessas condições epigênicas. Além das microfeições do tipo boulders, os autores destacam também a ocorrência de tafonis e bacias de dissolução (Figura 20).

Figura 20 - Formas associadas ao intemperismo diferencial. A: Boulders formados in situ no vale da Andorinha e B: Bacias de dissolução nos tafonis da escarpa frontal da Pedra da Andorinha.



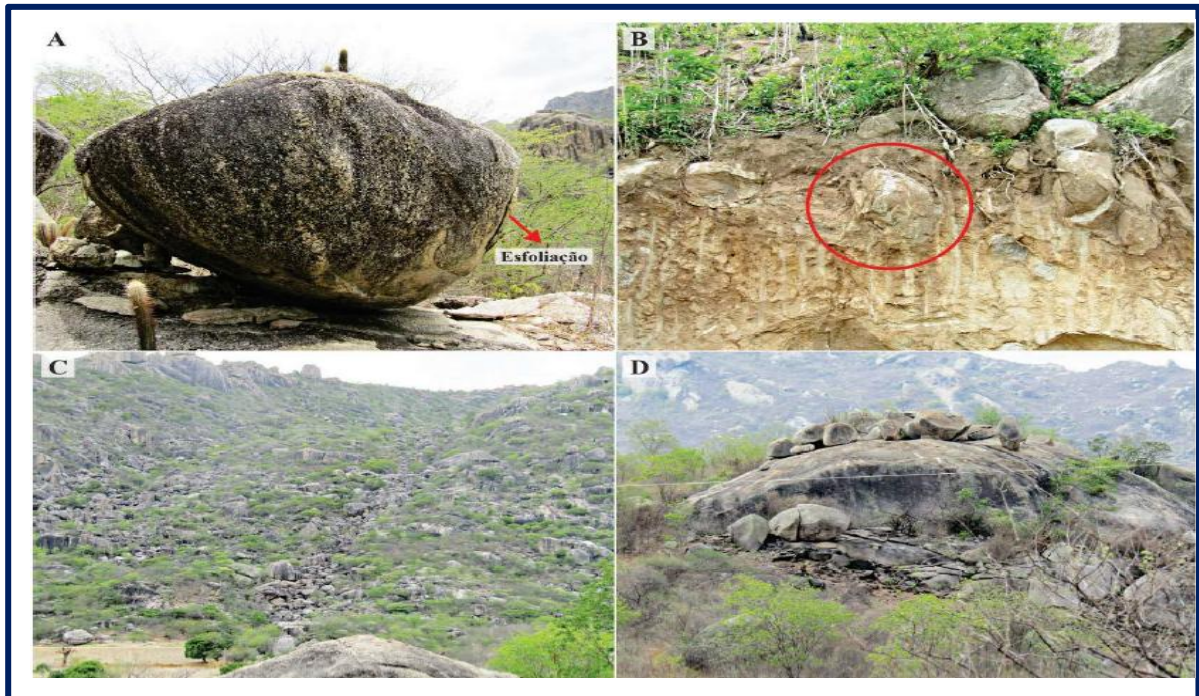
Fonte: Rodrigues, Maia e Gomes (2019).

Um terceiro trabalho, desta feita realizado por Lima, Bastos e Maia (2019), destaca os estudos acerca da geomorfologia granítica do maciço de Uruburetama, localizado na porção norte do estado do Ceará. Na visão dos autores, a área de estudo apresenta uma forte relação estrutural com seu modelado, o que se evidencia pela exposição de macro formas e micro formas graníticas, cuja origem e desenvolvimento são associadas ao intemperismo diferencial, tanto em sub-superfície como na superfície, e condicionado às características do substrato e da remoção do manto de alteração.

As principais formas graníticas encontradas na área de estudo foram divididas, pelos autores, em macro formas e micro formas. Entre as micro formas, os autores destacam os blocos graníticos em forma de boulders, feições residuais provenientes de um paleomanto de alteração (Figura 21).

Na área de estudo, essas feições residuais ocorrem no setor oriental do maciço (barlavento), favorecida pelas condições de umidade em que conseguem manter expressivos regolitos. Estes são caracterizados como compartimentos de rocha mais resistentes ainda localizados no interior do manto de intemperismo que, quando expostos, passam a ser denominados boulders (LIMA; BASTOS; MAIA, 2019).

Figura 21 - Formas associadas ao intemperismo diferencial.



Fonte: Lima, Bastos e Maia (2019).

No estado de Roraima, destaca-se o trabalho de Rodrigues, Tavares Junior e Beserra Neta (2014), ao abordar os relevos graníticos do tipo boulders, no município de Rorainópolis. Nesse trabalho, os autores discorreram a respeito da ocorrência do intemperismo em profundidade, em suítes graníticas.

Na visão destes, o intemperismo em profundidade faz surgir blocos de granito de vários tamanhos de acordo com o grau de fratura primária e que devido às características do ambiente, sua desintegração ocorreria de maneira diferencial levando a formação de vários blocos e matacões, dando origem aos boulders.

Em Rorainópolis, nota-se que a ação conjunta do intemperismo e transporte, ao longo do tempo, promovem grandes alterações na paisagem, devido aos desgastes e aos processos de retirada do saprólito em diferentes estágios (RODRIGUES; TAVARES JUNIOR; BESERRA NETA, 2014).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia proposta apresenta os procedimentos que nortearam a realização da pesquisa e deram suporte ao esclarecimento dos objetivos.

4.1 LOCALIZAÇÃO E ACESSO

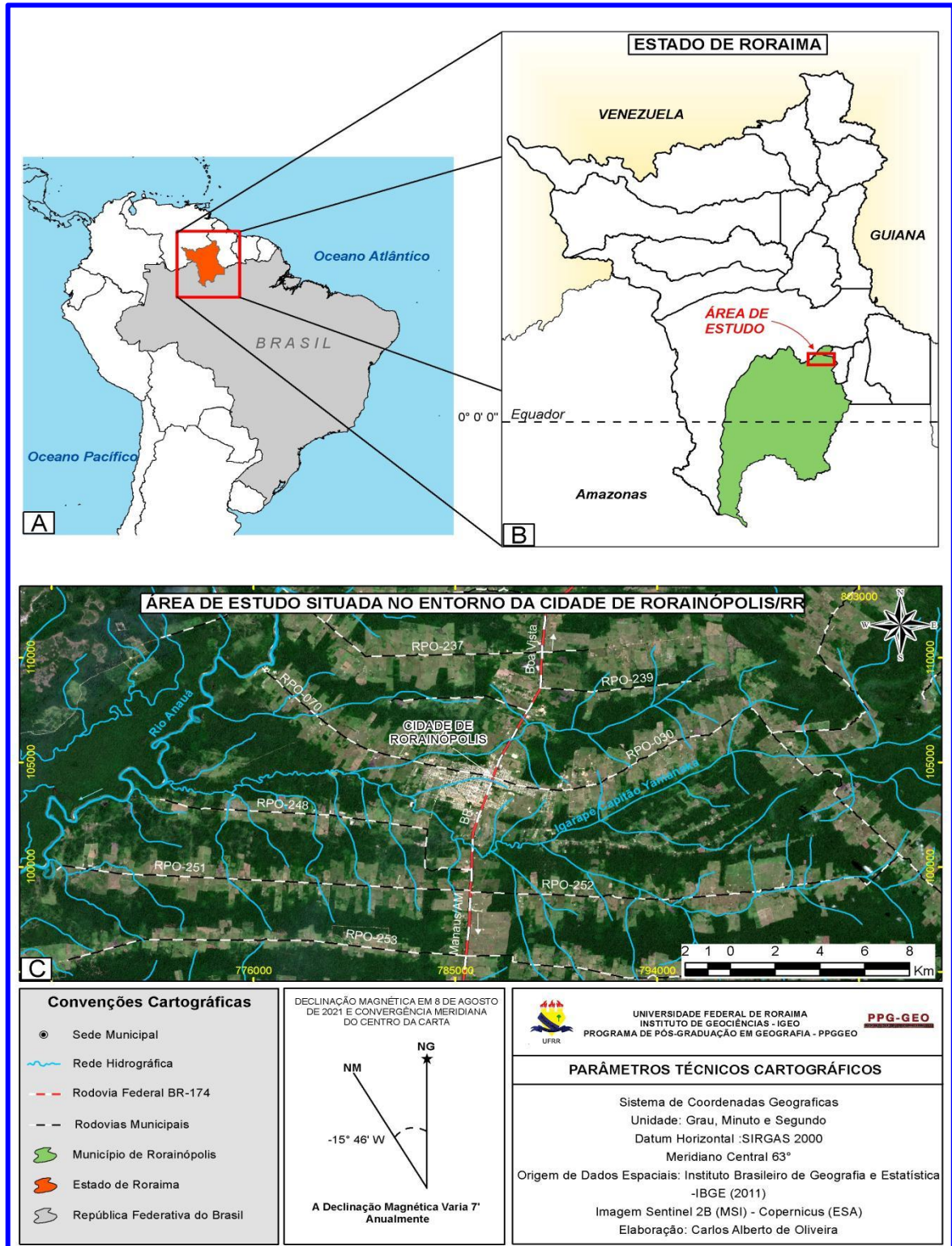
A área de estudo se localiza na porção sul do estado de Roraima, entre os Paralelos 00° 57' 10" N e 00° 54' 43" N e os Meridianos 60° 23' 40" W e 60° 32' 42" W.

O município de Rorainópolis foi criado em 17 de outubro de 1995, teve sua gênese na antiga Vila do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), tem uma extensão territorial de 33.593,988 km² e uma população estimada em 28.815 habitantes (IBGE,2017).

Limita-se ao Norte e Oeste com o município de Caracaraí, ao Sul com o estado do Amazonas e a Leste com os municípios de São Luiz e São João da Baliza.

O acesso à cidade de Rorainópolis se dá pela BR-174, sentido sul, a uma distância de 291 km de Boa Vista, capital do estado de Roraima (Figura 22).

Figura 22 – Mapa de localização do município de Rorainópolis/RR, destacando a área de estudo no entorno da sede do município. A: Mapa do Brasil destacando o estado de Roraima; B: Mapa do estado de Roraima destacando o município de Rorainópolis e C: Mapa de localização da sede do município com destaque para a área de estudo.



Elaborado pelo Autor (2021).

4.2 ASPECTOS FISIAGRÁFICOS DA PAISAGEM

Os aspectos fisiográficos que compõem a paisagem estudada serão abordados a seguir:

4.2.1 Geologia

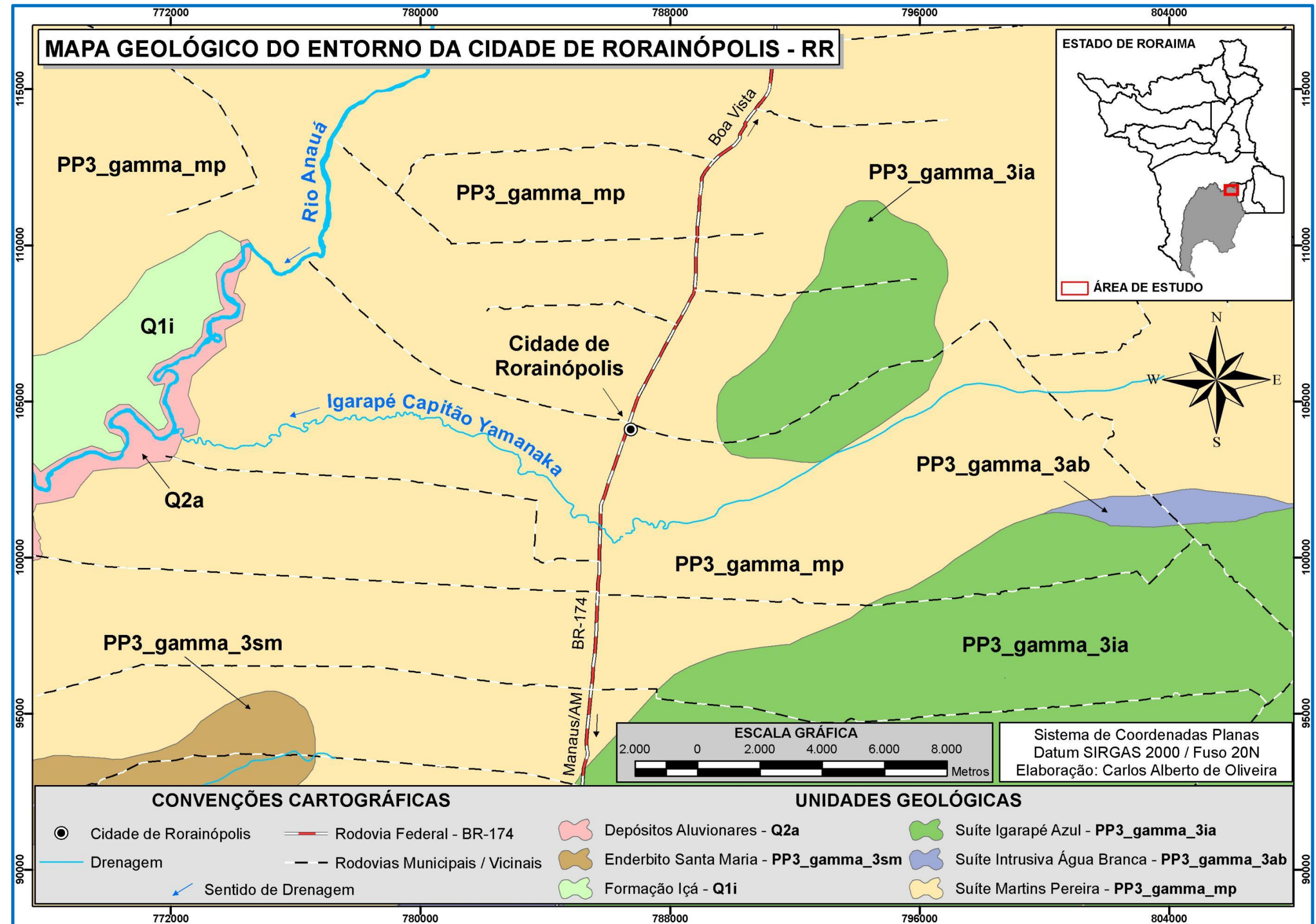
De acordo com Almeida et. al. (2002) e Reis et. al. (2003), o município de Rorainópolis está inserido no domínio litoestrutural Anauá-Jatapú. Abrange a porção sudeste do estado de Roraima articulando-se com lineamentos direcionados a NW-SE e NE-SW que se apresentam em um conjunto de rochas graníticas e diferenciam-se em dois grupos de terrenos graníticos.

Ainda na visão de Almeida et. al. (2002) e Reis et. al. (2003), o primeiro grupo é composto pelo Granito Serra Dourada (1.968 Ma. U-Pb) e Suite Martins Pereira (1.971 a 1.975 Ma. Pb-Pb) e o segundo grupo pelas Suites Igarapé Azul (1.889 a 1.891 M. Pb-Pb) e Água Branca (1.891 a 1.991 Ma. U-Pb).

O terreno Igarapé Azul – Água Branca ocorre na parte sul da área de estudo e é caracterizado pela ocorrência de granitos cálcio-alcálicos. A Suite Água Branca é composta por granodioritos subordinados monzogranitos, dioritos, quartzo-monzodioritos, com enclaves de tonalitos, enquanto a Suite Igarapé Azul é constituída por monzogranitos e biotita e com subordinados granodioritos (ALMEIDA et. al. 2002; REIS et. al. 2003).

De acordo com Almeida et. al. 2002, além das formações acima, a área de estudo engloba na sua porção Oeste o Endébito Santa Maria, a Formação Içá e Depósitos Aluvionares às margens do rio Anauá (Figura 23).

Figura 23 – Mapa Geológico da área de estudo com destaque para a Formação Içá, Suíte Igarapé Azul, Suíte Intrusiva Água Branca e Suíte Martins Pereira.



Elaborado a partir de recorte do Mapa Geológico do Estado de Roraima - Escala: 1/75.000 - CPRM (2004).

4.2.2 Geomorfologia

Os compartimentos de relevo da paisagem estudada são definidos por Pediplano rio Branco - rio Negro e relevos residuais, destacados nos estudos de Franco, Del'Arco e Rivetti (1975) e Beserra Neta e Tavares Júnior (2008).

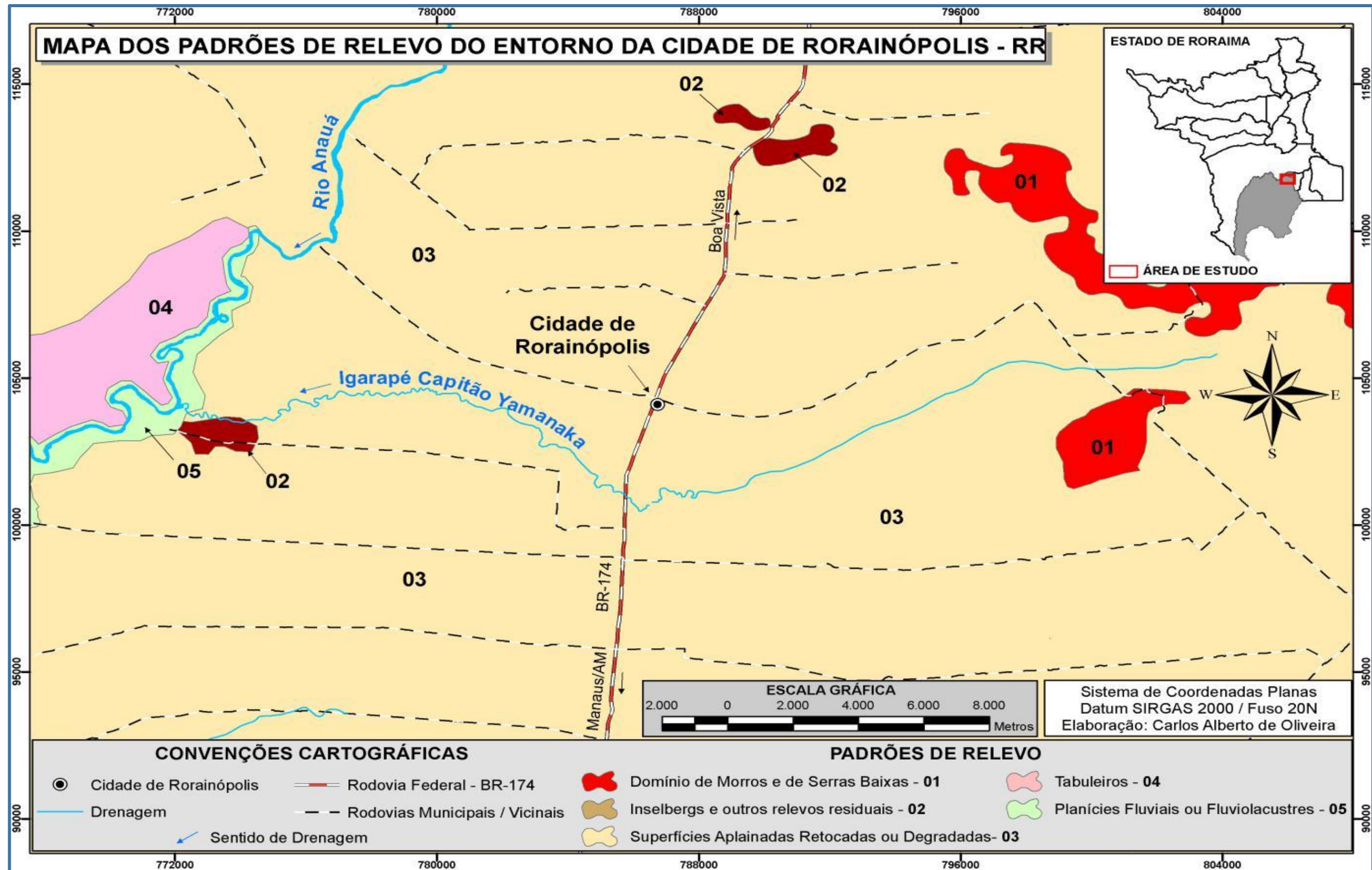
O Pediplano rio Branco - rio Negro tem seu compartimento representado por extensas áreas aplainadas com a ocorrência de feições geomorfológicas que destacam-se na paisagem local. Essas superfícies aplainadas, retocadas e/ou degradadas são predominantes e se estendem por toda a região, ocupando cerca de 80% da área estudada.

Já no compartimento definido como relevos residuais, observa-se a ocorrência de inselbergues e boulders, que na visão de Beserra Neta e Tavares Júnior (2008) e Rodrigues et. al. (2014) quebra a monotonia dessa extensa área aplainada e se destacam na paisagem, alcançando altitudes que variam entre 80 a 160 metros e declividade regional fraca em direção à calha do rio Negro na sua porção Sul.

Na parte Leste há o Domínio de Morros e de Serras Baixas, sendo que a porção Oeste é destacada pela ocorrência de planícies fluviais ou lacustres e pequenos tabuleiros. Ao Norte e Oeste observa-se a incidência de inselbergues e outros relevos residuais (ALMEIDA et. al. 2002).

Dentro desse arcabouço geológico-geomorfológico, destacam-se formações graníticas, que se despontam na região em forma de inselbergs e boulders - condicionadas à ação de fatores tectônicos e intempéricos – formando uma paisagem diferenciada às margens da BR-174 (DIAS RODRIGUES; TAVARES JÚNIOR; BESERRA NETA, 2014) (Figura 24).

Figura 24 - Mapa Geomorfológico do entorno da cidade de Rorainópolis/RR, destacando as formas do relevo encontradas na área de estudo.



Elaborado a partir de recorte do Mapa Geomorfológico do Estado de Roraima - Escala: 1/75.000 - CPRM (2004).

4.2.3 Solos

O município de Rorainópolis apresenta uma ampla diversidade pedológica com características diferenciadas. O IBGE (2000) identificou os solos do município (Figura 25) bem como sua distribuição geográfica. Na área de estudo, os solos são assim distribuídos:

- **Argissolo Amarelo Distrófico (PAd)**: solo mais predominante do município estendendo-se por toda a área central e ao Norte, adentrando em algumas áreas a Sudoeste. São solos com textura arenosa e argilosa e geralmente ocorrem em relevo plano, suavemente e fortemente ondulado;

- **Gleissolo Háptico Tb Distrófico (Gxbd)**: ocorrem em maior incidência nas porções Oeste e Noroeste, com menor incidência na porção Leste da área de estudo. São solos de textura média a argilosa de baixa atividade;

- **Argilossolo Vermelho Distrófico (Pvd)**: são encontrados, em sua maior parte, na porção Leste da área de estudo, com algumas incidências na porção Oeste. São solos que apresentam textura média a argilosa/caulinítico e ocorrem em terrenos planos a levemente ondulados;

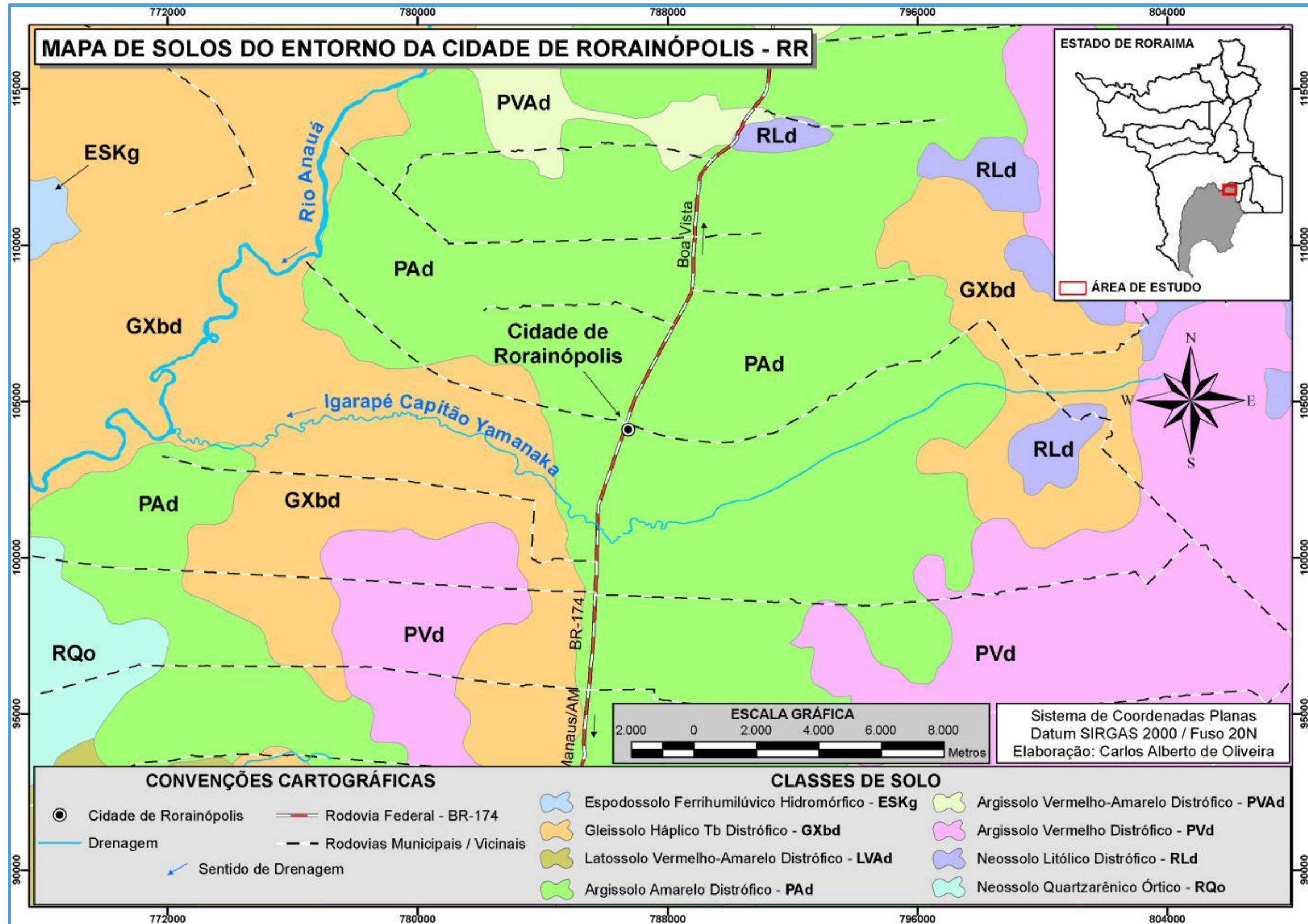
- **Argilossolo Vermelho – Amarelo Distrófico (PVAd)**: são encontrados na parte Norte da área de estudo. Possuem como características, uma textura de média a argilosa e ocorrem geralmente em relevo forte a levemente ondulado;

- **Neossolo Litólico Distrófico (RLd)**: encontrados ao Norte e a Leste da área de estudo. São solos pouco evoluídos, constituídos por material mineral ou orgânico, com menos de 20cm de espessura;

- **Espedossolo Ferrihumilúvico Hidromórfico (ESKg)**: são encontrados no extremo Oeste da área de estudo. Tem como características uma textura arenosa porém com altos teores de matéria orgânica;

- **Neossolo Quartzarênico Órtico (RQo)**: são encontrados no extremo da porção Sudoeste da área de estudo. Apresentam textura arenosa e geralmente ocorrem em terreno plano.

Figura 25 – Mapa de solos no entorno da cidade de Rorainópolis destacando as diversas classes de solos encontradas na área de estudo.



Elaborado a partir de dados pedológicos do estado de Roraima - escala 1/75.000, disponibilizados pelo BGE (2005).

Quanto ao uso, o solo existente na área de estudo é pouco favorável, em sua grande parte, em função dos inúmeros afloramentos graníticos que ocorrem na região.

O Manual Técnico de Pedologia - 2ª edição (IBGE, 2007) classifica o terreno quanto sua fase de rochividade, referindo-se à exposição do substrato rochoso, lajes de rochas, parcelas de camadas delgadas de solos sobre rochas e/ou predominância de boulders com diâmetro médio maior que 100cm, na superfície ou na massa do solo, em quantidades tais, que tornam impraticável o uso de máquinas agrícolas.

Nesse sentido, a área de estudo pode ser classificada como “muito rochosa”, pois apresenta afloramentos rochosos, matacões e/ou manchas de rochas de camadas delgadas de solos sobre rochas que se distanciam por menos de 3m, cobrindo 50 a 90% da superfície (Figura 26), tornando completamente inviável a mecanização.

Figura 26 – Afloramentos rochosos comuns na área de estudo tornando inviável a utilização do solo para atividades agrícolas.



Fonte: Nascimento (2014).

4.2.3 Vegetação

No que tange à vegetação, esta é representada pelo domínio de vegetação arbustiva, gramíneas e formações arbóreas e palmáceas. De acordo com o IBGE (2012), a vegetação do município de Rorainópolis é caracterizada pela presença da Floresta Ombrófila Densa, representada pelas formações Aluvial, Montana, Submontana e Terras Baixas.

Ainda de acordo com o IBGE (2012), a Floresta Ombrófila Densa ocupa terrenos com solos enriquecidos por sucessivos depósitos aluvionares e se destaca pela composição de árvores mais espaçadas, com estrato arbustivo e pouco denso.

A figura 27 mostra as principais características da vegetação na área estudada.

Figura 27 - Vegetação típica da área de estudo, do tipo arbustiva, gramíneas e formações arbóreas e palmáceas.



Do Autor (2021).

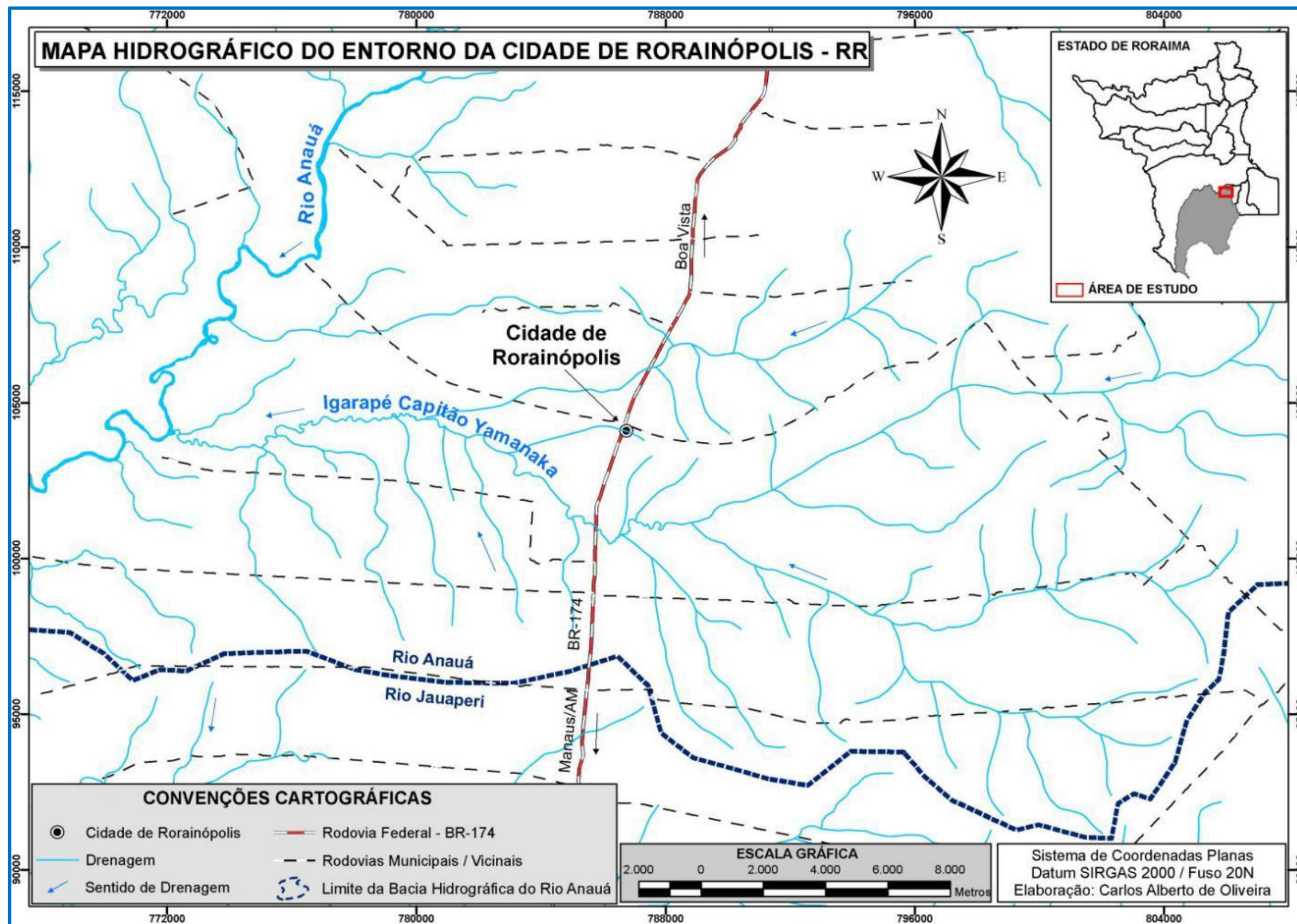
4.2.5 Hidrografia

Em Rorainópolis, a rede de drenagem é organizada pelas bacias dos rios Anauá e Jauaperí. O rio Anauá, com nascente localizada no município de Caracaraí ao norte desse município, é um dos principais afluentes do rio Branco pela margem esquerda no sentido nascente - foz. Sua área de drenagem é de 20.313,00 km² e o percentual da área total é de 10,47% (ANA, 2011).

De acordo com o Instituto Socio-ambiental (2011), a bacia do rio Jauaperí é a segunda mais importante de Roraima, sendo compartilhada com o Amazonas, porém com a maior parte de sua drenagem (77%) em solo roraimense. Abrange uma vasta região de florestas densas no sudeste do estado e foi o principal cenário de expansão da fronteira agrícola após a década de 1980, com grande pressão do desmatamento sobre as matas ciliares no curso alto do rio.

Especificamente na área de estudo, observa-se a ocorrência de diversos cursos hídricos de menor expressão mas que são importantes na rede hidrográfica local, tais como o igarapé Capitão Yamanaka (Figura 28).

Figura 28 – Rede de drenagem da área de estudo com destaque para a Bacia do rio Anauá e diversos igarapés nos arredores da cidade de Rorainópolis/RR.



Fonte: Elaborado a partir de dados hidrográficos do estado de Roraima - escala: 1/75.000, disponibilizados pelo IBGE (2011).

4.2.6 Clima

Predomina na região o clima quente com chuvas de verão e outono, com variações em algumas regiões, como a Região Nordeste do município, onde há a ocorrência de clima equatorial com estação seca na primavera.

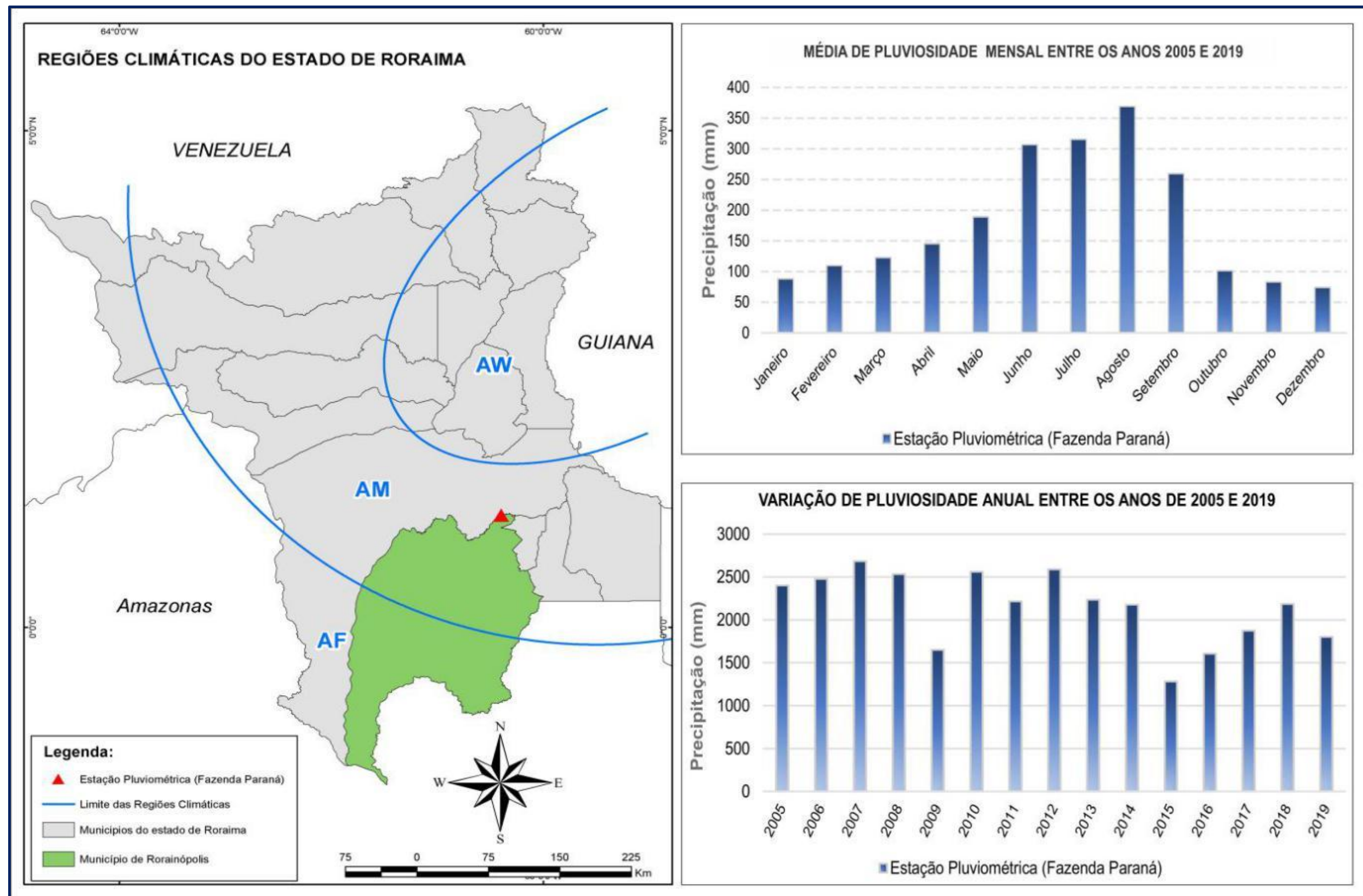
De acordo com a classificação de Koppen, que se baseia principalmente na quantidade e distribuição das chuvas e nas variações da temperatura mensal e anual, o clima da região varia entre o (Am): Clima Tropical de Monções e o (Af): Clima Tropical Equatorial.

De acordo com dados da Estação Pluviométrica (Fazenda Paraná), localizada no extremo norte do município de Rorainópolis, a precipitação pluviométrica anual média de 2005 a 2019 variou entre 1.300mm (2015) a 2.700 mm (2007).

Já a média de pluviosidade mensal para o mesmo período mostra que nos meses de dezembro são registradas as menores incidências de chuvas na região (pouco mais de 50 mm), marcando o pico do período de estiagem iniciado nos meses de outubro e estendido até os meses de março. Em abril observa-se um aumento significativo na incidência de chuvas (150 mm) o que marca o início do período mais chuvoso na região que se estende até os meses de setembro, com pico nos meses de agosto (pouco mais de 350 mm).

A variação Pluviométrica mensal e anual foi calculada tomando-se como base uma escala temporal de quinze anos, com dados registrados pela Estação Pluviométrica Fazenda Paraná (ANA, 2020) (Figura 29).

Figura 29 - Regiões Climáticas de Roraima, com destaque para o município Rorainópolis/RR e sua variação pluviométrica mensal e anual.



Fonte: Elaborado a partir de médias pluviométricas mensais - Agência Nacional de Águas-ANA (2020).

4.3 MATERIAIS UTILIZADOS

Nesta pesquisa, utilizou-se de materiais bibliográficos e uma diversificada gama de ferramentas com vistas a dar sustentação às discussões e às atividades de campo e de laboratório, além de equipamentos de alta tecnologia, descritos a seguir.

4.3.1 Materiais Bibliográficos e de Sensoriamento Remoto

No que diz respeito aos materiais, foram utilizados uma série de dados de 11 (onze) imagens obtidas por meio de técnicas de sensoriamento remoto, entre os anos de 2020 e 2021, tais como imagens de média resolução do sensor **Operational Land Images (OLI)** a bordo do satélite Landsat 8, com resolução de 30 metros na composição colorida (R6;G5;B4) e banda 8 Pancromática com resolução de 15 metros.

As imagens foram adquiridas por meio do banco de dados da United States Geological Survey (USGS), disponibilizadas após realização de cadastro prévio no sítio <<http://earthexplorer.usgs.gov/>>.

4.3.2 Softwares e Aplicativos Computacionais

Os procedimentos de análises e de tratamento das imagens de sensoriamento remoto foram realizados por meio dos seguintes softwares:

- ArcGis, versão 10.5 (ArcMap e ArcScene);
- Environment for Visualising Images – Envi, Versão 5.0;
- Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas (SPRING).

4.3.3 Drone

As imagens fotográficas da área de estudo foram obtidas por meio de drone (Drone GPS de câmera Beast SG907 MAX 4K) fornecido pelo Instituto de Geociências da Universidade Federal de Roraima - UFRR.

Este equipamento tem como principais características a existência de DUAL CAMERAS SWITCH LIVRES, sendo uma câmera frontal de três eixos e uma câmera inferior, o que permite a obtenção de imagens com maior nitidez e definição.

Além do material acima, foram utilizados, também, o equipamento de GPS Map Garmin 62s e uma máquina fotográfica modelo Canon SX410 IS, fornecidos

pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGGEO), da Universidade Federal de Roraima.

4.4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os procedimentos metodológicos foram realizados seguindo-se as diversas etapas descritas a seguir:

Inicialmente, o levantamento bibliográfico foi realizado por meio de literaturas específicas, principalmente relacionadas às áreas geográficas, geológicas e geomorfológicas as quais possibilitaram entender a dinâmica da paisagem em escala regional e local da área de estudo, por autores como Bertrand (1971), Summerfield (1991), Paul Claval (1999), Bigarella (2003), Caseti e Twidale e Vidal Romani (2005), Migón e Guerra (2006), Florenzano (2008) e Bertalanffy (2012), Rodrigues, Tavares Junior e Beserra Neta (2014) e Maia e Nascimento (2018), entre outros.

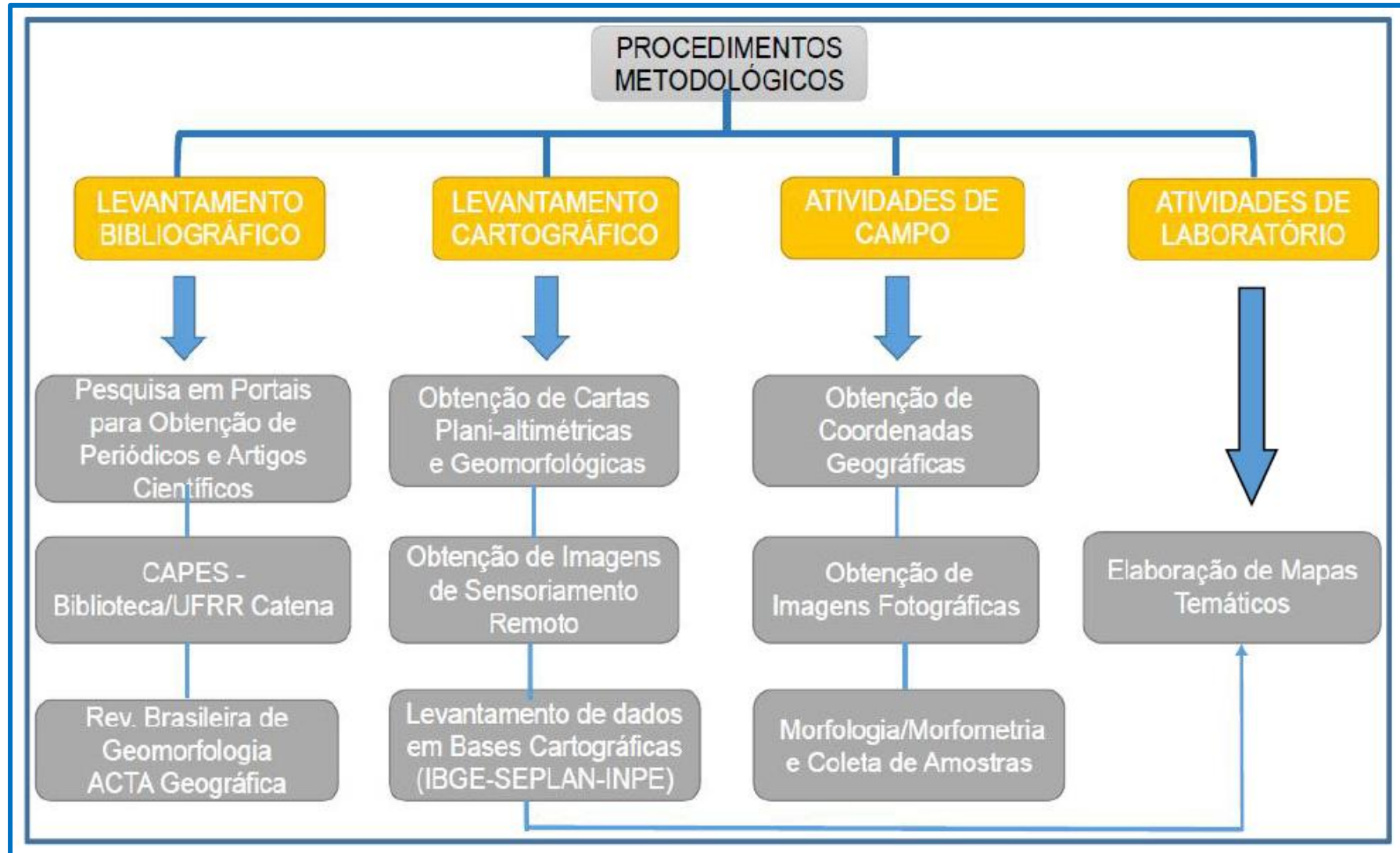
Posteriormente foi realizado o levantamento cartográfico, o qual possibilitou a aquisição de imagens de sensoriamento remoto, além de dados cartográficos do IBGE e INPE.

As bases cartográficas utilizadas foram obtidas em instituições estaduais e federais, como a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e *United States Geological Survey* (USGS).

Em seguida, a atividade de campo possibilitou a aquisição de dados morfológicos e morfométricos, além das coordenadas dos boulders e obtenção de imagens com a utilização de câmera digital e drone para a aquisição de imagens aéreas.

Por fim, seguiu-se a realização dos trabalhos em laboratórios, com a elaboração dos mapas temáticos (Figura 30).

Figura 30 - Fluxograma com as Etapas Metodológicas adotadas na pesquisa.



Elaborado pelo Autor (2020).

4.4.1 Processamento Digital de Imagens Landsat 8 e SRTM

As imagens obtidas por meio de sensoriamento remoto são imagens “brutas”, que contêm interferências atmosféricas, tais como nuvens, partículas, moléculas de gases e aerossóis, dentre outras, o que se torna necessário a realização de procedimentos que visem corrigir ou atenuar essas interferências.

As técnicas utilizadas para tanto foram baseadas no método de subtração de objeto escuro, de acordo com Chaves (1988), cujo objetivo é facilitar a transformação dos números digitais das imagens adquiridas em valores de significado físico.

O Processamento das imagens do satélite Landsat 8 teve início com aplicação de técnicas utilizando-se o aplicativo SPRING com a finalidade de se obter as imagens de reflectância. A esse respeito, Gurtler et. al (2005), diz que os valores de reflectância de alvos da superfície terrestre é um parâmetro intrínseco dos objetos sensoriados e em algumas situações, esses valores de reflectância devem ser utilizados em lugar dos valores de “níveis de cinza” normalmente encontrados nas imagens de satélite.

Ressalta-se que a reflectância é uma propriedade física proveniente da interação entre a energia e a constituição física dos objetos sob a superfície terrestre captadas pelo sensor. No pré-processamento, a imagem teve que passar por um rigoroso processo de tratamento, o qual depende da correta aplicação de operações no processamento, destinadas a atenuar os efeitos da interferência atmosférica. Segundo Gurtler et. al. (2005), a utilização de uma planilha eletrônica e a automatização desse procedimento apresenta a vantagem de proporcionar um processamento mais ágil e com redução de erros durante os cálculos.

O procedimento tem início com a criação e ativação do projeto no SPRING, seguido da importação das bandas a serem utilizadas, neste caso as bandas 2 a 7, previamente baixadas e arquivadas em pasta específica.

Logo após a importação, por meio da barra de ferramentas imagem > contraste > executar, foram salvos os histogramas das bandas correspondentes e inseridas de acordo com a formatação da planilha.

A metodologia empregada para a correção atmosférica consistiu na subtração de objeto escuro ou DOS (Dark Object Subtraction), proposto por Chávez (1988) por meio da planilha eletrônica elaborada por Gurtler et al. (2005) onde: em a)

determina-se a frequência dos valores digitais, em b) determina-se a frequência acumulada dos valores digitais e em c) calcula-se o crescimento relativo (C%) da frequência de um Número Digital (ND) com o ND seguinte. Para isso, utiliza-se a seguinte equação:

$$C\% = 100 \times (f_{i+1} - f_i) / f_i$$

Onde f_i é a frequência do ND_i ; f_{i+1} é a frequência do ND_{i+1} ; i refere-se aos valores de níveis digitais possíveis, os quais, para os sensores OLI podem variar entre 0 e 255. Esse método de atenuação da interferência dos constituintes atmosféricos utiliza informações provenientes da própria imagem como, sensor, data de imageamento, ângulo de elevação solar, etc., tornando-se, portanto, uma técnica simples para corrigir o espalhamento atmosférico, onde a interferência atmosférica é estimada diretamente a partir dos números digitais (ND) da imagem, sendo ignorada a absorção atmosférica.

As imagens de reflectância foram geradas a partir de algoritmos estabelecidos na Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico - LEGAL do aplicativo SPRING. Os dados de radiância e do ângulo de elevação solar foram obtidos no arquivo tipo metadados que contém nas imagens. Assim, para gerar a imagem raster de reflectância foi utilizada a seguinte equação:

$$RAD = L_{min} + (L_{max} - L_{min}) \cdot ND / 255$$

Na qual, RAD é a radiância espectral ($m W cm^{-2} sr^{-1} \mu m^{-1}$); L_{min} é a radiância espectral correspondente ao ND mínimo; L_{max} é a radiância espectral correspondente ao ND máximo; e ND é o Número digital do pixel analisado. Após estes parâmetros, os valores de radiância foram utilizados para calcular as reflectâncias, onde:

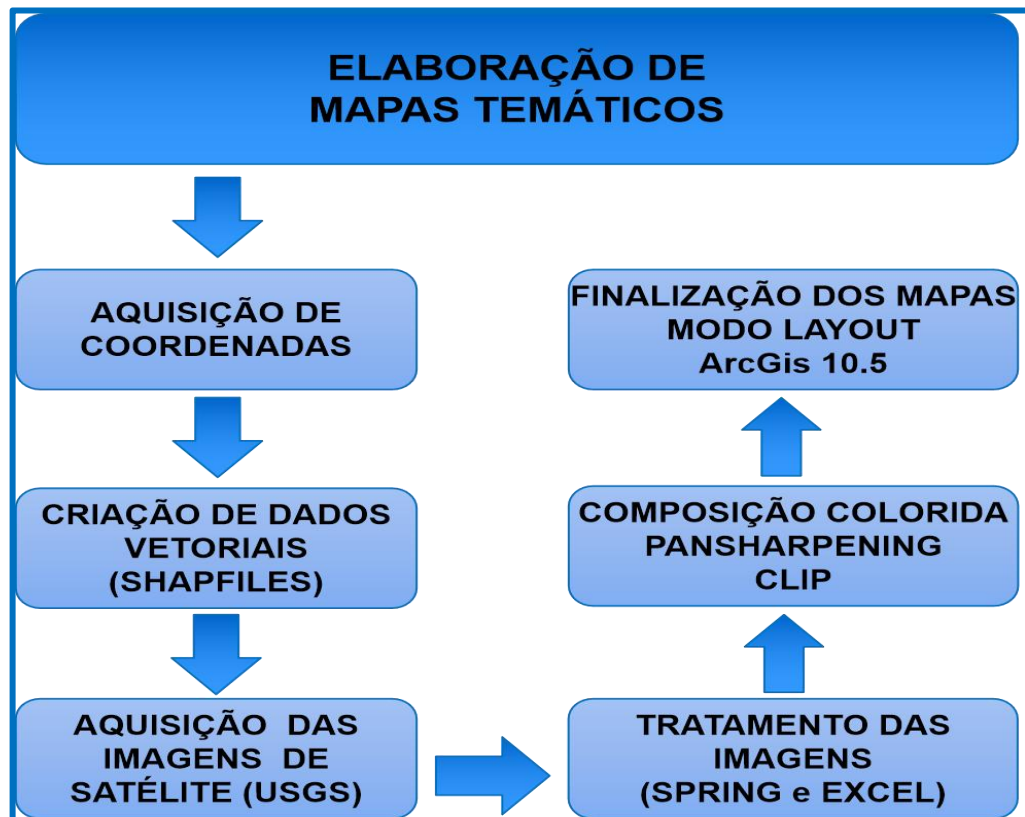
$$P = \pi L d^2 / E_{sol} \cdot \cos \theta$$

P é a reflectância aparente; L é a radiância espectral no detector ($m W cm^{-2} sr^{-1} \mu m^{-1}$); d é a distância Terra-Sol em unidades astronômicas; E_{sol} é a irradiação solar média no topo da atmosfera ($m W cm^{-2} \mu m^{-1}$); e θ é o ângulo solar zenital em graus.

Visando obter maior qualidade visual nas imagens, foram utilizadas operações de realce consistindo na função linear para ampliação do contraste, bem como a fusão, via técnica Pan sharpening das imagens do Landsat 8/OLI no software ENVI, referentes as bandas espectrais de 30 m de resolução espacial, na

composição colorida 6R5G4B com a banda 8 (Pancromática) de 15 m de resolução espacial (Figura 31).

Figura 31 - Etapas metodológicas na elaboração dos mapas temáticos.



Elaborado pelo Autor (2020).

4.4.2 Trabalho de Campo

O trabalho de campo foi realizado nos dias 8 e 9 de novembro de 2021, dividido em duas etapas, percorrendo-se diversas áreas no entorno do município de Rorainópolis, em vias com e sem pavimentação onde foram coletados, por GPS, 11 (onze) pontos aproximadamente, aferindo-se as coordenadas geográficas e altitude da localização das feições graníticas.

Em um primeiro momento procedeu-se a delimitação da área de estudo e a seleção das feições geomorfológicas que seriam pontuadas. Neste sentido, optou-se por selecionar as feições geomorfológicas por amostragem, tendo em vista a extensão da área. Assim, foram selecionados 10 (dez) pontos na porção norte e 01 (um) ponto na porção sul do município de Rorainópolis, às margens da rodovia BR-174, a serem representados na escala de 1:450000.

A primeira etapa, em 8 de novembro de 2021 possibilitou a aquisição de dados morfológicos e morfométricos das feições graníticas observando, também, a paisagem onde estão inseridos, além da obtenção de imagens fotográficas.

As coordenadas geográficas foram adquiridas por meio do GPS Map Garmin 62s, enquanto as imagens fotográficas foram adquiridas com a utilização de máquina fotográfica modelo Canon SX410 IS, ambos fornecidos pelo Laboratório do Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGGEO) da Universidade Federal de Roraima (UFRR).

No que se refere aos dados morfológicos, foi realizada a descrição da paisagem no entorno de cada ponto estudado, tais como a vegetação, o tipo de solo e as formas de relevo nos quais as feições graníticas estão inseridas, além da observação e descrição das micro feições identificadas nos boulders, tais como as Karren/Caneluras, Bacias de Dissolução e Marmitas, entre outras.

Os dados morfométricos foram adquiridos com a utilização de uma trena (30m), fornecida pelo Laboratório de Mapeamento de Áreas Degradadas do Instituto de Geociências, da Universidade Federal de Roraima (UFRR).

Foram medidos os blocos graníticos em comprimento e altura, bem como as micro-formas encontradas nos mesmos, tais como o comprimento e a largura dos Karren/Caneluras, das Bacias de Dissolução, das Marmitas, e das fraturas, entre outras (Figura 32).

Figura 32 - Aferição de medidas morfométricas de boulder - Rorainópolis/RR - A: medindo altura de bloco granítico; B: medindo micro forma em bloco granítico.



Do Autor (2021).

Em uma segunda etapa, no dia 8 de novembro de 2021, realizou-se a aquisição de imagens aéreas da área de estudo, com a utilização de equipamento drone (Drone GPS de câmera Beast SG907 MAX 4K) fornecido pelo Instituto de Geociências da Universidade Federal de Roraima - UFRR (Figura 33).

Figura 33 - Utilização de Drone na aquisição de imagens aéreas - Rorainópolis/RR. A e B: recolhimento do drone na aterrissagem.



Do Autor (2021).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A discussão e os resultados encontrados, tais como a descrição, as características e a evolução das feições geomorfológicas são apresentados a seguir.

5.1 ESPACIALIZAÇÃO DAS FEIÇÕES GEOMORFOLÓGICAS NA PAISAGEM

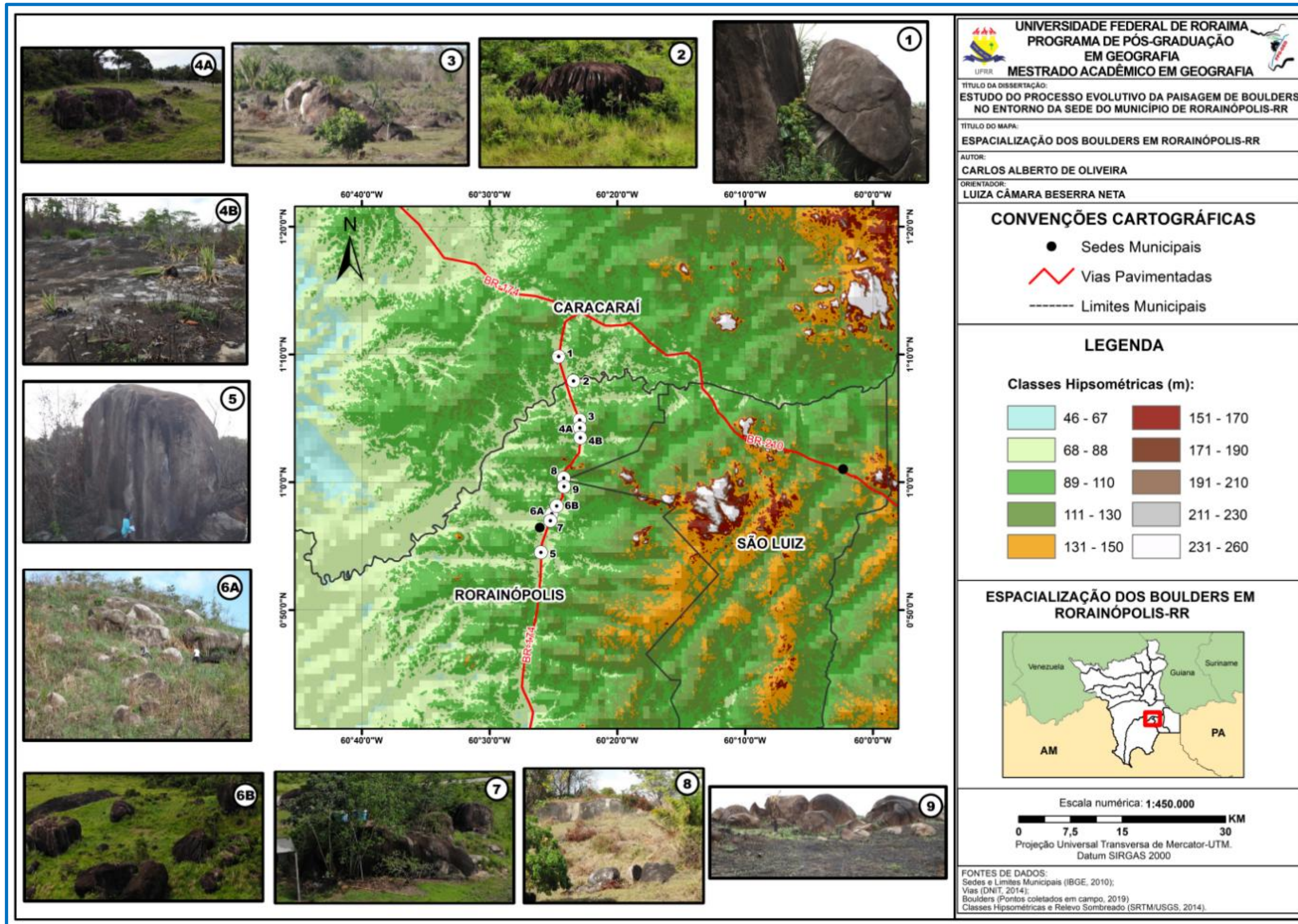
As feições geomorfológicas objetos do estudo estão localizadas nos arredores da sede do município de Rorainópolis, às margens da rodovia federal BR-174, sentido Boa Vista - Manaus, numa faixa compreendida entre as coordenadas 00° 57' 10" N - 00° 54' 43" N e 60° 23' 40" W - 60° 32' 42" W.

Ao longo da BR-174, numa área com aproximadamente 936 km², despontam uma série de feições geomorfológicas que se destacam na paisagem, com tamanhos variando entre 12 (doze) a 18 (dezoito) metros de comprimento por 4 (quatro) a 9 (nove) metros de altura (grandes blocos) e entre 20 (vinte) a 60 (sessenta) centímetros de comprimento por 30 (trinta) centímetros a 2 (dois) metros de altura (pequenos blocos). Apresentam, também, variações quanto à forma, desde blocos mais arredondados até blocos com ângulos retilíneos com topo plano ou convexo e paredes íngremes.

Esses blocos estão inseridos em uma paisagem com relevo plano, com altitudes variando de 56 a 180 metros e uma vegetação onde predominam gramíneas, pequenos arbustos e algumas palmáceas sendo vistos de forma isolada ou agrupadas.

As feições geomorfológicas identificadas no entorno da sede do município de Rorainópolis-RR, por meio de observações em campo e com o auxílio de GPS, podem ser observadas na Figura 34, tendo sido realizada uma amostragem dessas feições, com sua localização pontual.




Figura 34 - Espacialização das feições geomorfológicas - Rorainópolis/RR.



Elaborado pelo Autor (2021).

A paisagem local apresenta uma série de micro feições associadas ao ambiente granítico, com destaque para o desenvolvimento de boulders, *nubbins* e caos de blocos, também descritos por Migón (2006d), como *chaos de blocs*. Essas formas de relevo também podem ser denominadas como relevos saprolíticos, provenientes, de acordo com Twidale e Vidal Romaní (2005), de um manto de alteração, segundo o qual apresenta uma fase pedogenética quando são formados e uma outra fase morfogenética, quando ocorre a remoção e exumação do corpo granítico (Figura 35).

Figura 35 - Micro formas do tipo boulders (A), nubbins (B) e caos de blocos (C) - Rorainópolis/RR

 <p>A</p>	<p>Tipo: Boulders</p> <p>Localização: Coordenadas: 1° 07' 25,3" N e 60° 23' 55,86" W.</p> <p>Altitude: 55m</p> <p>Relevo: plano</p> <p>Vegetação: arbustiva</p>
 <p>B</p>	<p>Tipo: Nubbins</p> <p>Localização: Coordenadas: 00° 57' 9,20" N e 60° 23' 55,86" W.</p> <p>Altitude: 68m</p> <p>Relevo: plano</p> <p>Vegetação: gramíneas</p>
 <p>C</p>	<p>Tipo: Caos de blocos</p> <p>Localização: Coordenadas: 00° 59' 24,52" N e 60° 24' 18,40" W.</p> <p>Altitude: 79m</p> <p>Relevo: inclinado</p> <p>Vegetação: gramíneas</p>

Do Autor (2021).

5.2 TIPOLOGIA E CARACTERÍSTICAS DAS FEIÇÕES GEOMORFOLÓGICAS

As feições geomorfológicas encontradas na área estudada se apresentam na forma de boulders, *nubbins* e caos de blocos, segundo descrição abaixo, as quais quebram, por vezes, a monotonia e se destacam na paisagem predominantemente plana da região.

5.2.1 Boulders

Os boulders são as feições geomorfológicas mais comuns na paisagem, sendo encontrados isolados ou agrupados. Essas feições representativas do granito são amplamente visualizadas na área de estudo e se caracterizam por compartimentos rochosos mais resistentes e tiveram o manto de intemperismo removido. Esses blocos graníticos ocorrem de forma adjacente um dos outros e apresentam uma grande variedade de tamanhos e formas, determinados pelo espaçamento das fraturas.

São feições mais arredondadas cujo grau de arredondamento está condicionado à duração e à intensidade do intemperismo na sub-superfície, além das características da rocha e das condições climáticas a que foram submetidos após serem expostos na superfície.

As características mineralógicas das feições geomorfológicas moldadas no granito estudadas são descritas a partir do trabalho de Rocha (2019), no qual faz uma análise dos dados geológicos nos modelados de relevo granítico, na Suíte Martins Pereira, região sudeste de Rorainópolis-RR, importante para o desenvolvimento desta pesquisa, sobretudo na identificação das diversas variedades de rochas graníticas e diferentes composições químicas.

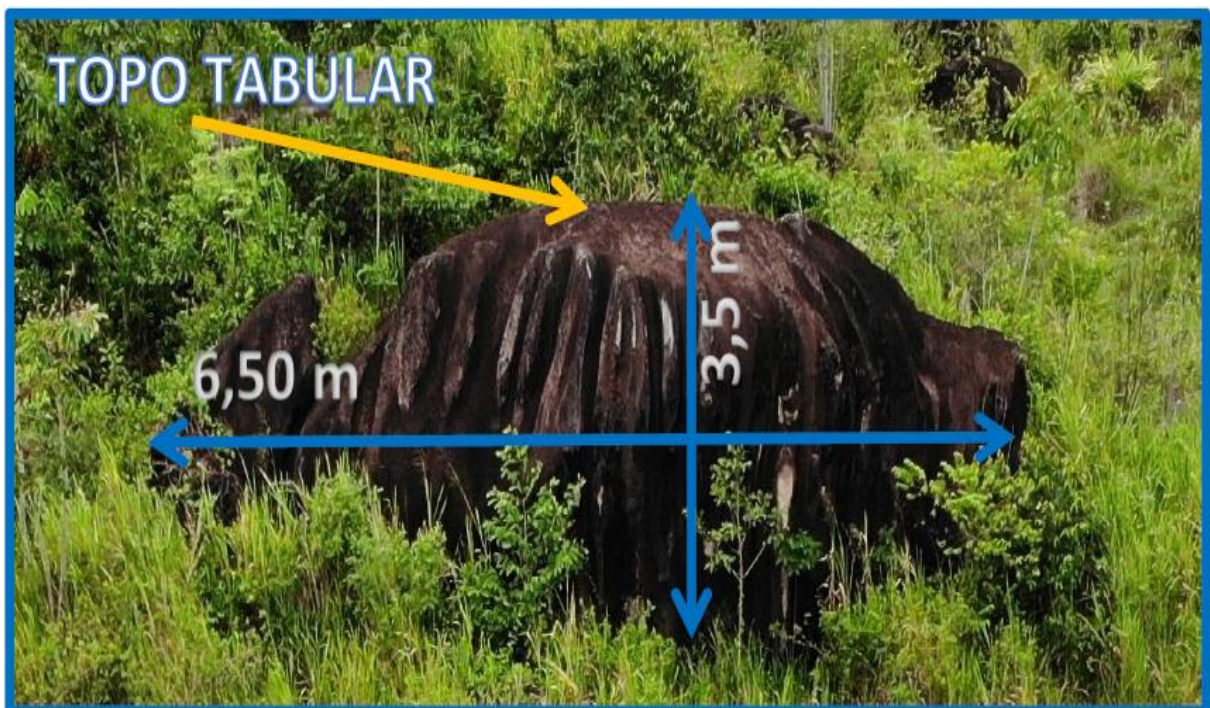
Essas características são importantes, tendo em vista que, juntamente com as oscilações climáticas e ações do intemperismo, interferem nas formas de desenvolvimento das feições geomorfológicas bem como no seu processo evolutivo.

Desta forma, verifica-se que as feições rochosas que sustentam o relevo moldado no granito na área de estudo apresentam variações quanto a textura, matriz, granulação e cor. De acordo com Rocha (2019), as rochas mais comuns apresentam texturas porfíricas e félsicas, matriz fanerítica, granulação média e cores cinzas esbranquiçadas.

As feições geomorfológicas identificadas em Rorainópolis-RR apresentam, também, variações na sua composição, com destaque para a ocorrência de k-feldspato, quartzo, plagioclásio e biotita, o que influencia na denominação das rochas mais comuns na área estudada (Biotita-monzogranito e Biotita-sienogranito) (ROCHA, 2019).

Na paisagem estudada, verifica-se a ocorrência de blocos graníticos que variam entre 12 (doze) a 18 (dezoito) metros de comprimento e 4 (quatro) a 9 (nove) metros de altura. Esses grandes blocos apresentam topo plano e paredes íngremes variando entre 75° a 90° de declividade (Figura 36).

Figura 36 - Feição geomorfológica do tipo boulder - Rorainópolis/RR.



Do Autor (2021).

Observa-se também a ocorrência de pequenos e médios blocos variando de 20 (vinte) a 60 (sessenta) centímetros de comprimento por 30 (trinta) centímetros a 2 (dois) metros de altura. Os pequenos e médios blocos apresentam, geralmente, formato mais arredondado e topo convexo e são mais propensos aos processos de escamamento, fraturas e esfoliação esferoidal (Figura 37).

Figura 37 - Feições geomorfológicas do tipo boulder (A), com destaque para a ocorrência de escamamento (B) e esfoliação esférica (C) - Rorainópolis/RR.

 <p>A</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Bloco granítico do tipo boulder de pequeno porte. ✓ Formato arredondado. ✓ 75cm x 50cm.
 <p>B</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Bloco granítico do tipo boulder. ✓ Sofrendo fratura e escamamento.
 <p>C</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Bloco granítico do tipo boulder. ✓ Sofrendo esfoliação esférica.

Do Autor (2021).

5.2.2 Nubbins

Já os blocos graníticos do tipo *nubbins* se apresentam na paisagem em menor número e diferentemente dos boulders são caracterizados por apresentarem formas mais angulares, embora tenham a mesma origem na sub-superfície. Essas feições se encontram de forma desorganizada na paisagem, em função da sua remoção pela gravidade e têm sua evolução favorecida pelo alto grau de intemperismo nas regiões de clima quente e úmido (Figura 38).

Figura 38 - Feições geomorfológicas do tipo Nubbins (A e B) - Rorainópolis/RR.

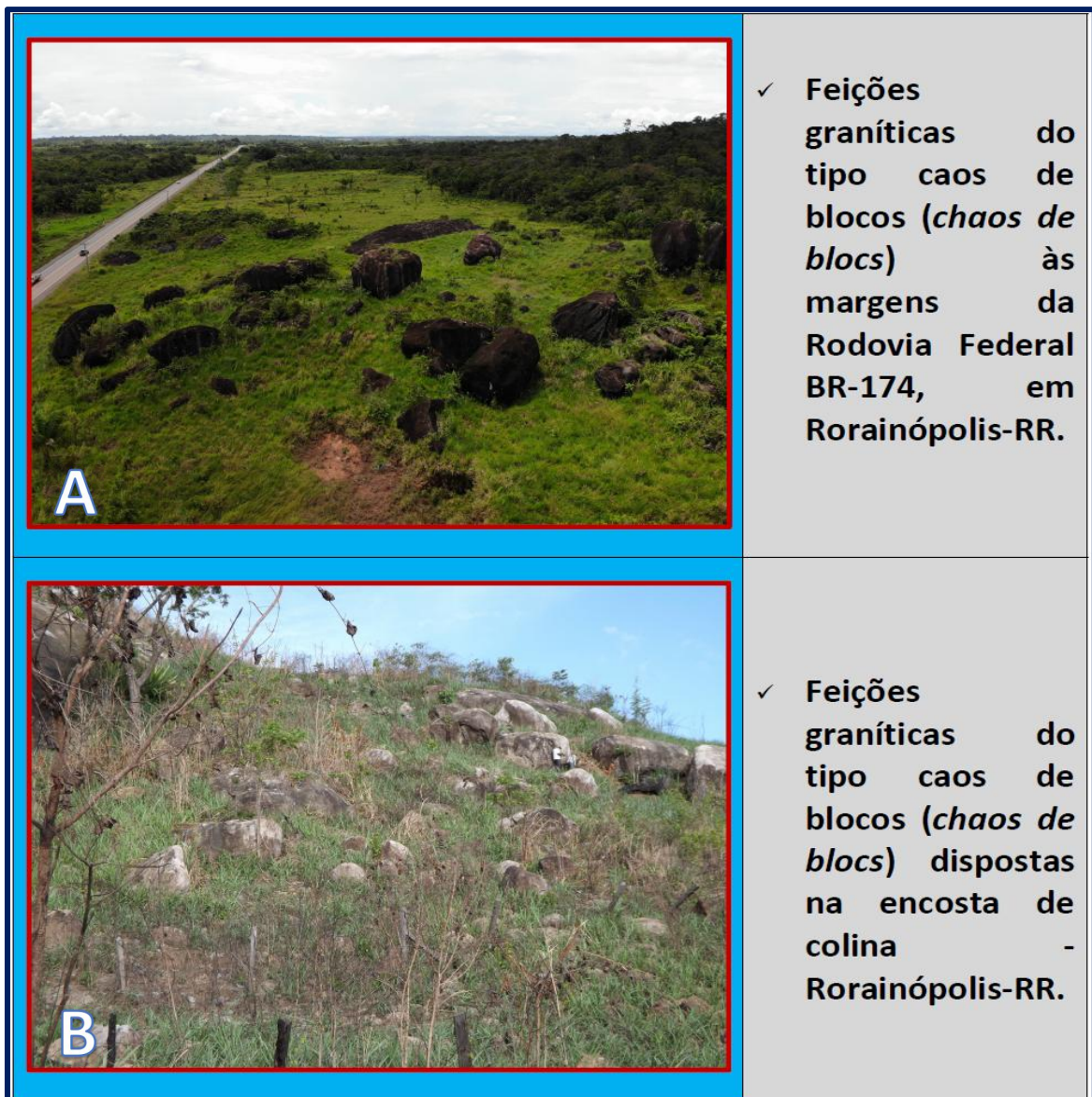


Do Autor (2021).

5.2.3 Caos de blocos/Chaos de blocs

No que diz respeito aos caos de blocos (*chaos de blocs*) observados na paisagem, estes recobrem a superfície do terreno, não apresentando grandes espalhamentos entre si. São constituídos por núcleos de rocha resistentes ao processo de meteorização no interior do manto de intemperismo que foram deslocados, pela vertente, pela ação da gravidade. Desta forma, os caos de blocos são observados tanto nas vertentes das colinas quanto na sua base, em tamanhos e formas variados (Figura 39).

Figura 39 - Feições geomorfológicas do tipo caos de blocos (*chaos de blocs*) (A) e (B) - Rorainópolis/RR.



Do Autor (2021).

5.2.1 Micro formas associadas com blocos graníticos

Além da diversidade de formas e tamanhos, observa-se que as feições geomorfológicas estudadas desenvolvem micro feições em função de sua exposição ao intemperismo químico e físico. São micro feições ou micro formas de meteorização/dissolução devido ao intemperismo químico e de fraturamento, em função da exposição ao intemperismo físico.

Dentre as micro formas de meteorização/dissolução, as mais comuns na área de estudo são as *karren* ou caneluras e as *gnammas*, também conhecidas por *weathering pits* ou bacias de dissolução. Além dessas, são observadas também micro formas do tipo marmita, tafoni e *flared slop*.

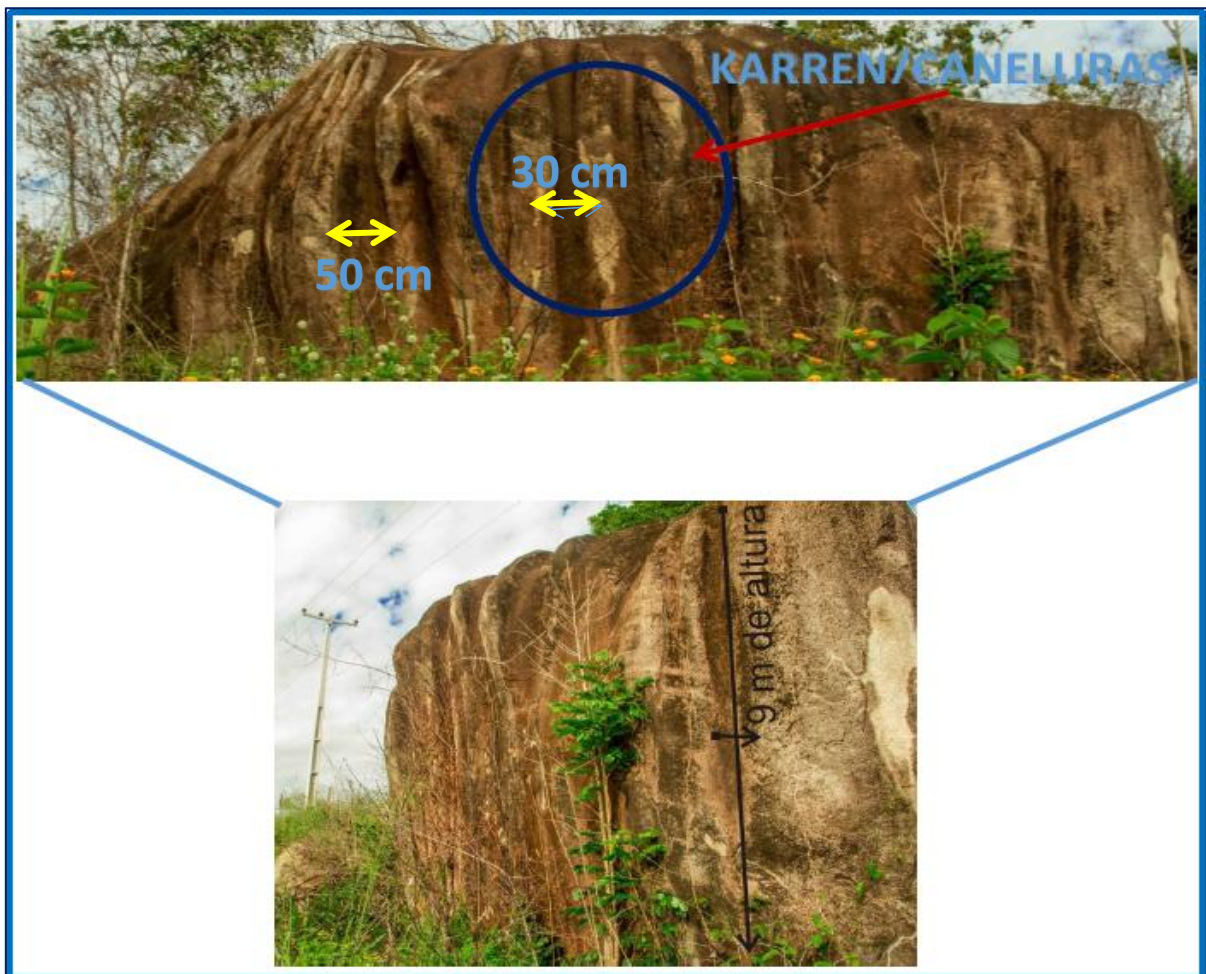
5.2.1.1 Karren/Caneluras

As *karren* ou caneluras observadas nos granitos em Rorainópolis ocorrem na forma de sulcos de corrosão, paralelos nas paredes íngremes dos blocos e atuam na dispersão das águas da chuva. Esses sulcos têm largura e comprimento variáveis em função do tempo de exposição ao intemperismo químico e também da altura do bloco granítico.

Essas micro feições são mais comuns em ambientes cársticos onde as características peculiares do calcário permitem o desenvolvimento de sulcos mais rasos, menos espaçados e em diferentes posições no bloco rochoso, exemplo do que ocorre no sertão do Ceará, no entanto são encontrados registros em diferentes ambientes, como é o caso de Rorainópolis-RR.

Em Rorainópolis, onde predomina o ambiente granítico, as *karren* se desenvolvem nas paredes íngremes dos blocos, apresentando-se de forma paralela do topo à base, com 30 centímetros a 50 centímetros de largura e de 3 metros a 9 metros de altura, dependendo do tamanho do bloco granítico em que se desenvolve. (Figura 40).

Figura 40 – Micro formas do tipo Karren/Caneluras desenvolvidas em boulder - Rorainópolis/RR.



Do Autor (2021).

A ação continuada do intemperismo químico provoca o alargamento e o aprofundamento desses sulcos, contribuindo para a aceleração do processo de divisão dos blocos graníticos.

5.2.1.2 Bacias de dissolução/weathering pits

As bacias de dissolução (weathering pits) são depressões de intemperismo, caracterizando-se como cavidades na superfície da rocha produzida por intemperismo químico geralmente nas superfícies planas dos blocos graníticos. Têm origem a partir da estagnação da água, facilitada pela ocorrência de

pequenos enclaves em seu estágio inicial. Já em estágios mais avançados elas apresentam formato côncavo com perfil esférico ou ovulado.

Em Rorainópolis-RR, observa-se a ocorrência de blocos graníticos que apresentam uma diversificada gama de bacias de dissolução em diversos estágios e tamanhos. Algumas bacias apresentam algum tipo de vegetação e são isoladas enquanto outras bacias estão interconectadas o que poderá evoluir para a formação de karrens ou canelura (Figura 41).

Figura 41 – Micro formas do tipo Bacias de Dissolução desenvolvidas em boulder - Rorainópolis/RR.



Do Autor (2021).

5.2.1.3 Marmita

Na área de estudo verifica-se também a ocorrência de marmitas, uma outra micro forma, que embora se assemelhe às bacias de dissolução, tem origem e características diferentes. Enquanto as bacias de dissolução se localizam em superfícies planas e se caracterizam por reter água no seu interior, as marmitas ocorrem nas laterais dos blocos graníticos podendo, em alguns casos, ser encontrada vegetação em seu interior (Figura 42).

Figura 42 – Micro forma do tipo Marmita desenvolvida em boulder - Rorainópolis/RR.



Do Autor (2021).

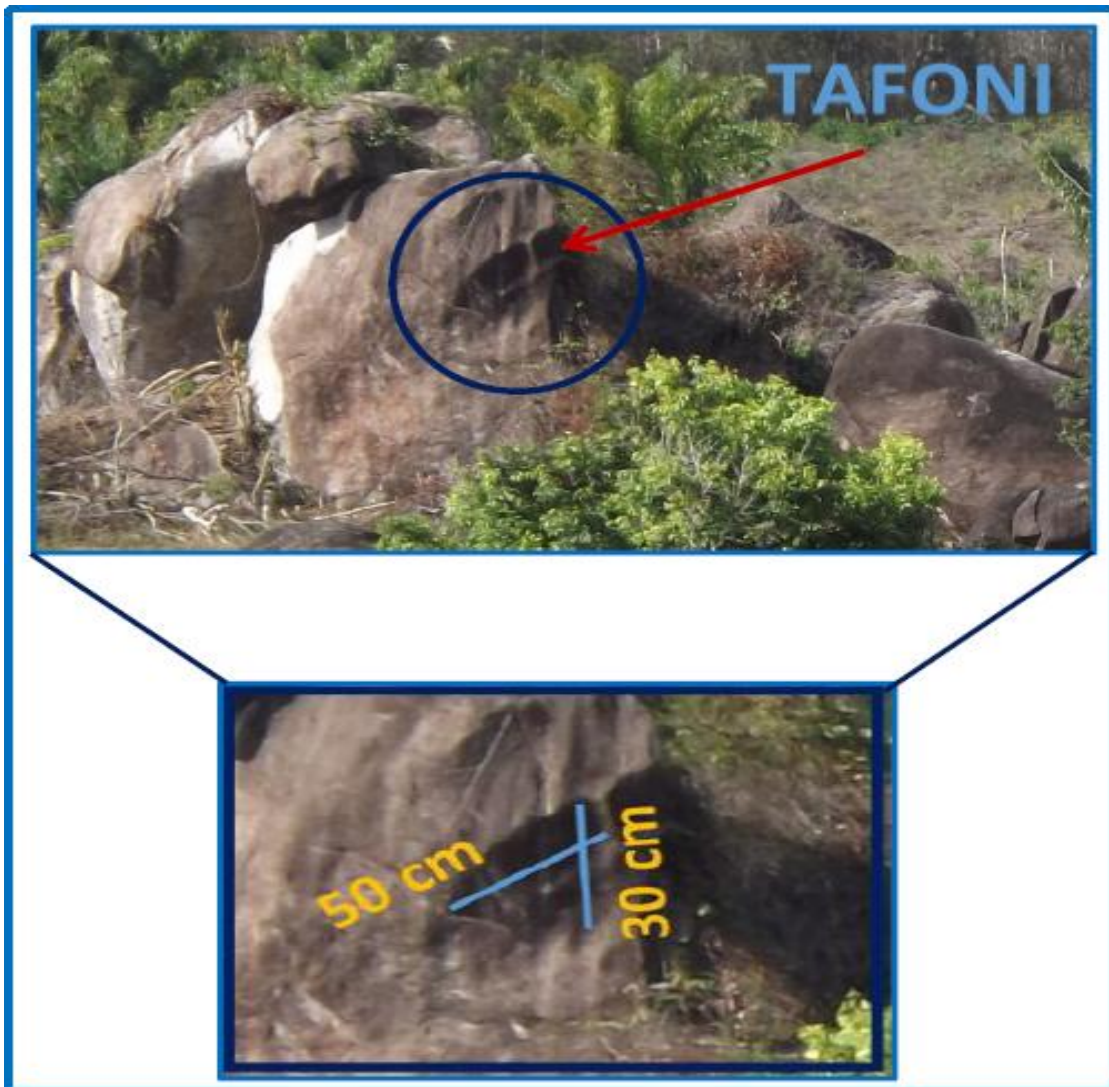
Outras micro formas de dissolução foram encontradas nos boulders no município de Rorainópolis-RR, porém em menor incidência, como os tafoni e as flared slopes.

5.2.1.4 Tafoni

Os tafonis são formas originadas pelo intemperismo de caverna com entrada em forma de arco. Podem ocorrer na base do bloco granítico (tafoni basal) ou nas encostas ígremes (tafoni lateral), como os encontrados em Rorainópolis-RR. Os tafoni encontrados na região tendem a ter seu desenvolvimento a partir da exposição da feição granítica, tendo em vista as características mineralógicas e estruturais da rocha, assim como as condições climáticas as quais foram submetidas.

Estudos apontam que essas micro feições ocorrem em todas as zonas morfoclimáticas da Terra, porém são mais comuns em ambientes áridos e menos favorecidas em ambientes de clima quente e úmido, o que pode explicar a pouca incidência desse tipo de micro feição em Rorainópolis-RR. Os tafoni observados na área estudada se apresentam como cavidades desenvolvidas nas laterais dos blocos graníticos com até 50 centímetros de largura e 30 centímetros de altura (Figura 43).

Figura 43 – Micro formas do tipo Tafoni desenvolvidas em boulder - Rorainópolis/RR.



Do Autor (2021).

5.2.1.5 Flared Slope

A *flared slope* encontrada nos boulders em Rorainópolis-RR, se apresenta como uma concavidade surgida em zona basal na inclinação do bloco granítico, na base de sua escarpa. Observa-se que a flared slope ocorre na parte central do boulder e se prolonga lateralmente por todo o corpo granítico (Figura 44).

Figura 44 – Micro forma do tipo Flared Slope desenvolvida em boulder - Rorainópolis/RR.



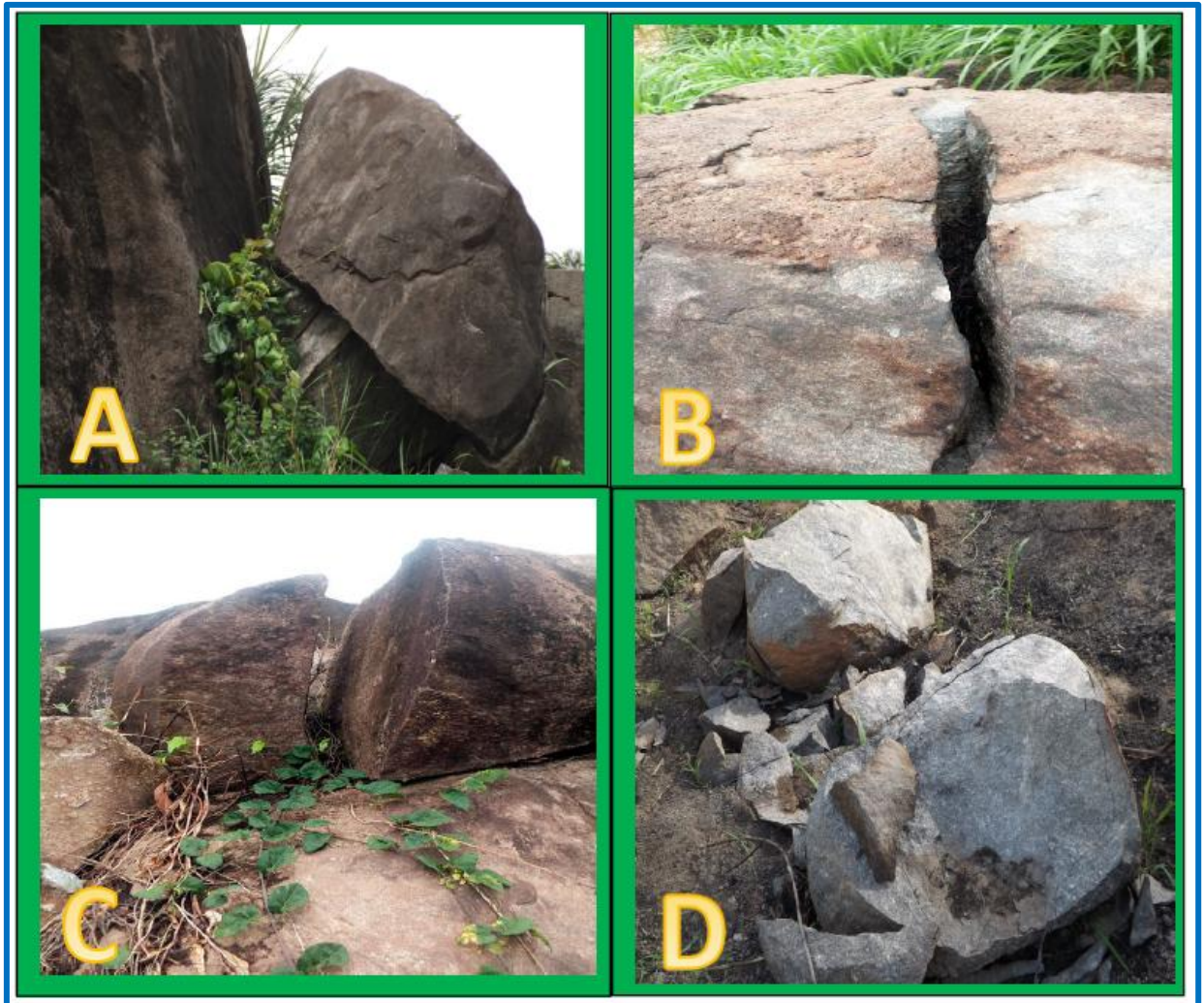
Do Autor (2021).

5.2.1.5 Split Rock

No que diz respeito às micro formas de fraturamento, as mais comuns na área de estudo são os split rock. Estes se caracterizam pela divisão da rocha ao longo das fraturas verticais, levando à destruição do boulder.

Essa divisão pode ser entendida como uma resposta à distribuição do stress sofrido pelo peso da própria rocha ao longo de uma fratura pré-existente podendo, ainda, ter relação com as condições ambientais, como as oscilações climáticas ao longo do tempo. Neste caso, como resultado do desenvolvimento dessas fraturas, muitos boulders são divididos em duas partes ou mais, até serem completamente destruídos (Figura 45).

Figura 45 – Micro formas do tipo Split Rock desenvolvidas em boulders - Rorainópolis/RR.



Do Autor (2021).

5.3 PROCESSOS EVOLUTIVOS DAS FEIÇÕES GEOMORFOLÓGICAS NA PAISAGEM DE RORAINÓPOLIS-RR

Os processos de evolução da paisagem de boulders de Rorainópolis são entendidos a partir da observação de fatores tais como as características geológicas, o clima e ação da tectônica.

Especificamente neste trabalho, as discussões acerca do processo evolutivo das feições geomorfológicas identificadas em Rorainópolis são concentradas a partir do afloramento dos blocos graníticos na superfície, levando-se em consideração, porém, sua formação ainda na sub-superfície amparada pela literatura destacada na fundamentação teórica.

Rorainópolis está inserido no domínio litoestrutural Anauá-Jatapú, compreendido por um conjunto de rochas graníticas, composto pelo Granito Serra Dourada, Suite Martins Pereira, Suites Igarapé Azul e Água Branca. Essas suítes graníticas são ricas em diversidade sendo comuns nessa região, a ocorrência de granodioritos, dioritos, quartzo-monzodioritos, biotita, entre outros. Essa área passou, ao longo do tempo geológico, por oscilações climáticas e esforços tectônicos e essas alternâncias entre climas seco e úmido, associadas à ação tectônica proporcionaram uma paisagem com cenários diferenciados.

A gênese e evolução das feições graníticas do tipo boulders em Rorainópolis evidenciam, também, a ocorrência de processos temporais, assim como ocorre com os demais tipos de relevo. Os modelos de Evolução da paisagem, como o Modelo da Exchplanação, de J. Budell podem explicar os processos de formação e evolução dos boulders em Rorainópolis, com a provável ocorrência de um duplo aplainamento, levando-se em consideração, também, os processos intempéricos a que foram submetidos ao longo tempo, tanto na superfície quanto em profundidade.

Esse modelo de evolução da paisagem concentra a grande maioria das discussões relacionadas à gênese das paisagens graníticas em clima seco, onde a evolução do modelado terrestre deriva de diferentes situações paleoclimáticas e estruturais e levando-se em consideração não apenas a dinâmica climática atual mas também a noção de poligenia, relacionando-se a um ciclo de etchplanação-pediplanação.

Durante os períodos úmidos ocorreria o aprofundamento e diferenciação do manto de intemperismo, e no interior deste as consequentes transformações mineralógicas e estruturais, viabilizando o desenvolvimento das feições graníticas epigênicas, enquanto, que nos períodos secos ocorreria a retração da vegetação e consequente ação dos processos erosivos com maior intensidade, promovendo a remoção do manto de alteração e a exposição dos relevos saprolíticos, quando se inicia os estágios de evolução na superfície.

Nesta pesquisa, o processo evolutivo da paisagem de boulders em Rorainópolis é explicado, inicialmente, pela observação empírica e análise de imagens obtidas durante as atividades de campo, o que possibilitou, em seguida, a elaboração de um diagrama em que se propõe um provável modelo de evolução da paisagem granítica local.

Desta forma, em um primeiro estágio, observa-se a ocorrência da cúpula do bloco granítico no início da retirada do manto de intemperismo e sua exposição na superfície. Nesse estágio, a parte superior do boulder, já exposta, sofre a ação do intemperismo químico e físico apresentando diversas fraturas e escamamento. Observa-se que as fraturas agem como pequenos enclaves favorecendo o acúmulo de água e a ação do intemperismo químico, além de possibilitar a ocorrência de vegetação variada, tais como cactos e bromélias (Figuras 46A e 47A).

Em um segundo estágio, o bloco granítico se apresenta totalmente exposto, após o manto de intemperismo ter sido completamente removido. Desta forma, os boulders passam a sofrer com maior intensidade as ações do intemperismo químico, com o desenvolvimento de micro formas tais como bacias de dissolução, caneluras e tafonis e do intemperismo físico onde se desenvolvem micro formas do tipo split rock (Figuras 46B e 47B).

Neste modelo, sugere-se que em um terceiro estágio, o desenvolvimento dessas micro formas aceleram o processo de divisão dos blocos os quais se apresentam cada vez menores e, em alguns casos, com pouco espaçamento entre si. Nesse estágio, observa-se a incidência de fraturas (resultando em formas mais pontiagudas e angulares) e escamamento/esfoliação esferoidal (resultando em formas mais arredondadas) (Figuras 46C e 47C).

Ações mais fortes do intemperismo sobre os pequenos blocos graníticos fazem com que em um quarto estágio, estes se apresentem já dispersos e quase imperceptíveis na paisagem. Na área estudada, observa-se que em alguns casos

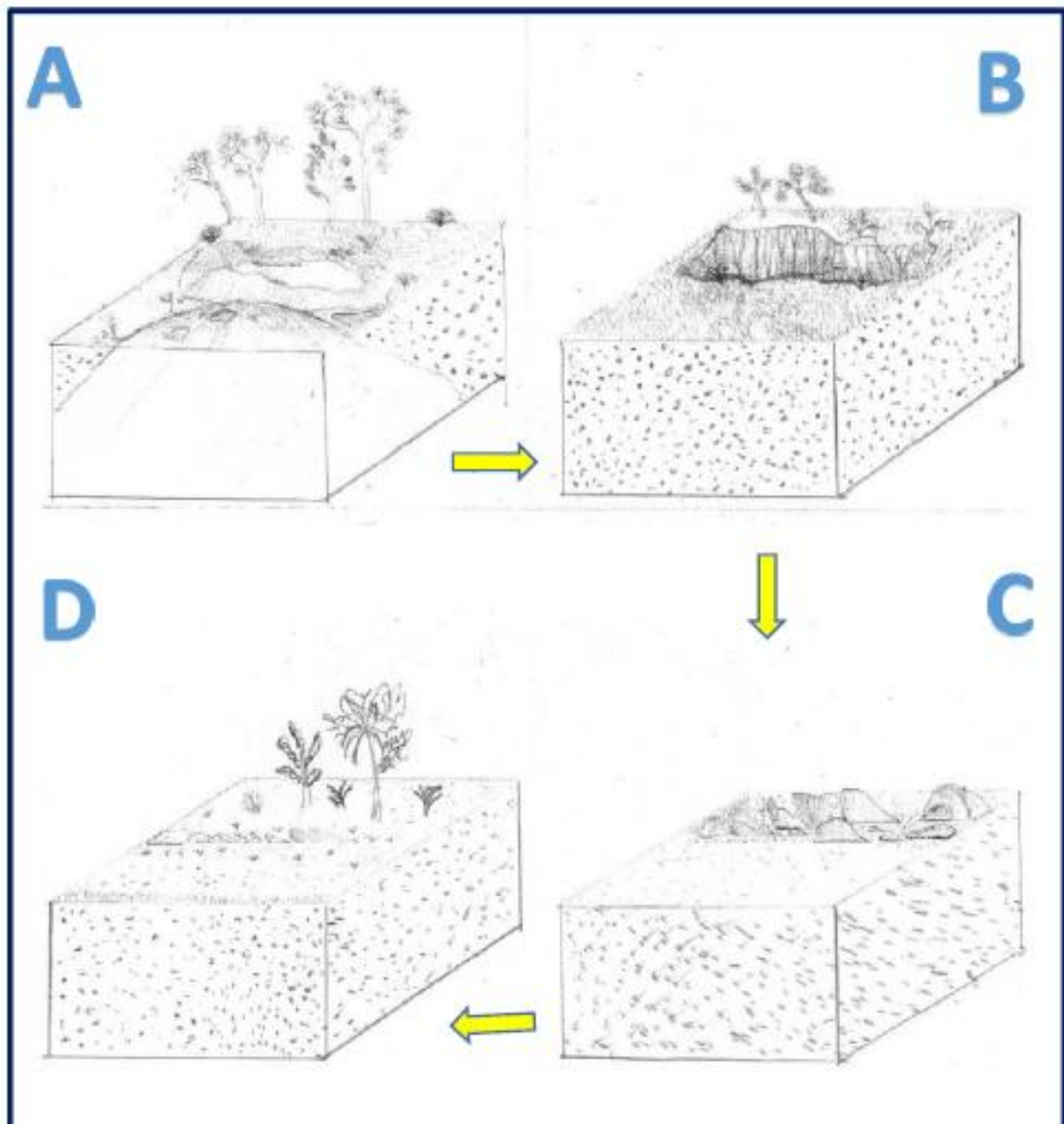
esses pequenos blocos foram transportados para as partes mais baixas se concentrando, por exemplo, nas margens da rodovia BR-174. Em outros casos, a destruição total dos blocos graníticos são visíveis na forma de grandes lajedos arrasados (Figura 46D e 47D).

Figura 46 – Evolução do relevo granítico, a partir da observação empírica - Rorainópolis/RR.



Do Autor (2021).

Figura 47 – Proposta de Modelo da evolução do relevo granítico - Rorainópolis/RR.



Elaborado pelo Autor (2021).

Desta forma, destaca-se que nesta pesquisa, o modelo de evolução da paisagem granítica em Rorainópolis é uma proposta a partir da observação e análise das feições encontradas naquela área, as quais se apresentam em estágios diferenciados, não descartando porém, a possibilidade da ocorrência de outros processos e a formulação de novos modelos de evolução.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A área de estudo exhibe diferentes feições geomorfológicas formadas, sobretudo, por rochas graníticas como os *boulders*, *nubbins* e caos de blocos. Essas feições têm origem a partir de um manto de alteração, o qual apresenta duas fases: a primeira fase (pedogenética), relacionada à sua gênese, ainda na sub-superfície e a segunda fase (morfogenética), quando ocorre a exumação do corpo granítico e sua exposição na superfície.

Essas feições se destacam na paisagem plana que predomina na área de estudo, a qual apresenta uma vasta variedade de rochas graníticas cuja gênese e evolução são proporcionadas por um conjunto de fatores que se inter-relacionam. Assim, os resultados mostram que a ação da tectônica, as características litológicas e os fatores climáticos são fundamentais na compreensão da evolução geomorfológica da área de estudo.

A área estudada apresenta, também, uma grande variedade de micro feições relacionadas ao granito, tais como as *karren/caneluras*, *gnammas (bacias de dissolução)*, *marmitas tafonis*, *flared slop* e *split rock*. O desenvolvimento dessas micro feições está diretamente ligada aos processos de intemperismo a que as rochas graníticas são submetidas quando afloram à superfície, muito embora, em alguns casos, apresentem sua origem ainda sob o manto de alteração.

As características litológicas verificadas na área de estudo, com grande variações na composição do granito favorecem a formação e o desenvolvimento em maior quantidade, das *karren/caneluras* e *gnammas/bacias de dissolução*, resultado de processos de intemperismo químico e também das micro feições do tipo *split rock* (fraturas), em função da ação do intemperismo físico.

Essas micro feições colaboram no processo evolutivo da paisagem local, favorecendo a destruição dos grandes blocos graníticos, os quais vão desaparecendo e se incorporando à planura da região, ao passo que outros blocos vão sendo expostos na superfície, dando continuidade ao dinâmico ciclo de desenvolvimento do relevo.

Observa-se, desta forma, que as teorias de evolução do relevo são importantes para a compreensão dos processos relacionados ao ambiente granítico, como é o caso de Rorainópolis-RR, as quais buscam explicar a origem e a evolução deste e de outros tipos de paisagens, a exemplo da teoria da

Etchplanação. Esse modelo pode ser aplicado à análise dos processos evolutivos da paisagem de Rorainópolis-RR, considerando a ocorrência, na área em questão, de grandes variações climáticas ao longo do tempo.

Desta forma, durante os períodos úmidos teria ocorrido o aprofundamento do manto de intemperismo, e no interior deste as consequentes transformações mineralógicas e estruturais viabilizando, assim, o desenvolvimento das feições graníticas epigênicas. Por outro lado, durante os períodos secos, essa paisagem teria passado pela retração da vegetação, favorecendo a ocorrência de processos erosivos mais severos, promovendo a remoção do manto de alteração e a exposição das feições graníticas.

Esse possível modelo para a evolução da paisagem em Rorainópolis-RR, é apenas uma pequena parte nas discussões a respeito da gênese e da evolução da paisagem moldada no granito. Assim como em outros tipos de relevo, essas discussões foram e ainda são objeto de amplos estudos realizados por consagrados pesquisadores dos mais diversos campos da ciência, não havendo, entretanto, um consenso a respeito, o que demonstra a complexidade do tema.

Desta forma, esta pesquisa está longe de pretender colocar um ponto final nessas discussões nem tampouco esgotar os estudos a respeito do tema, mas sim, servir como subsídio a outros estudos, que possam buscar um maior aprofundamento nas questões relacionados aos ambientes graníticos, contribuindo, de alguma maneira, para o crescimento da produção científica na região norte do Brasil, sobretudo na Amazônia Brasileira e no estado de Roraima.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, A. N. **Relevos graníticos como proposta de geoconservação no Município de Brejo da Madre de Deus - Pernambuco**. 2020. 165 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Programa de Pós-graduação em Geografia do Centro de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2020.
- ALMEIDA, M. E.; MACAMBIRA, M. J. B.; FARIA, M. S. G.; A granitogênese paleopretorozóica do sul de Roraima. In: **Anais... CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOMORFOLOGIA**, 41, 2002, João Pessoa. SGB, 2002, p. 434.
- ANA, **Bacias hidrográficas 2011**. Disponível em: <<http://www.ana.gov.br/>>. Acesso em: 27 Out 2020.
- _____. **Séries Históricas de Estações**. Disponível em: <http://www.snirh.gov.br/hidroweb/publico/medicoes_historicas_abas.jsf>. Acesso em: 10 Nov 2020.
- BARBOSA, L. G; GONÇALVES, D. L. A paisagem em geografia:diferentes escolas e abordagens. **Élisée, Rev. Geo.** UEG – Anápolis, v.3, n.2, p.92-110, jul./dez. 2014.
- BERTOLINI, W. Z.; VALADÃO, R. C. A abordagem do Relevo pela Geografia: uma análise a partir dos livros didáticos. **Terra e didática**. {S. I.} v. 5, n. 1, p. 27-41, 2009.
- BESSE, J. M. **Ver a Terra. Seis ensaios sobre paisagem e Geografia**. São Paulo: Editora Perspectiva, 2006, 185p.
- BERTALANFFY, L. V. **Teoria Geral dos Sistemas: fundamentos, desenvolvimento e aplicações**. 6. Ed. Petrópolis, RJ: Editora Vozes, 2012, 372p.
- BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global – esboço metodológico. In: **Cadernos de Ciências da Terra**. São Paulo: USP/IG, n. 13. p. 35-39, 1971.
- 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, p. 168-192. 2008.
- BIGARELLA, J. J. **Estrutura e Origem das Paisagens Tropicais**. Vol.3. Florianópolis: Ed. UFSC, 2003, 415p.
- BIGARELLA, J. J.; BECKER, R. D.; SANTOS, G. F. **Estrutura e Origem das Paisagens Tropicais e Subtropicais**. 2. ed. Florianópolis: UFSC, 2009. v. 1. 425p.
- CAMPBELL, E. M. Granite landform. **Journal of the Royal Society of Western Australia**, v. 80, n. 3, p. 101-112, sept., 1997.
- CASSETI, V. **Introdução a Geomorfologia**, 2005, disponível em <<https://geomorfologia.files.wordpress.com/2011/03/v-casseti.pdf>>. Acesso em 10 Out 2020.

CAVALCANTI, L. S. **Geografia, escola e construção de conhecimento**. Campinas: Papirus. 1998, 178p.

CORRÊA, R. L.; ROSENDAHL, Z. (Org). **Paisagem, Tempo e Cultura**. Rio de Janeiro: Editora UERJ, 1998.

CORRÊA, R. L. Espaço, um conceito-chave da geografia. In: CASTRO, I. E.; GOMES, P. C. C.; CORRÊA, R. L. (Org.). **Geografia conceitos e temas**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008, p 15-47.

CLAVAL, P. **A geografia cultural**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1999, 168p.

CHAVES, P. S. Na improved dark-object subtraction technique for atmospheric scattering correction of multispectral data. **Remote Sensing of Environment**. 1988, p 459-479.

CHRISTOPHERSON, R. W. **Geossistemas: uma introdução à geografia física**. 7ª Ed. Editora Bookman, 2012, 318p.

CPRM - COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. **Serviço Geológico do Brasil Roraima Central**. Folha NA.20-X/NA.21-V, Roraima, Manaus:CPRM,1999.

_____. **Geodiversidade do Estado de Roraima**. Holanda, J. L. R; Marmos, J. L; Mancini, M. A. (org), Roraima, Manaus:CPRM,2014.

FLORENZANO, T. G. Introdução à geomorfologia. FLORENZANO, T. G. (Org.). In: **Conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo:oficinas de textos, 2008, p. 27-38.

FRANCO, E.M.S.; DEL'ARCO, J.O.; RIVETTI, M. Folha NB.20 Roraima. **Projeto RADAMBRASIL**. Geomorfologia. Rio de Janeiro. DNMP. p.139 - 180, 1975.

GOUDIE, A. S. **Encyclopedia of Geomorphology**. Londres: Taylor & Francis, 2004. 1200 p.

GOUDIE, A. S. Honeycomb weathering. In: **Encyclopedia of geomorphology**. Londres: Taylor & Francis, 2006. p. 530.

GOMES, P. C. C. Um lugar para a geografia: contra o simples, o banal e o doutrinário. In: MENDONÇA, F; SAHR, CECILIAN, L., SILVA, M. (org.). **Espaço e Tempo: complexidade e desafios do pensar e do fazer Geográfico**. Curitiba: ADEMADAN, 2009, p. 125-131.

GURTLER, S.; EPIPHANIO, J. C. N.; LUIZ, A. J. B.; FORMAGGIO, A. R. **Planilha Eletrônica Para Cálculo da Reflectância em Imagens TM e ETM + Landsat**. São Paulo, 2005. 06 p.

GUERRA, A. T.; GUERRA, A. J. T. **Novo dicionário geológico-geomorfológico**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006, 305p.

HUGGETT, R. J. **Fundamentals of geomorphology**. 2. ed. Londres: Taylor & Francis, 2007. 483 p.

IBGE. **Manual Técnico de Geomorfologia**. 2ª ed. Rio de Janeiro, 2009. 175 p.

_____. **Mapa de Solos em Nível Exploratório do Estado de Roraima**. Diretoria de Geociências – Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. 1ª Ed. Rio de Janeiro, 2005. Escala 1:1. 000.000.

_____. **Mapa Geomorfológico do Estado de Roraima**. Diretoria de Geociências – Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. 1ª Ed. Rio de Janeiro, 2005. Escala 1:1. 000.000.

_____. **Cidades (2017)** (IBGE). Território e Ambiente. Disponível em:<<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rr/rorainopolis/panorama>>. Acesso em: 10 Set. 2020.

_____. **Vegetação do Brasil (2012)**. Disponível em:<<http://www.vegetaçãodobrasil.ibge.gov.br/v4/brasil>>. Acesso em: 26 Out 2020.

_____. **Solos de Roraima (2000)**. Disponível em:<<http://www.solos.ibge.gov.br/v4/brasil>>. Acesso em: 26 Out 2020.

_____. **Manual técnico de pedologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2007. n. 4. 316 p.

IRGANG, G. V. **Elaboração da base cartográfica e mapeamento das unidades de paisagens naturais do Parque Nacional Serra da Mocidade**. ICMBIOS, 2015. 102p.

LIMA, D. L. S.; BASTOS, F. H.; MAIA, R. P. Geomorfologia Granítica do Maciço de Uruburetama, Ceará, Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. (Online), São Paulo, v.20, n.2, (Abr-Jun) p.373-395, 2019.

MAIA, R. P.; NASCIMENTO, M. A. L. Relevos Graníticos do Nordeste Brasileiro. **Revista Brasileira de Geomorfologia** (online), São Paulo, v. 19, nr 2 - 2018 (Abr-Jun), p. 373 a 389.

MAXIMIANO, L. A. Considerações sobre o conceito de paisagem. **R. RA´E GA**, Curitiba, n. 8, p. 83-91, Editora UFPR, 2004.

MARQUES, J. S. Ciência Geomorfológica. In: CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. (Org). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 10ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. p. 23-50.

MIGÓN, P. GOUDIE, A. Granite Landforms of the Central Namib. **Acta Universitatis Carolinae Geographica**, v. 35 (Supplementum), p. 17-38, 2000.

MIGÓN, P. **Granite landscapes of world**. Oxford New York, 2006.

_____. **Geomorphological landscapes of the world: granite landscapes of the world**. New York: Oxford University Press Inc., 2006a. 417 p.

MIGÓN, P.; GOUDIE, A. S. **Encyclopedia of geomorphology**. Londres: Taylor & Francis, 2006b. p. 92-93.

MIGÓN, P. Granite geomorphology. In: GOUDIE, A. S. **Encyclopedia of geomorphology**. Taylor and Francis, 2006d, Londres:p. 490-493.

MOURA, D. V.; SIMÕES, C. S. A evolução histórica do conceito de paisagem. **Rev. AMBIENTE & EDUCAÇÃO** vol. 15, 2010.

PASSOS, M. M. dos. **Biogeografia e Paisagem**. Maringá: UEM, 1998, 114p.

_____. **A raia divisória: geosistema, paisagem e eco-história**. Maringá: Eduem, 2006-2008, 121p.

PILÓ, L. Geomorfologia Cárstica. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, p. 88-102, 2000.

REIS, N. J. et. al. Geologia do estado de Roraima, Brasil. **Geology of France and surrounding áreas**, Paris, n. 2-3-4, p. 121-134, 2003.

ROCHA, E. B. **Análise de dados geológicos nos modelados de relevo de corpos graníticos da Suíte Martins Pereira, sudeste do município de Rorainópolis-RR**. 2019. 110 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geologia) - Instituto de Geociências, Departamento de Geologia, Universidade Federal de Roraima, 2019.

ROCHA, H. S.; MAIA, R. P.; OLIVEIRA, V. P. V. Patrimônio Geomorfológico da Unidade de Conservação Pedra da Andorinha, Sobral-CE. **Revista GeoUECE** (Online), v. 08, n. 14, p. 276-293, jan./jun. 2019.

RODRIGUES, W. F.; MAIA, R. P.; GOMES, D. D. M. Condicionamento Morfoestrutural do Inselberg Pedra da Andorinha, Sertão Norte do Ceará, Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. (Online), São Paulo, v.20, n.4, (Out-Dez) p.861-876, 2019.

RODRIGUES, D. D.; TAVARES JUNIOR, S. T.; BESERRA NETA. L. C. Inselbergs e Bolders Graníticos no Contexto da Paisagem do Município de Rorainópolis-RR. In: BETHONICO, M. B. M.; SOUZA, V. (Org.). **Rorainópolis: um olhar geográfico**. Boa Vista: Editora da UFRR, 2014, p. 75-82.

ROSS, J. S. Registro cartográfico dos fatos geomorfológicos e a questão da taxonomia do relevo. **Ver. Geografia**. São Paulo, IG-USP, 1992.

SILVEIRA, B. **Dicionário de Língua Portuguesa**. 2a. ed. São Paulo: FTD, 2007.R, 2014, 295p.

SUMMERFIELD, M. A. **Global Geomorphology: an introduction os study of landforms**. Essex, Lounghman Scientific & Technical, 1991. 537p.

TWIDALE, C. R. **Bornhardts, Boulder and Inselbergs**. Granite Landforms. Amsterdam: Elsevier, 1982. 372 p.

TWIDALE, C. R.; LAGEAT, Y. Climatic geomorphology: a critique. **Progress in Physical Geography**, v.18, n. 3, p. 319-334, 1994.

TWIDALE, C. R.; VIDAL ROMANÍ, J. R. **Landforms and Geology of Granite Terrains**. Boca Ratón, USA: CRC Press,2005. 362p.

VIDAL ROMANÍ, J. R. Forms and structural fabric in granite rocks. **Caderno do Laboratório Xeolóxico de Laxe**, v. 33, p. 175-198, 2008.

WILLIAMS, R.; ROBINSON, D. Origin and distribution of polygonal cracking of rock surfaces. **Geografiska Annaler**, v. 71, n. 3/4, p. 145-159, 1989.