



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

JAVIER ANTONIO CAICEDO MARQUEZ

ESTUDO DO MODELADO ATUAL DA PAISAGEM DA CIDADE DE
PACARAIMA - RR A PARTIR DA ANÁLISE DA AÇÃO ANTRÓPICA
E FEIÇÕES EROSIVAS.

Boa Vista, RR

2018

JAVIER ANTONIO CAICEDO MARQUEZ

ESTUDO DO MODELADO ATUAL DA PAISAGEM DA CIDADE DE
PACARAIMA - RR A PARTIR DA ANÁLISE DA AÇÃO ANTRÓPICA
E FEIÇÕES EROSIVAS.

Dissertação apresentada ao (PPG-GEO),
Programa de Pós-Graduação em Geografia da
Universidade Federal de Roraima, como parte
dos requisitos para obtenção do título de mestre
em Geografia. Linha de pesquisa: Dinâmica da
Paisagem Amazônica.

Orientador: prof^a. Dr^a. Luiza Câmara Beserra
Neta.

Co-orientador: prof. Dr. Stélio Soares Tavares
Júnior.

Boa Vista, RR

2018

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

C133e Caicedo Marquez, Javier Antonio.

Estudo do modelado atual da paisagem da cidade de Pacaraima-RR a partir da análise da ação antrópica e feições erosivas/ Javier Antonio Caicedo Marquez. – Boa Vista, 2018.

107 f.: il.

Orientadora: Profa. Dra. Luiza Câmara Beserra Neta.

Coorientador: Prof. Dr. Stélio Soares Tavares Júnior.

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

1 – Paisagem. 2 – Morfodinâmica. 3 – Sensoriamento remoto. 4 – Ação antrópica. 5 – Feições erosivas. I – Título. II – Beserra Neta, Luiza Câmara (orientadora). III – Tavares Júnior, Stélio Soares (coorientador).

Ficha Catalográfica elaborada pela: Bibliotecária/Documentalista:
Marcilene Feio Lima - CRB-11/507-AM

JAVIER ANTONIO CAICEDO MARQUEZ

ESTUDO DO MODELADO ATUAL DA PAISAGEM DA CIDADE DE PACARAIMA-RR
A PARTIR DA ANÁLISE DA AÇÃO ANTRÓPICA E FEIÇÕES EROSIVAS

Dissertação apresentada como pré-requisito para conclusão do Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Roraima. Linha de Pesquisa: Dinâmica da Paisagem Amazônica. Defendida em 22 de março de 2018 e avaliada pela seguinte banca:



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



Prof. Dr. Antônio Tolrino de Rezende Veras (UFRR)



Prof. Dr. Carlos Sander (UFRR)



Profa. Dra. Gladis de Fátima Nunes da Silva (UERR)

*A aqueles que me apoiaram
e me deram força nesta fase de minha vida.
Deus e meus pais.*

AGRADECIMENTOS

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

A minha família pelo apoio.

A Universidade Federal de Roraima, pela concessão da bolsa de estudo.

Ao Programa de Pós-Graduação em Geografia por me dá a oportunidade de formar parte dele como estudante.

Aos professores do Programa Pós-graduação em Geografia pelos ensinamentos, em especial a professora Dr^a Luiza Câmara Beserra Neta e o professor Dr^o Stélio Soares Tavares Júnior pelas orientações, incentivos e amizade neste tempo.

Aos meus colegas do Programa de Pós-graduação em Geografia Evelise, Dani, Rhaina, Edna, Apoliana, Adones, Kelson e Jefferson pela convivência e trocas de ideias que nos permitiram momentos agradáveis

Em geral ao todo o povo brasileiro que fez desta experiência, única, muito obrigado.

Tudo aquilo que o homem ignora não existe para ele.
Por isso o universo de cada um se resume ao tamanho do seu saber.
(Albert Einstein)

RESUMO

A paisagem da área urbana da cidade de Pacaraima e seu entorno, localizada sobre a Serra Pacaraima, apresenta grande diversidade de feições geomorfológicas formadas por serras com patamares em cristas estruturadas, morros e colinas com vales abertos onde se localizam pequenas planícies intramontanas. Esta configuração singular da paisagem vem sendo apropriada pelo homem que, ao modificar o modelado natural do relevo, altera o equilíbrio natural do ambiente interferindo nos processos morfodinâmicos. Assim, esta pesquisa tem como principal objetivo estudar o modelado da paisagem atual da cidade de Pacaraima/RR a partir da análise da ação antrópica e das feições erosivas. Como auxílio na análise da paisagem utilizou-se técnicas fotointerpretativas em imagens de sensoriamento remoto que permitiram elaborar modelos digitais do terreno (altimetria e declividade) e perfis topográficos para a caracterização das formas do relevo. Utilizou-se como abordagem metodológica a pesquisa bibliográfica e de campo. As atividades em campo, baseadas na observação empírica, foram realizadas com intuito de: caracterizar morfologicamente (morfografia e morfometria) as formas do relevo; identificar intervenções antropogênicas que modificam a morfologia natural do relevo; e identificar e caracterizar as feições erosivas localizadas na cidade de Pacaraima. Assim, os compartimentos geomorfológicos são estabelecidos por superfícies que podem atingir 1.000 metros, a exemplo do morro residual do Elefante, na zona Norte da cidade. As cotas mais baixas foram identificadas a nordeste, no bairro da Balança, com altitude que atinge os 900 metros. Quanto à declividade, observou-se que a mancha urbana de Pacaraima já ocupou as áreas dos relevos de baixa declividade (de planos a suavemente ondulados) e, atualmente, áreas de maior declividade (de ondulado a forte ondulado) vem sendo alvo de ocupações irregulares. Tal fato obriga a execução de terraplanagens e cortes nas vertentes a fim de transformar esses relevos com fortes declives em áreas para ocupação, promovendo, assim, o assoreamento dos cursos, formação de sulco e ravinas que podem evoluir a voçorocas. Foi possível verificar danos ambientais, como voçorocas, que resultam em perda de área utilizável (7.000 m^2) e perda de solo (35.000 m^3).

Palavras-chave: Paisagem. Morfodinâmica. Sensoriamento Remoto. Ação antrópica. Feições erosivas.

ABSTRACT

The landscape of the urban area of the city of Pacaraima and surroundings located on the Pacaraima sierra, presents a great diversity of geomorphological features formed by hills with levels in structured crests, hills and hills with open valleys where small plains are located intermontane. This singular configuration of the Landscape has been appropriated by men, who by modifying the natural geomorphology of the relief changes the natural balance of the environment, interfering in the morphodynamic processes. Thus, this research has as main objective, to analyze the modeling of the current landscape of the city from the analysis of the anthropic action and the erosive features. As a help in landscape analysis, photo interpretative techniques were used in remote sensing images, which allowed the development of digital terrain models (altimetry and slope) and topographic profiles for the characterization of relief forms. The bibliographical and field research was used as a methodological approach. Field activities, based on empirical observation, were carried out in order to: characterize morphologically (morphography and morphometry) the relief forms; to identify anthropogenic interventions that modify the natural morphology of relief; identify and characterize the erosive features located in the city of Pacaraima. Thus, the geomorphological compartments are established by surfaces that can reach 1000 meters, like the elephant's residual hill in the north. The lower levels were identified to the northeast in the district from the balance with altitude that reach 900m. While the slope, it was observed that the urban spot of Pacaraima has already occupied the areas of low slope reliefs (flat to gently undulating), in contrast to the areas of greater slope (Rippled to strong wavy) that has been the target of irregular occupations. This fact obliges the execution of earthworks and cuts in the slopes to make these reliefs with strong slopes in areas for the occupation, thus promoting the silting of the courses, formation of groove and ravines that can evolve to gullies. It was possible to verify in terms of environmental damages by the appearance of gullies, such as the loss of usable area (7,000 m²) and soil loss (35,000 m³).

Keywords: Landscape. Morphodynamics. Remote sensing. Anthropogenic actions. Erosive features.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 -	Classificação de voçorocas por tamanho (m ³).....	27
Quadro 2 -	Feições erosivas relacionadas ao processo erosivo que a gera encontradas em Pacaraima, segundo classificação de Oliveira (1999) com a adição das fendas reportadas por Beserra Neta (2007).....	30
Quadro 3 -	Dados pluviométricos mensais da estação Marco BV-8, código 8461000.....	43
Quadro 4 -	Dados cartográficos obtidos da área de estudo.....	48
Quadro 5 -	Dados de sensoriamento remoto obtidos da área de estudo.....	49
Quadro 6 -	Quadro 6 - Resultados das feições erosivas cadastradas.....	76
Quadro 7 -	Dados das dimensões das voçorocas cadastradas.....	82

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Modelo conceitual para evolução de voçorocas, segundo oliveira (1999).....	16
Figura 2 -	Classificação das voçorocas segundo sua forma.....	26
Figura 3 -	Tipos de perfil da encosta segundo Nishyama (1995).....	29
Figura 4 -	Mapa de localização da área urbana cidade de Pacaraima – RR.....	39
Figura 5 -	Mapa das unidades geomorfológicas de Pacaraima – RR.....	41
Figura 6 -	Classificação Climática de Köppen com destaque na sede do município de Pacaraima.....	42
Figura 7 -	Histograma da precipitação mensal, do período (1985 até 2014) da estação pluviométrica Marco BV-8, código 8461000 (ANA, 2016).....	44
Figura 8 -	Carta imagem SRTM com destaque na rede de drenagem e relevo sombreado da área urbana da sede do município de Pacaraima - RR.....	45
Figura 9 -	Perfil de solo exposto na parede da voçoroca 2. Na figura se mostra o solo raso em contato com a rocha alterada (saprólito).....	46
Figura 10 -	Visão parcial da unidade de paisagem de floresta caracterizada por floresta ombrófila que recobre morros e colinas da cidade de Pacaraima.....	47

Figura 11 -	Visão parcial da unidade de savana caracterizada por arbustos e gramíneas que recobre a superfície do solo da cidade de Pacaraima.....	48
Figura 12 -	Fluxograma etapa metodológica da análise do modelado da paisagem da cidade de Pacaraima.....	50
Figura 13 -	Mapa hipsométrico da área urbana da cidade de Pacaraima – RR.....	55
Figura 14 -	Mapa de declividade com destaque na área urbana da cidade de Pacaraima – RR.....	56
Figura 15 -	Mapa dos compartimentos Geomorfológicos da área urbana da cidade de Pacaraima.....	58
Figura 16 -	Mapa dos compartimentos Geomorfológicos da área urbana da cidade de Pacaraima.....	59
Figura 17 -	Perfil topográfico da área urbana da cidade de Pacaraima com destaque nos tipos de relevos.....	62
Figura 18 -	Mapa de declividade com destaque no crescimento do tecido urbano da cidade de Pacaraima – RR no período de 1973 – 2017.....	64
Figura 19 -	Desenho do processo de desmatamento como agente modificador da Paisagem na área urbana da cidade de Pacaraima.....	67
Figura 20 -	Desenho do processo de corte na vertente para abertura de estrada como agente modificador da Paisagem na área urbana da cidade de Pacaraima.....	69
Figura 21 -	Modificações morfológicas derivadas de cortes na vertente para abertura de estradas: na imagem se mostra a estrada federal BR-174 próximo à sede do município de Pacaraima.....	70
Figura 22 -	Vista panorâmica do Bairro da Balança, onde o tecido urbano da cidade se instalou sobre relevos com declividades que podem atingir 30%.....	71
Figura 23 -	Desenho de terraplenagem na vertente para construção de moradias como agente modificador da Paisagem na área urbana da cidade de Pacaraima.....	72
Figura 24 -	Construção de moradias no topo e médio do morro do Quiabo.....	73

Figura 25 -	Terraplenagem na vertente para construção de moradias na área urbana da cidade de Pacaraima.....	73
Figura 26 -	Construção de escadarias na encosta como via de acesso às moradias na área urbana da cidade de Pacaraima.....	74
Figura 27 -	Mapa das incisões erosivas do tipo voçorocas na área urbana de Pacaraima – RR.....	77
Figura 28 -	Forma das incisões localizadas na área urbana da cidade de Pacaraima.....	78
Figura 29 -	Voçoroca de forma ramificada. Voçoroca 2 localizada na margem direita da BR-174 sentido Boa Vista – Pacaraima.....	79
Figura 30 -	Voçoroca de forma retangular. Voçoroca 3 localizada no bairro da balança.....	80
Figura 31 -	- Voçoroca de forma linear (A) e irregular (B): (A) Voçoroca 9 de forma linear, localizada no bairro centro.....	80
Figura 32 -	Comprimento das incisões erosivas encontradas na área urbana da cidade de Pacaraima.....	82
Figura 33 -	Largura e profundidade das incisões erosivas encontradas na área urbana da cidade de Pacaraima.....	83
Figura 34 -	Morfologia de topos e vertentes da cidade de Pacaraima.....	84
Figura 35 -	Forma das encostas na área urbana da cidade de Pacaraima.....	84
Figura 36 -	Seixos de quartzo que recobrem os morros e colinas da zona sul de Pacaraima.....	85
Figura 37 -	Feições erosivas deixadas após evento chuvoso dentro da área urbana da cidade de Pacaraima.....	86
Figura 38 -	Vegetação predominante localizada na parte interna e externa das incisões erosivas encontradas na área urbana da cidade de Pacaraima.....	88
Figura 39 -	Sulcos e ravinas no entorno da área urbana da cidade de Pacaraima.....	89
Figura 40 -	Pedestais (<i>demoiselles</i>) esculpidos pela proteção de seixos de quartzo no interior das voçorocas da área urbana da cidade de Pacaraima.....	90

Figura 41 -	Escamamentos no interior das voçorocas da área urbana da cidade de Pacaraima.....	90
Figura 42 -	Filetes subverticais encontrados dentro da área urbana da cidade de Pacaraima.....	91
Figura 43 -	Dutos de convergência encontrados dentro da área urbana da cidade de Pacaraima.....	91
Figura 44 -	Formação de Marmitas ou panelas e quedas de areia dentro da área urbana da cidade de Pacaraima.....	92
Figura 45 -	Fendas formadas na borda e interior das incisões erosivas.....	93
Figura 46 -	Costelas separadas por depressões. Material mais resistente (C = costelas); material menos resistente (D = depressões).....	94

LISTA DE SIGLAS

3° PEF	Pelotão Especial de Fronteira
ANA	Agencia Nacional da Agua
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
DU	Domínio Urariqüera
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ESRI	Environmental System Research Institute
GIS	Geographical Information System
GPS	Global Positioning System
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INMET	Instituto Meteorológico
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPT	Instituto Paulista de Tecnologia
MDE	Modelo Digital de Elevações
MEVA	Morros e colinas com vales abertos
MR	Morros residuais
NASA	National Aeronautics and Space Administration
SAD 69	South American Datum of 1969
SEPLAN	Secretaria de Planificação de Roraima
SIG	Sistemas de Informação Geográfica
OLI	Operation Land Imager
PCRE	Patamar em cristas estruturado
PI	Planícies Intramontanas
PMBV	Prefeitura Municipal de Boa Vista
REM	Radiação Eletromagnética
RGB	Red-Green-Blue
RR	Roraima
SRTM	Shuttle Radar Topographic Mission
TIRS	Thermal Infrared Sensor
UTM	Universal Transversal de Mercator
WGS84	World Geodetic System 84

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	17
2.	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	19
2.1.	PAISAGEM, CONCEITO NA CIÊNCIA GEOGRÁFICA	19
2.1.1.	Evolução das paisagens	23
2.2.	PROCESSO EROSIVO	24
2.2.1.	Fatores controladores da erosão	28
2.2.2.	Feições Erosivas	31
2.2.3.	Estudos sobre erosão em Roraima	33
2.3.	GEOTECNOLOGIA APLICADA A ESTUDOS DA PAISAGEM.....	35
3.	OBJETIVOS	39
3.1.	OBJETIVO GERAL.....	39
3.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	39
4.	MATERIAS E MÉTODOS	40
4.1.	LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	40
4.2.	CARACTERIZAÇÃO FISIAGRÁFICA DA AREA DE ESTUDO	41
4.2.1.	Geologia Regional	41
4.2.2.	Geomorfologia Regional	41
4.2.3.	Clima e Hidrografia regional	42
4.2.4.	Pedologia Regional	46
4.2.5.	Vegetação Regional	48
4.3.	MATERIAIS UTILIZADOS	49
4.4.	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	50
4.4.1.	Caracterização Geomorfológica	51
4.4.2.	Identificação e caracterização das feições erosivas	52
4.4.3.	Identificação e caracterização das possíveis intervenções antrópicas no relevo	53
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	54

5.1.	MODELADO ATUAL DO RELEVO QUE DELIMITA A PAISAGEM DE PACARAÍMA - RR.	54
5.1.1.	Descrição Morfométrica	54
5.1.2.	Descrição morfográfica das formas de relevo	58
5.2.	MUDANÇAS MORFOLÓGICAS DO RELEVO A PARTIR DA INTERVENÇÃO ANTRÓPICA.	64
5.2.1.	Mudanças morfológicas do relevo	67
5.3.	DESCRIÇÃO QUALITATIVA E QUANTITATIVA DAS FEIÇÕES EROSIVAS	76
5.3.1.	Cadastramento das incisões erosivas	77
5.3.2.	Classificação das voçorocas por tipo e forma	79
5.3.3.	Classificação das voçorocas segundo a forma do canal	82
5.3.4.	Dimensões das voçorocas: comprimento, largura e profundidade	82
5.3.5.	A influência do relevo para o surgimento de voçorocas em Pacaraima	84
5.3.6.	A influência da chuva para o desenvolvimento das voçorocas	87
5.3.7.	Vegetação	88
5.3.8.	Microfeições erosivas	90
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	96
	REFERÊNCIAS	97

1. INTRODUÇÃO

O estado de Roraima encontra-se localizado sobre uma variedade de paisagens características da Amazônia Setentrional, representados por diferentes compartimentos geomorfológicos que podem ser divididos em: Planalto Sedimentar Roraima, Planalto Interflúvio Amazonas – Orinoco, Superfícies Pediplanadas Intramontanas, Planalto Dissecado Norte da Amazônia, Pediplano Rio Branco – Rio Negro, Relevo Residuais e Planaltos Residuais de Roraima (FRANCO, et al. 1975); (COSTA, 1999); (BESERRA NETA; TAVARES JÚNIOR, 2008).

Na porção norte do estado, encontra-se a cidade de Pacaraima cercada por relevos em patamares em cristas estruturadas com vales encaixados, morros e colinas com vales abertos, morros residuais e pequenas planícies intramontanas, configurando assim uma paisagem única da fronteira mais setentrional do Brasil.

Até aqui se percebe a paisagem como uma simples adição de elementos geográficos disparados. Para esta pesquisa, o conceito de paisagem está baseado em Bertrand (1972), que o compreende como a combinação dinâmica dos elementos físicos, biológicos e antrópicos de uma determinada porção do espaço geográfico.

Sauer (1998) classifica a paisagem anterior à introdução de qualquer atividade humana como paisagem natural. Enquanto paisagem cultural se remete àquela onde o homem expressa seu lugar na natureza como agente distinto de modificação.

Assim, a área urbana de Pacaraima, localizada sobre relevos característicos de serras, é regida por agentes socioeconômicos e políticos que expressam a relação sociedade e natureza através da apropriação e transformação dos elementos naturais. Como resultado dessa transformação, observam-se mudanças morfológicas do relevo que desencadeiam em impactos ambientais como o desmatamento, assoreamento das redes de drenagem, modificação das propriedades físicas do solo e formação de feições erosivas.

Nesse sentido, estudos anteriores realizados por Franco, et al. (1975); Costa (1999; 2008), Reis et al. (2003), Beserra Neta e Tavares Junior (2008), Nascimento, Tavares Júnior e Beserra Neta (2011), Ladeira e Dantas (2014), proporcionam um aporte de informação através de estudos geológico e geomorfológico da área de estudo a partir da análise de dados de sensoriamento remoto.

Os trabalhos realizados por Costa, Falcão, Costa (2006); Cunha; Beserra Neta; Tavares Júnior, (2011); Melo (2017), demonstram a vulnerabilidade física do ambiente na formação de feições erosivas, por meio da análise de fatores condicionantes, como granulometria,

mineralogia, densidade do solo, densidade de partículas, porosidades total, umidade, matéria orgânica e pH.

Utilizou-se trabalhos que atenderam, satisfatoriamente, a base histórica do processo de adensamento populacional da área de estudo, a exemplo de Costa e Vieira (2008), Rocha e Silva (2011), Sartori e Bethônico (2011), Batista e Veras (2011), Raposo (2015), Barbosa (2015). Neste ponto, cabe esclarecer que serão abordados apenas os principais processos de produção do espaço urbano e da ação humana que, na consideração do autor, se tornaram essenciais para compreender o adensamento populacional em Pacaraima.

Esta pesquisa tem como principal objetivo estudar o modelado da paisagem atual da cidade de Pacaraima/RR a partir da análise da ação antrópica e das feições erosivas. Como auxílio na análise da paisagem foram utilizadas técnicas fotointerpretativas em imagens de sensoriamento remoto, que permitiram elaborar modelos digitais do terreno (altimetria e declividade) e perfis topográficos para a caracterização das formas do relevo.

Utilizou-se como abordagem metodológica a pesquisa bibliográfica e de campo. As atividades em campo, baseadas na observação empírica, foram realizadas com intuito de: caracterizar morfologicamente (morfografia e morfometria) as formas do relevo; identificar intervenções antropogênicas que modificam a morfologia natural do relevo; e identificar e caracterizar as feições erosivas localizadas na cidade de Pacaraima.

Assim, no primeiro ponto dos resultados foi estudado o relevo que delimita a paisagem da cidade de Pacaraima com ênfase na morfometria e na morfografia; no segundo ponto traz uma interpretação das mudanças morfológicas do relevo a partir da ação antrópica; e no terceiro ponto analisou-se as feições erosivas por meio da descrição qualitativa e quantitativa.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Haesbaert (2014), em seu livro “Viver no limite” aborda a importância dos conceitos no campo da geografia, e salienta que os conceitos sempre são criados em relação com problemas específicos, ressaltando que toda proposição conceitual é profundamente mutável, sempre contextualizada geográfica e historicamente através de sujeitos específicos que os mobilizam e os tornam dinâmicos.

Haesbaert (2014), destaca a “categoria” como uma espécie de conceito mais amplo ou geral. Propõe o “espaço geográfico” como categoria, que se impõe frente aos conceitos de: região, território, lugar e paisagem, que compõem uma constelação ou sistema de conceitos que, mergulhados na categoria espaço, se ordenam e se reordenam constantemente a partir das problemáticas que enfrentamos.

Para Coelho e Terra (1998), a paisagem esta intrinsecamente relacionada ao lugar, destacando que quando olhamos para um lugar, visualizamos a paisagem, que é expressa nas mais diversas formas. Nesse sentido Haesbaert (2014), enfatiza que, lugar e paisagem se aproximam, mas, com a diferença de que, enquanto a paisagem em geral enfatiza um sentido e uma perspectiva, a do olhar (e das representações aí inseridas) indicando um certo distanciamento. Já no lugar estamos mergulhados em todos os sentidos da nossa experiência do vivido.

2.1. PAISAGEM, CONCEITO NA CIÊNCIA GEOGRÁFICA

A palavra “paisagem”, segundo Bertrand (1972), é um termo que cada um utiliza de acordo a sua necessidade, concordando com isso, Metzger (2001) afirma que possui, assim, conotações diversas em função do contexto e da pessoa que a usa, ou seja, a interpretação dependerá muito da lente ou filtro da formação científica do observador.

Nesse sentido, os pintores, geólogos, arquitetos e ecólogos, têm uma interpretação própria do que é uma paisagem destaca Metzger (2001). E justamente por essa razão, por ser uma unidade visual, a paisagem não pode ser definida de forma universal, sem considerar a lente do observador.

O foco desta pesquisa é o estudo da paisagem, como parte desse todo (espaço geográfico), ressaltando que não vamos traçar uma ordem evolutiva nem uma análise detalhada do conceito de paisagem na ciência geográfica, mas, sim, destacar dentro da sua contextualização histórica apresentando várias definições de paisagem com o propósito de

chegar a uma análise integrada dos elementos que a compõe para compreender os processos que agem nela.

Na geografia a análise da paisagem é um tema antigo. Na geografia tradicional, a noção de paisagem, era vista como algo descritivo e narrativo conforme aponta Falcão Sobrinho (2006), era dotada de um forte conteúdo empírico, por isso, esquecida na Nova Geografia onde as análises críticas se fazem presentes.

O conceito de paisagem foi originalmente ligado ao positivismo da escola alemã, no início do século XIX, com o termo (*Landschaft*) introduzido por Alexander Von Humboldt, no qual destacou-se por sua visão holística da paisagem, de forma que associava elementos diversos da natureza e da ação humana, sistematizando assim a ciência geográfica (SHIER, 2003).

A visão da escola alemã tinha uma acepção fortemente natural, ressalta Rodriguez e da Silva (2002) pois, o conteúdo dessa nação expressava a ideia da interação entre todos os componentes naturais (rocha, relevo, clima, água, solo e vegetação) e um espaço físico concreto.

As pesquisas da paisagem dentro da escola alemã tenderam a abordar desde um outro olhar segundo Câmara (2011), valorizando mais os sistemas físicos, dando menos ênfase à vegetação, com um novo horizonte epistemológico, caracterizado pela Teoria Geral dos Sistemas, enfatizando todos os elementos que faziam parte da natureza. Assim, era deixado de lado o aspecto fisionômico, passando a trabalhar as trocas de matérias e energia dentro do sistema complexo (físico-químico e biótico).

Diante disso, empregada por Carl Troll, nos anos 30, nasce a “ecologia de paisagens” considerada como uma disciplina holística, dando ênfase aos estudos biogeográficos da dinâmica das paisagens, no sentido em que visa determinar o funcionamento do ecossistema (CASSETI, 2005). A abordagem ecossistêmica da natureza, introduzida por Tansley (1935, apud METZGER, 2001), define a natureza como um sistema onde há interdependência de seus componentes, existência de um ciclo de matéria e de mecanismos de auto-regulação.

Nesse sentido, Troll (1971, apud METZGER, 2001, p.2), enfatiza que “a noção básica de paisagem é a espacialidade, a heterogeneidade do espaço”, definindo a paisagem como a entidade visual e espacial total do espaço vivido pelo homem.

Com base na Teoria Geral dos Sistemas, Vitor Sotchava, nos anos 60, século XX, propôs a Teoria dos Geossistemas considerando a paisagem como uma forma sistêmica, formada

por cinco atributos sistêmicos fundamentais: estrutura, funcionamento, dinâmica, evolução e informação (RODRIGUEZ; DA SILVA, 2002).

Do mesmo modo (BERTRAND, 1972), enfatiza que a noção escala é inseparável do estudo das paisagens. As escalas tempo-espaciais são utilizadas como base geral de referência para todos os fenômenos geográficos. Enfim, trata-se da apresentação do objeto em seu contexto geográfico histórico, levando em conta a configuração social e os processos naturais e humanos.

Para Bertrand (1972), o geossistema trata-se, portanto, de uma unidade dimensional compreendida entre alguns quilômetros. É nessa escala que se situa a maior parte dos fenômenos de interferência entre os elementos da paisagem e que evoluem as combinações dialéticas mais interessantes para o geógrafo. Nos níveis superiores a ele, só o relevo e o clima importam e, adicionalmente, as grandes massas vegetais.

É importante ressaltar que não se trata somente da paisagem “natural”, mas, da paisagem total, integrando todas as implicações da ação antrópica. Ante o exposto, Bertrand (1972, p. 141) define a paisagem:

Não é a simples adição de elementos geográficos disparados. É, uma determinada porção do espaço, o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpetua evolução.

Nesse sentido, Rodriguez e Silva (2002), afirmam que já nos anos 20, Karl Ritter, possuindo uma visão do estudo das relações entre a sociedade e a natureza, deu lugar as concepções corológicas e regionais, nas quais não bastava somente o estudo isolado da natureza, mas sim, a ação humana considerada como o elemento essencial, na modelação dos sistemas terrestres.

Shier (2003), salienta que tradicionalmente os geógrafos diferenciam a paisagem natural da paisagem cultural. Nesse sentido Sauer (1998) definiu a paisagem como uma área composta por uma associação distinta de formas, ao mesmo tempo físicas e culturais.

Dentro desse contexto Sauer (1998) determinou a paisagem natural como uma área anterior à introdução de atividade humana representada por um conjunto de fatos morfológicos. E a paisagem cultural, como uma área que se deriva da paisagem natural, com o homem expressando seu lugar na natureza como agente distinto de modificação, como nos espaços urbanos e naturais conforme suas necessidades.

No Brasil, o resgate conceitual inserido na noção de estruturação da paisagem, surgido nos últimos anos, parte do interesse direto da Geografia Física na busca de alternativas

metodológicas (CASSETI, 2005). Para Ab'Saber (1997, apud FALCÃO SOBRINHO, 2006), paisagem é herdada de processos fisiográficos e biológicos, e também, retrata o passado e o presente, já que tem sempre o caráter de herança de processos de atuação antiga, remodeladas e modificadas por processos de atuação recente.

Como resultado da combinação de diferentes componentes da natureza, Casseti (2005), enfatiza que o relevo é um importante recurso para a delimitação das paisagens, ao mesmo tempo em que quase sempre condiciona a forma de uso e ocupação do solo.

Numa definição integradora, Metzger (2001, p. 4) propõe que a paisagem seja definida como:

Um mosaico heterogêneo formado por unidades interativas, sendo esta heterogeneidade existente para pelo menos um fator, segundo um observador e numa determinada escala de observação” (...) o mosaico heterogêneo estará sendo visto através dos olhos do homem, de suas necessidades, anseios e planos de ocupação territorial. (...) O conjunto interativo da paisagem é então composto por “ecossistemas” ou por unidades de “cobertura” ou de “uso e ocupação do território. (...) os limites entre esses conjuntos interativos da paisagem seriam então definidos por três fatores: o ambiente abiótico (formas de relevo, tipos de solo, dinâmica hidrogeomorfológica, parâmetros climáticos, em particular), as perturbações naturais (fogo, tornados, enchentes, erupções vulcânicas, geadas, por exemplo) e antrópicas (fragmentação e alteração de habitats, desmatamento, criação de reservatórios, implantação de estradas, entre outros).

Contudo os avanços epistemológicos fundamentados numa perspectiva crítica valorizaram o conceito de “espaço” em detrimento ao de “paisagem” (CASSETI, 2005).

Para Guerra (2006), as relações entre homem e natureza ao longo do tempo deixam marcas significativas na paisagem. Segundo Câmara (2011), essa relação é a responsável pela criação e transformação da paisagem, deixando claro que são resultados de ações e lógicas sociais, que foram decididas no intuito de prover abrigo, alimento, transporte, energia, lazer, entre outros, para toda a comunidade.

Sauer (1998, p. 42) deixa bem claro que “não podemos formar uma ideia da paisagem a não ser em termos de suas relações associadas ao tempo, bem como suas relações vinculadas ao espaço”. É nesse sentido que a apreciação verdadeira de valores históricos faz com que os geomorfólogos ligassem a paisagem física atual as suas origens geológicas e a partir disso chegassem a conclusões passo a passo.

Guerra (2006) enfatiza que o conhecimento geomorfológico é indispensável no entendimento desses processos, visto que, ele analisa as diversas formas de relevo assim como suas inter-relações com a geologia, solos, hidrografia etc.

2.1.1. Evolução das paisagens

Cassetti (2005) enfatiza que o conceito de paisagem (*Landschaft*) surge na segunda metade do Século XIX com os geógrafos físicos alemães. Nesse sentido a paisagem é analisada tendo como principal enfoque a evolução do relevo (ROSS, 2003).

Desde o século XIX, estudiosos das mais diversas regiões do mundo vêm oferecendo valiosas contribuições visando o melhor entendimento sobre gênese e evolução das paisagens destaca Leite (2011). Assim, surgiram os modelos evolutivos que descrevem as transformações do relevo ao longo do tempo.

Leite (2011), assegura que cada um dos modelos de evolução da paisagem reflete tanto as tendências intrínsecas a geomorfologia, quanto as influências externas nesse campo e, enfatiza que, cada uma delas ofereceu importantes contribuições, de modo que, nenhuma pode ser considerada absoluta.

Constata-se que alguns modelos apreciam mais a influência de condicionantes geológicos, ao mesmo tempo que outros dão maior ênfase a atuação de condicionantes climáticos. Leite (2011) enfatiza que, a partir da década de 50, os ambientes tropicais passaram a ser mais bem compreendidos. Inicialmente muitos propuseram a aplicação dos modelos pré-existentes adaptados à realidade dos trópicos, onde os condicionantes climáticos passaram a ter grande destaque em detrimento dos demais.

A evolução do relevo retrata um comportamento dinâmico, ao estar continuamente sujeita a ajustes em seu modelado, como resultado de suas relações com os processos que atuam sobre elas. Essas relações podem ser definidas como promotoras das condições de equilíbrio existente ou a serem alcançadas (GUERRA; CUNHA, 2009).

A distribuição do espaço urbano das cidades reflete as significativas alterações y transformações ocorridas em sua organização espacial. As transformações são resultado das relações entre adensamento populacional e necessidade de expansão do tecido urbano, o que Clark (1991) denomina de crescimento urbano.

Nesse sentido, Rodrigues (2005) fundamentado em Nir (1983) chamou essas alterações y transformações como intervenção antrópica capaz de criar ambientes artificiais que não representam a morfologia original e que influenciam nos processos naturais. Assim, criou a Antropogeomorfologia, ou Geomorfologia Antrópica como área do conhecimento encargada do estudo da intervenção antrópica.

Uma outra abordagem das intervenções humanas sobre o meio natural é exposta por Oliveira (1995) onde ressalta que o ambiente transformado pela ação humana em conjunto com

os avanços técnico-científicos produz alterações distintas na paisagem natural indicando a capacidade humana de criar morfologias artificiais em curtos períodos de tempo.

Esse período de tempo é considerado pelo Oliveira como um período geológico que denominou de quinario ou tecnogenico. Neste ponto cabe esclarecer que o homem jamais influenciará na geologia e na geomorfologia como o fazem os processos endógenos e exógenos segundo Suertegray (2000 apud GOMES, 2013). No entanto, em uma escala histórica as atividades humanas são capazes de modificar os elementos de uma paisagem.

2.2. PROCESSO EROSIVO

A erosão dos solos é um processo que ocorre em duas fases: remoção de partículas e outra que é o transporte desse material efetuado pelos agentes erosivos como água, vento, gelo e organismos. Conforme os agentes erosivos diminuem a capacidade de transportar o material erodido ocorrerá a deposição paulatina do sedimento que excede a capacidade de transporte (GUERRA, 2009).

Enquanto à gênese da remoção do material Camapum et al. (2006) classificam as erosões em dois grandes grupos: a erosão natural ou geológica e a erosão antrópica ou acelerada, sendo a geológica ocasionada por fatores naturais, enquanto a antrópica está relacionada a ação humana.

Enquanto ao transporte, o mais comum, no entanto, é classificar a erosão segundo o agente erosivo em quatro grandes grupos: erosão hídrica, erosão eólica, erosão glacial e erosão biológica (CAMAPUM et al. 2006). Cabe apontar que, esta pesquisa dará ênfases as erosões de origem hídrica geradas pela ação chuva (pluvial).

Assim, o processo de erosão pluvial, inicia pela ação do *splash*, também conhecido por erosão por salpicamento, enfatiza Guerra (2009), causando, a ruptura dos agregados, quebrando-os em tamanhos menores e preparando as partículas para serem transportadas pelo escoamento superficial (*runoff*). Em paralelo a esse processo, as gotas de chuva podem formar crostas na superfície do solo, o que vai acelerar o escoamento superficial (GUERRA, 2012).

A medida que os agregados do solo se rompem, no topo do solo está ocorrendo a formação de crostas. Esse processo é responsável pela diminuição das taxas de infiltração, e conseqüentemente, a formação de poças e quedas de água. Quando as poças são saturadas a água começa o escoamento na superfície de forma dispersa, dando passo a erosão laminar (GUERRA, 2012).

A água proveniente de montante¹ começa se juntar aumentando o fluxo de água dando início a erosão linear na encosta. Quando o escoamento superficial se torna canalizado em jusante², dá passo para a formação de sulcos ou micro-ravinas podendo algumas formar cabeceiras e algumas dessas cabeceiras podem bifurcar formando novas ravinas. As chuvas concentradas caem sobre encostas com ravinas e ocorre o alargamento e aprofundamento das ravinas podendo dar origem a voçorocas, devido à ação erosiva das águas na base e nas partes laterais das ravinas (GUERRA, 2012).

O processo que antecede ao escoamento superficial é o escoamento subsuperficial que é o movimento perpendicular da água. Além de controlar a erodibilidade, o escoamento subsuperficial controla o intemperismo³ e promove o transporte de minerais em solução, e quando ocorre em fluxos concentrados gera dutos (pipes) provocando o colapso da superfície situada acima, resultando na formação de voçorocas (GUERRA, 2012).

Na literatura existe uma ampla diferença na definição de sulco, ravina e voçoroca. Para Campos et al. (2008, p. 67), os “sulcos são rasos com seção em V e com processo erosivo superficial, as ravinas são profundas com seção em V e com processo erosivo superficial, enquanto que as voçorocas são profundas com seção em U e com processo erosivo superficial e subsuperficial”.

Ainda Campos et al. (2008) destaca o cunho qualitativo da voçoroca, ou seja, a forma que tem a voçoroca, podendo ser em forma de U ou V. Deng, et al. (2015) associa voçorocas com forma de V com um estágio de maturidade que depois de certo tempo de evolução passa ao estágio de senilidade tornando-se em forma de U (ANDRADE et al., 2005).

Para EMBRAPA (2010) sulcos, ravinas e voçorocas são sinônimos, que denominam grandes buracos de erosão causados pela chuva em solos, onde carentes de vegetação ficam expostos ao escoamento linear.

O novo dicionário geológico geomorfológico define a voçoroca como uma “escavação ou rasgo do solo ou de rocha decomposta, ocasionada pela erosão do lençol de escoamento superficial. (...) as voçorocas também podem também ser formadas pelo escoamento subsuperficial“ (GUERRA; GUERRA, 2011, p. 637).

¹ Montante é o ponto de referência de um rio pela visão de um observador desde um ponto mais baixo para um ponto mais alto.

² Jusante é o ponto de referência de um rio pela visão de um observador desde um ponto mais alto para um ponto mais baixo.

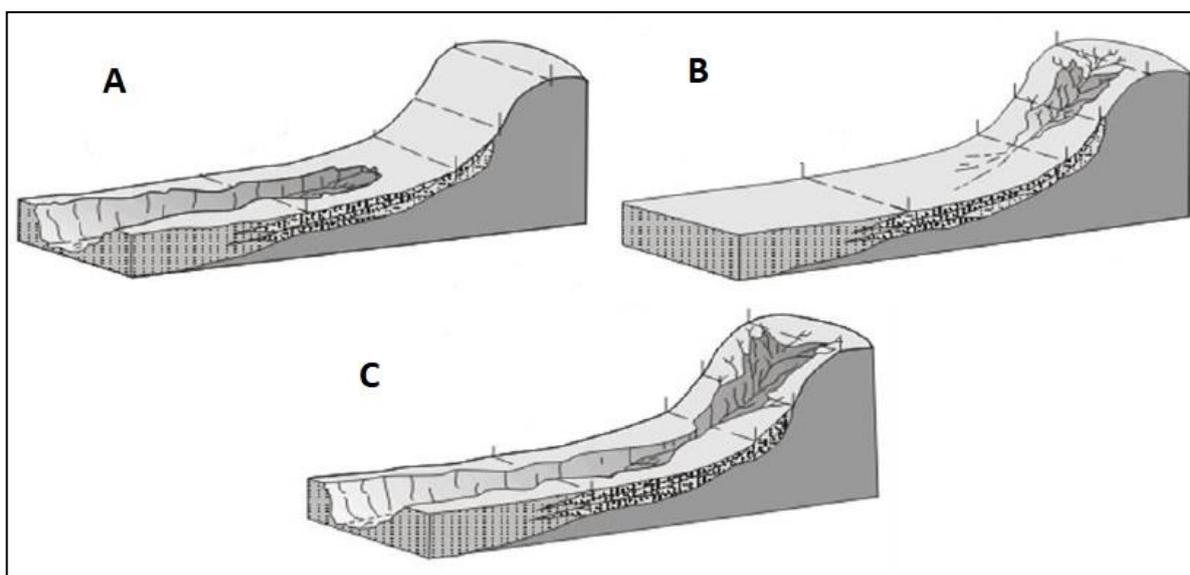
³ Intemperismo é o processo de alteração das rochas por fragmentação (intemperismo físico) e decomposição (intemperismo químico e biológico) (FLORENZANO, 2008).

Como enfatiza Campos et al. (2008), o conceito de voçoroca é muito discutido entre pesquisadores da área geomorfológica. Nesse sentido, existem concepções que privilegiam a qualidade, como é o caso do Instituto Paulista de Tecnologia (IPT), as “ravinas seriam canais criados pela ação do escoamento superficial; voçorocas, canais esculpidos pelo afloramento do lençol freático” (CAVAGUTI, 1994 apud OLIVEIRA, 1999, p. 61).

Guerra (2009) diferenciou de ravina e voçoroca segundo as dimensões da incisão linear. Assim as incisões lineares com profundidade e largura menores que 50 centímetros denominaram ravina, e as incisões lineares maiores a 50 centímetros voçoroca. Nesta pesquisa se considerara o critério do supracitado autor para quando se referir a ravina e voçoroca.

De acordo a Oliveira (1996 apud VIERA, 1998) pode ser possível identificar três tipos de voçorocas: voçoroca conectada à rede de drenagem, voçoroca desconectada à rede de drenagem e, Integração dos dois tipos de voçorocas (Figura 1).

Figura 1 - Modelo conceitual para evolução de voçorocas, segundo oliveira (1999); (A) Voçoroca conectada à rede de drenagem; (B) Voçoroca desconectada à rede de drenagem e; (C) Integração dos dois tipos de voçorocas.

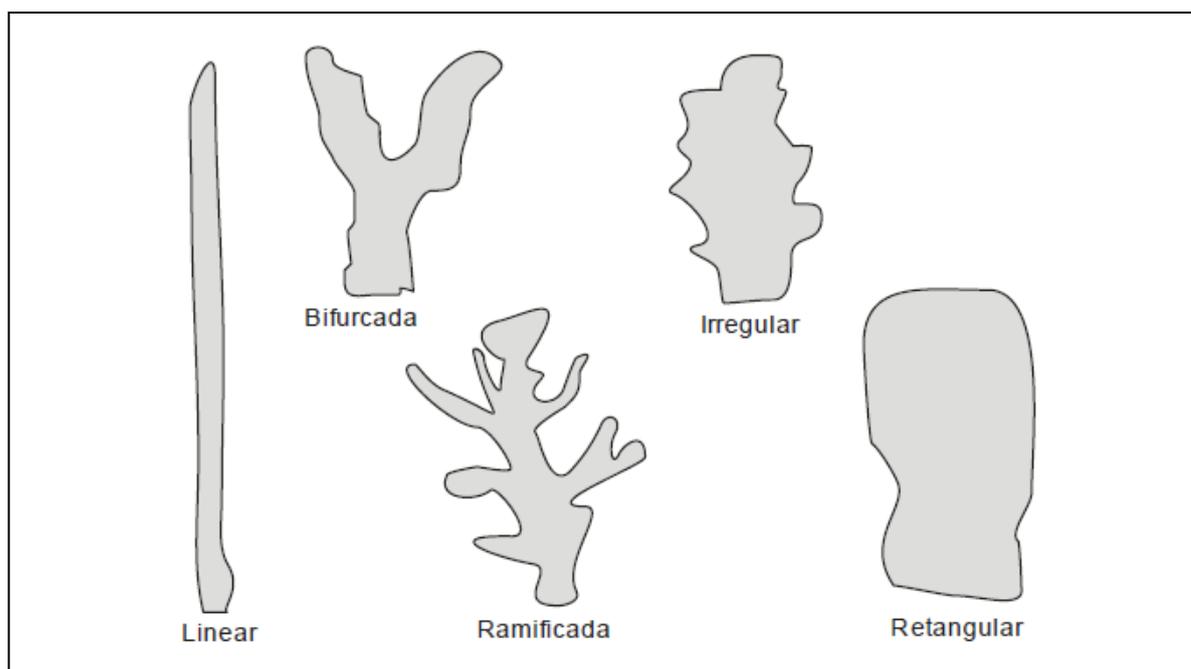


Fonte: Modificado de Oliveira (1999).

Assim as voçorocas conectadas à rede de drenagem estariam associadas ao escoamento subterrâneo nas partes baixas da encosta; as voçorocas desconectadas à rede de drenagem encontram-se preferencialmente na parte superior, resultado do escoamento superficial; e o terceiro tipo, que o Vieira (1998) chamou de integrada, é uma junção das duas anteriores, formando uma incisão erosiva (OLIVEIRA, MEIS 1985; OLIVEIRA 1996; apud de VIEIRA, 1998).

Quanto à forma, Vieira (2008) baseado na forma das voçorocas com a maior incidência em Manaus as classifica em: linear, bifurcada, ramificada, irregular e retangular (Figura 2). Enquanto Beserra Neta (2007) no estudo realizado na serra de Tepequem reportou formas dos cais de tipo Linear, ramificado e forma de Leque.

Figura 2 - Classificação das voçorocas segundo sua forma.



Fonte: Vieira (2008).

Vieira (2008) ressalta que cada forma se encontra condicionado a processos específicos e condicionantes ambientais ou fatores controladores próprios do lugar como: geologia (litologia e estrutura), relevo (forma e declividade), solo, cobertura vegetal e sistema de drenagem (Superficial ou subsuperficial).

No que se refere ao tamanho, Vieira e Albuquerque (2004) apontam que as voçorocas podem ser classificadas pelo volume erodido em m^3 , conforme se verifica na Quadro 1. O volume erodido pela voçoroca ajuda a visualizar a magnitude da feição, servindo também para o planejamento de projetos futuros de contenção, uma vez que sabendo quanto material foi perdido é possível calcular possíveis reposições.

Quadro 1 - Classificação de voçorocas por tamanho (m³)

Ord.	Volume erodido	Tamanho
01	Até 999 m ³	Muito pequena
02	De 1.000 m ³ até 9.999 m ³	Pequena
03	Entre 10.000 m ³ e 19.999 m ³	Média
04	Entre 20.000 m ³ e 40.000 m ³	Grande
05	Mais de 40.000 m ³	Muito grande

Fonte: Vieira e Albuquerque (2004).

2.2.1. Fatores controladores da erosão

O processo erosivo depende de uma série de fatores que são os que determinam as variações nas taxas de erosão: erosividade da chuva, erodibilidade, cobertura vegetal, características da encosta (declividade e comprimento da encosta), geologia, e o uso do solo. É por causa da interação desses fatores que certas áreas erodem mais que outras.

a) Erosividade da chuva

A erosividade é, segundo Guerra (2009) a habilidade da chuva em causar erosão. A determinação do potencial erosivo da chuva é assunto complexo, já que está sujeito aos parâmetros de total de chuva, a intensidade e energia cinética (características das gotas de chuva), que variam no tempo e espaço

Guerra (2012, p.17) destaca que “O processo erosivo causado pela água da chuva tem abrangência em quase toda a superfície terrestre, em especial nas áreas com clima tropical, onde os totais pluviométricos são bem mais elevados do que em outras regiões do planeta”.

b) Erodibilidade

A resistência do solo em ser removido e transportado se conhece como erodibilidade, condicionado pela relação direta com a propriedades do solo. É de grande importância para os estudos de erosão conhecer as propriedades físicas (textura, densidade, porosidade, etc.) e as químicas (teor de matéria orgânica, teor e estabilidade dos agregados e o pH) do solo, destaca Beserra Neta (2007).

Guerra, et al. (2009), aborda uma outra situação que merece ser destacada. Afirma que as propriedades do solo não são estáticas ao longo do tempo, nesse sentido, quando as propriedades do solo são analisadas a partir desse estudo, é preciso relacioná-las a um determinado período de tempo, pois podem evoluir.

As características de solos que apresentam suscetibilidade à formação de voçorocas: solos arenosos, ácidos, poucos coesivos, horizonte A com cor vermelho intenso, com areia muito fina, siltosa e com pouca argila, predominando nos horizontes subjacentes, areias mais claras levemente rosadas ou amarelas com tendência a cor branca. (MACHADO; DE RESENDE; CAMPELLO, 2006).

c) Cobertura vegetal.

Outro dos principais fatores controladores da erosão é a cobertura vegetal do solo, podendo influenciar de várias maneiras: através dos efeitos espaciais da cobertura vegetal (densidade de cobertura vegetal); redução dos efeitos da energia cinética da chuva; e do papel da vegetação na formação de húmus, que afeta a estabilidade e teor de agregados (GUERRA, 2009).

No que se refere a energia que chega ao solo durante uma chuva, a cobertura vegetal minimiza os impactos das gotas podendo reduzir a quantidade de solo desagregado. Além de influenciar na interceptação das águas da chuva, a cobertura vegetal atua de forma direta na produção de matéria orgânica, que, por sua vez, atua na agregação das partículas constituintes do solo.

d) Características da encosta

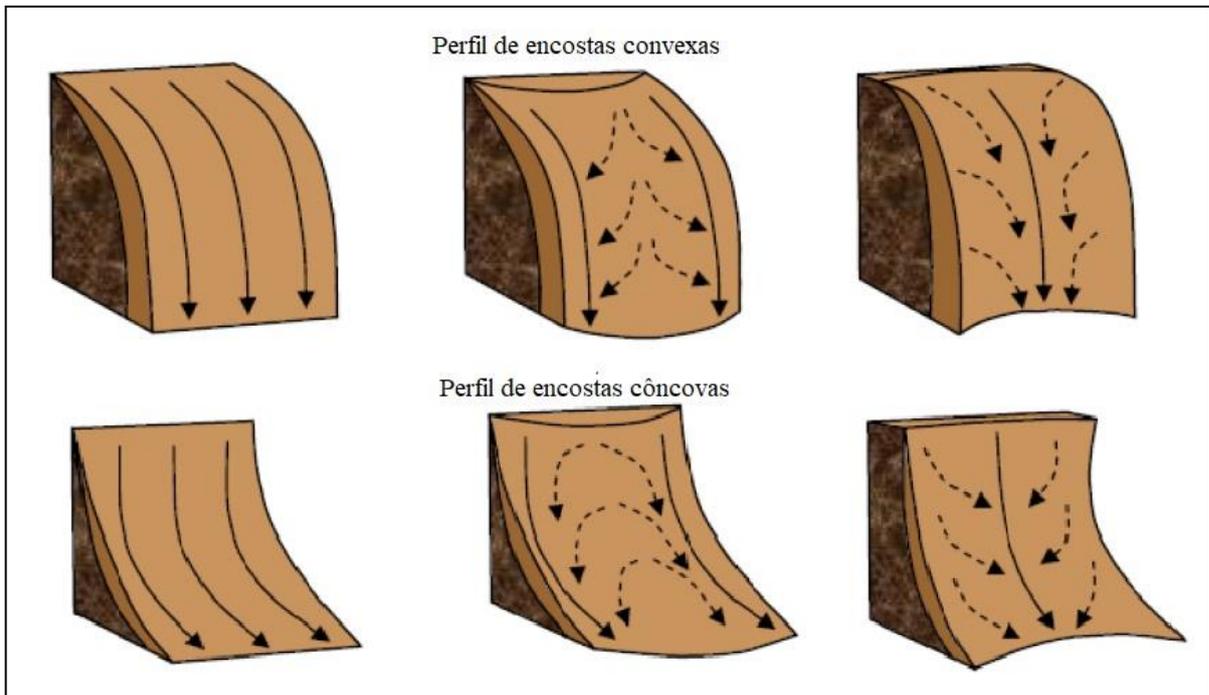
A característica da encosta também é um fator que pode afetar a erodibilidade dos solos de diferentes maneiras: por meio da declividade, favorecendo ao efeito na velocidade da água (GUERRA, 2009). A inclinação do terreno é avaliada por meio da declividade das encostas através de cartas produzidas por meio de bases cartográficas e, de Modelos Digitais de Elevações MDEs produzidos através de os dados *Shuttle Radar Topographic Mission* (SRTM) (BRITO, 2012).

O comprimento, influi na erosão de modo que o escoamento superficial aumenta em velocidade e quantidade, à medida que o comprimento da encosta aumenta; e segundo a forma da encosta, pode favorecer (encosta convexas) ou diminuir (encosta côncava) (GUERRA, 2009). Brito (2012) sinala que o comprimento da encosta pode ser definido diretamente da base cartográfica ou de trabalhos de campo, sempre associados ao tipo de solo ou as formas de relevo associadas (BRITO, 2012).

No que se refere ao perfil côncavo ou convexo da encosta Nishyama (1995) apud Brito (2012) aponta que a formas predominantemente convexas apresentam em términos de

escoamento uma aceleração devido ao crescimento das declividades em direção à base e, fluxo difuso. Quanto as formas predominantemente côncavas, ao invés da forma convexa, apresentam redução dos valores de declividade em direção da base e, concentração do fluxo em direção à base da encosta (Figura 3).

Figura 3 - Tipos de perfil da encosta segundo Nishiyama (1995)



Fonte: Brito (2012).

e) Geologia

Fatores geológicos é outro fator decisivo na erosão do solo frisa Beserra Neta (2007). O autor destaca a litologia (características mineralógicas e textuais das rochas) e a estrutura (falhas, fraturas e contatos litológicos), como agentes condicionantes no processo erosivo, estes podem atuar na origem e formação de feições erosivas lineares.

f) Ação antrópica

Dentro dos fatores controladores que até aqui tem sido destacado, ressaltou-se os condicionantes naturais que modificam as taxas de erosão de um lugar para outro. A intervenção do homem por meio da exploração dos recursos naturais tem acontecido há muito tempo e vem ganhando importância até o ponto de interferir no aumento das taxas de erosão.

Assim, a ocupação antrópica, expressada através do desmatamento e cultivo do solo, da construção de estradas, da criação e expansão de núcleos urbanos, sobretudo quando de

modo inadequado, constitui o fator decisivo da origem e aceleração dos processos erosivos (VIERO, 2014).

Ante o exposto, fica claro que a erosão não é somente condicionada por fatores naturais, mas também um problema social e econômico que influem no equilíbrio natural entre a perda e a recuperação do solo, incorrendo até em prejuízos econômicos frisa Brito (2012). Nesse sentido, Vieira (2008) verificou que os danos monetários provocados pela expansão de voçorocas em Manaus ultrapassam os 27 milhões de reais, afetando os sistemas de drenagem fluviais, moradias e remoção de famílias.

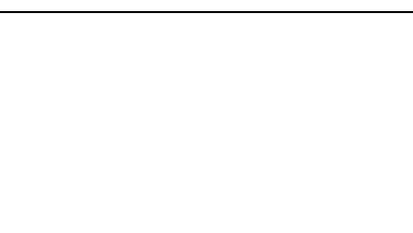
2.2.2. Feições Erosivas

As características importantes relacionadas à erosão por voçorocas que auxiliam a identificação dos principais mecanismos envolvidos no processo erosivo segundo Oliveira (1999) são chamadas feições erosivas, que adquirem um papel testemunho dos processos que ocorreram no passado (CAMPOS, et al., 2008; OLIVEIRA; PEREIRA, 2010).

As feições erosivas são macro e microformas resultantes dos diversos mecanismos de erosão do solo no tempo e no espaço (OLIVEIRA; PEREIRA, 2010). Essas formas vão desde os milimétricos pedestais, formados pela erosão por salpicamento, até as ravinas escavadas no eixo de voçorocas, formadas pela erosão linear concentrada (Quadro 2) (ALBUQUERQUE, 2006).

Quadro 2 - Feições erosivas relacionadas ao processo erosivo que a gera encontradas em Pacaraima, segundo classificação de Oliveira (1999) com a adição das fendas reportadas por Beserra Neta (2007).

FEIÇÕES EROSIVAS		
TIPO	DESCRIÇÃO	EXEMPLO
Pedestais ou (demoiselles)	Indicam a ocorrência de salpicamento com remoção das partículas pelo escoamento superficial. São formas residuais esculpidas abaixo de um objeto cuja densidade não permitiu a sua remoção.	

Fendas	São Feições erosivas muito comuns observadas nas bordas de voçorocas em que o fluxo aquoso superficial no interior do canal promove o solapamento da base dos taludes e conseqüentemente a desestabilização das bordas da incisão erosiva.	
Escamamentos	São feições formadas pelo acúmulo de material fino (areia fina ou muito fina) sobre superfície mais resistente. O transporte dessas partículas ocorre em forma de pequenos fluxos laminares verticais a subverticais.	
Sulcos e ravinas	Sulcos e ravinas: formados na superfície de encosta com vegetação relativamente degradada, ou no interior de voçorocas, indicam as rotas de organização do escoamento superficial.	
Filetes Subverticais	São documentados preferencialmente em paredes de voçorocas esculpidas em matérias pouco coesivos. No entanto, s sua ação pode ser observada, mesmo em materiais que apresentam maior coesão, como em saprólitos derivados de silticos e argilitos.	
Dutos de convergência e caneluras	Geralmente são esculpidas pela convergência do fluxo superficial para o interior de fendas ou de macroporos biogênicos. Resultam, portanto, de interações entre erosão por quedas-d'água e eventuais ressurgências de zonas de saturação.	
Marmitas ou panelas	Indicam a atuação de erosão por quedas d'água na base de taludes ou de degraus no interior de voçorocas. Em geral, apresentam geometria relativamente dissimétrica, sendo mais profunda a montante e mais rasas a jusante.	

<p>Alcovas de regressão</p>	<p>Podem ser observadas sob diferentes condições litológicas e climáticas, podendo ser esculpidas tanto pelo escoamento superficial na forma de filetes subverticais, quanto pela infiltração do lençol freático.</p>	
<p>Quedas de Areia</p>	<p>Resultam da liquefação espontânea de materiais inconsolidados e não coesivos. Podem ser provados tanto por instabilidades associadas a movimentos de massa localizados, quanto pela exposição a chuva e a filetes d'água, após a dessecação.</p>	
<p>Quedas de Torrões.</p>	<p>Caracterizam movimentos de massa associados, seja ao solapamento da base de taludes, seja ao desprendimento de material ao longo de fendas de tração.</p>	
<p>Costelas e depressões.</p>	<p>São feições de detalhe que podem ser encontradas em materiais de origens diversas (aluvial, coluvial, eólico, etc.), em geral poligenéticas, e indicam variações, em profundidade, da resistência ao cisalhamento dos materiais de cobertura superficial.</p>	

Organização: Javier Caicedo Marquez, 2017.

2.2.3. Estudos sobre erosão em Roraima

Na região norte, autores como Vieira (1998; 2008), Beserra Neta (2007), Nascimento (2015), procuram entender os processos erosivos e suas influências no modelado da paisagem, mas também os impactos urbanos e ambientais que se originam.

Nesse contexto, as feições erosivas possuem importantes implicações no modelado da paisagem segundo Beserra Neta (2007), quem procurou entender a dinâmica evolutiva da paisagem da serra do Tepequém sob ação garimpeira diamantífera e o porquê da sua susceptibilidade a erosão, seja natural ou antrópica, por meio de trabalhos de campo, com descrição de perfis de solos, análises físicos e químicos do solo e datação radiocarbono e elaboração de mapas.

Entender os processos erosivos e suas influências no modelado da paisagem atual da serra do Tepequém foi o principal objetivo para Nascimento (2015) por meio de análises das medidas morfométricas quanto à profundidade, largura e comprimento de feições erosivas lineares e coletas de solos em diferentes horizontes. O autor executou análises físicas e químicas. No campo foram identificadas micro feições erosivas no entorno e determinou-se que as voçorocas se desenvolvem em áreas de planícies, e em menor número nas vertentes de morros e colinas.

Em Pacaraima destacam trabalhos de Costa, Falcão, Costa (2006); Cunha, Beserra Neta, Tavares Júnior (2012); Melo (2017), que procuram entender a gênese das feições erosivas e como interferem na formação da paisagem.

O caso sobre a vulnerabilidades aos processos erosivos, Costa, Falcão, Costa (2006), verificaram que a área de estudo do presente projeto incluída nos domínios dessa zona de interação de placas, portanto sujeita a macro e microssismos, produzem relativa movimentação do solo, contribuindo de forma significativa na aceleração de processos erosivos.

Cunha, Beserra Neta, Tavares Júnior (2012) a partir do recorte espaço-temporal observam que no período referente entre 2002 a 2010 ocorreu uma expressiva mudança no meio urbano da cidade, evidenciado pelo aumento das construções de moradias constituídas desordenadamente. A expansão da cidade é dada pela ocupação de morros. Demonstrando que nos últimos oito anos as áreas tidas como instáveis (vertentes de morros) foram alvos de ocupações irregulares. As principais marcas na paisagem que denotam uma vulnerabilidade física do ambiente dizem respeito a presença de feições erosivas lineares do tipo ravinas e voçorocas, localizadas nas vertentes de morros e colinas que margeiam o perímetro urbano da cidade. Também se verificou a ação antrópica como as moradias foram construídas nos vales estreitos encaixados entre morros, nas encostas, bem como em seus topos, alterando significativamente a morfologia natural do relevo.

Melo (2017) tentou compreender os processos geradores das feições erosivas a partir de análises dos fatores condicionantes (granulometria, mineralogia, densidade do solo,

densidade de partículas, porosidades total, umidade, matéria orgânica e pH) e feitas medidas morfométricas das voçorocas, concluindo que as chuvas abundantes e concentradas durante três meses na região em conjunção que o solo encontrasse desprotegido de vegetação, solos frágeis compostos basicamente de quartzo, ajudam ao surgimento e evolução dos processos erosivos em Pacaraima.

2.3. GEOTECNOLOGIA APLICADA A ESTUDOS DA PAISAGEM

Quando falamos de geotecnologias, segundo Rosa (2005, p.81), estamos nos referindo ao “conjunto de tecnologias para coleta, processamento, análise e oferta de informação com referência geográfica”.

A evolução tecnológica das últimas décadas do século XX e início do século XXI, provocou reações no meio científico, especialmente no que diz respeito à aplicabilidade de seus produtos e à relação entre técnicas e questões epistemológicas aprofundadas (FITZ, 2008).

Para Rosa (2005, p. 83), “os métodos para produção de mapas, assim como para atualização cartográfica evoluíram gradativamente com o advento de novos processos tecnológicos, principalmente na área da informática, com o mapeamento digital”.

A ciência geográfica, pode ser considerada como fornecedora teórica e metodológica das geotecnologias segundo Fritz (2008). Deste modo, o problema fundamental da Ciência da Geoinformação é o estudo e a implementação de diferentes formas de representação computacional do espaço geográfico (CÂMARA et al., 2001).

O estudo do espaço geográfico e dos aspectos ambientais nele inseridos podem ser trabalhados de maneira mais ágil, fácil e rápida com as novas tecnologias. Nesse contexto, as geotecnologias tendem a ocupar um lugar de destaque em virtude de sua funcionalidade (FITZ, 2008).

Também conhecidas como "geoprocessamento", num conceito mais abrangente, Rosa (2005, p. 81) define as geotecnologias como “o conjunto de tecnologias para coleta, processamento, análise e oferta de informação com referência geográfica”, compostas por soluções em hardware, software e *peopleware* que juntas constituem poderosas ferramentas para tomada de decisão.

Com a evolução da tecnologia de geoprocessamento e de *softwares* gráficos é muito comum falar de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) ou *Geographic Information System* por suas siglas em inglês (GIS) e Geoprocessamento que em muitos casos são confundidos os termos. O Geoprocessamento é o conceito mais abrangente e representa qualquer tipo de

processamento de dados georeferenciados, enquanto um SIG ou GIS processa dados gráficos e não gráficos (alfanuméricos) com ênfase em análises espaciais e modelagens de superfícies (BURROUGH, 1987, apud ROSA, 2005).

Para Câmara, Davis e Monteiro (2001), Geoprocessamento é uma tecnologia interdisciplinar, que permite a convergência de diferentes disciplinas científicas para o estudo de fenômenos ambientais e urbanos. Ou ainda, que “o espaço é uma linguagem comum” para as diferentes disciplinas do conhecimento.

O avanço tecnológico que tem causado maior influência na pesquisa geográfica está relacionado ao advento das geotecnologias, com especial destaque para os SIGs e os avanços na área do Sensoriamento Remoto (FITZ, 2008).

Os SIG são aplicados para sistemas que realizam o tratamento computacional de dados geográficos e informações não apenas com base em suas características alfanuméricas, mas também, através de sua localização espacial. Quando se fala de dados geográficos significa que são dados georreferenciados, ou seja, localizados na superfície terrestre e representados numa projeção cartográfica (CÂMARA et al., 2001).

Nesta pesquisa empregaram-se os SIGs SPRING 5.4.3 e Arc. GIS 10.0 para análises de banco de dados geográficos, processamento e interpretação de imagens e como para a vetorização e geração de mapas temáticos.

No referente ao Sensoriamento Remoto, tecnologia criada para fins militares de defesa e reconhecimento do terreno que, após guerra ficou disponível para uso civil, a exemplo de levantamento de recursos naturais Novo (2010).

A ciência geomorfológica é uma das mais beneficiadas pela tecnologia de sensoriamento remoto, baseando o estudo do relevo em uma variedade de dados e técnicas que fornecem níveis de informação, permitindo ao investigador mapear, medir e estudar uma variedade de fenômenos geomorfológicos com maior rapidez e precisão (FLORENZANO, 2008).

Novo (2010) ressalta que o termo sensoriamento remoto apareceu na literatura científica em 1960 e significava simplesmente a aquisição de informação sem contato físico com os objetos.

Numa definição mais abrangente o sensoriamento remoto é definido como a tecnologia de aquisição, a distância, de dados da superfície terrestre por meio de sensores que captam a energia (radiação eletromagnética) refletida ou emitida pela superfície em diferentes comprimentos de onda ou frequência (FLORENZANO, 2008).

As imagens representam formas de captura indireta de informação espacial. Armazenadas como matrizes, cada elemento de imagem (denominado "pixel") tem um valor proporcional à energia eletromagnética refletida ou emitida pela área da superfície terrestre correspondente (CÂMARA et al. 2001).

Rosa (2005), ressalta como a principal importância do sensoriamento remoto na cartografia é a rapidez e redução de custos obtidos através da utilização de imagens orbitais, que vêm acompanhadas de uma qualidade cada vez maior no que diz respeito à resolução espacial.

Para o desenvolvimento desta pesquisa utilizaremos dados obtidos através de imagens geradas por sensores instalados em satélites colocados na órbita terrestre como é o caso dos dados radar SRTM.

No Brasil, o sensoriamento remoto tomou impulso na década de 60 com o projeto RADAMBRASIL, que tinha como objetivo realizar um levantamento integrado dos recursos naturais do país (ROSA, 2005).

No estado de Roraima o projeto RADAMBRASIL permitiu a elaboração de mapeamentos com escala de 1:500.000, a exemplo do projeto Roraima Central, elaborado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) na década de 90 (SILVA et al., 2009).

A base cartográfica gerada serviu como baseamento para várias pesquisas que utilizam o sensores remoto como equipamento para o estudo geomorfológico do estado de Roraima, a exemplo as pesquisas: utilização de imagens de Sensoriamento Remoto, Dados Aerogeofísicos e de Técnicas de integração digital para o estudo geológico do Norte do Estado de Roraima-Brasil (TAVARES JÚNIOR, 2004); geomorfologia do estado de Roraima por imagens de sensores remoto (BESERRA NETA; TAVARES JUNIOR, 2008); compartimentos geomorfológicos da região de Pacaraima (NASCIMENTO; TAVARES JÚNIOR; BESERRA NETA, 2011); estudo dos compartimentos geomorfológicos na serra do Tepequém – RR, através de fotointerpretação em imagens de sensores remotos e produtos integrados via IHS (NASCIMENTO; TAVARES JÚNIOR; BESERRA NETA, 2012); utilização de imagens de sensoriamento remoto orbital para reconhecimento e análise da dinâmica da paisagem na sede do município de Pacaraima–Roraima (ALMEIDA, 2008); compartimentação geomorfológica da serra do Tepequém – RR, com base em produtos de sensoriamento remoto (NASCIMENTO, 2013); compartimentação geomorfológica de Roraima por meio de análise de morfoestruturas, estudo de caso: Serra do Tepequém e o Graben do Tacutu (TAVARES JÚNIOR et al., 2013).

Há trabalhos que estudam o relevo através do uso dos dados SRTM como o caso Falcão (2012), que estudou a Geomorfologia da região centro-norte de Roraima utilizando técnicas de tratamento e interpretação de imagens raster da missão SRTM, demonstrou-se que a superposição de imagens de declividade e o sombreamento do relevo, revelou-se como uma das melhores composições para atenuação de algumas texturas/estruturas e realce de outras, facilitando a análise e interpretação do relevo e ressalta que método é adequado para trabalhos de cunho geomorfológico em tempo hábil aos diferentes objetivos de uso de uma determinada área.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GERAL

- ✓ Analisar o modelado da paisagem atual da cidade de Pacaraima-RR a partir da ação antropogênica e erosiva.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Caracterizar as formas de relevo atual que delimitam a paisagem de Pacaraima, através de técnicas de sensoriamento remoto;
- ✓ Analisar as possíveis mudanças morfológicas do relevo a partir da intervenção antrópica decorrente da expansão urbana;
- ✓ Descrever qualitativa e quantitativamente as feições erosivas encontradas dentro da área urbana da sede do município de Pacaraima.

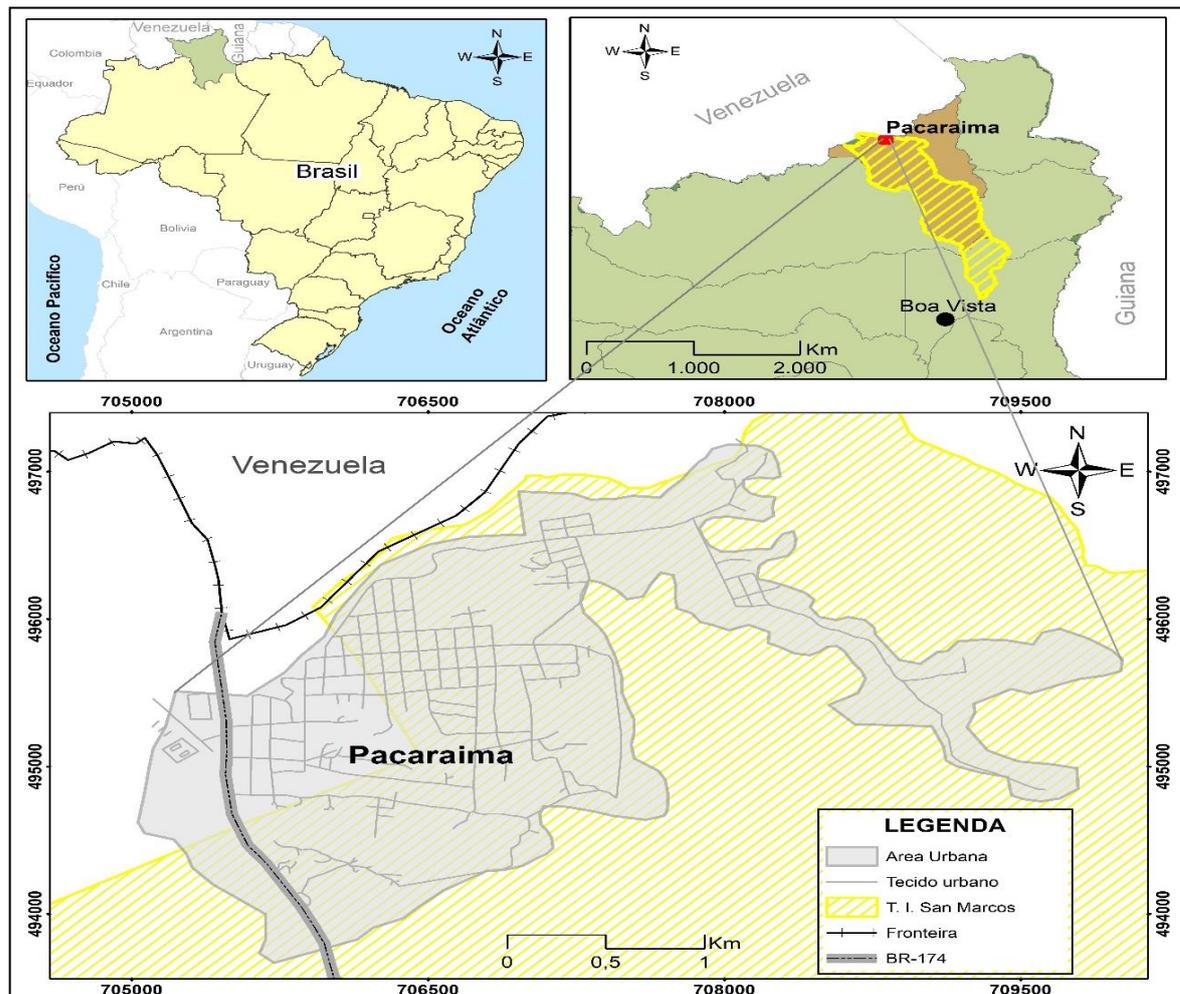
4. MATERIAS E MÉTODOS

Nesta seção, serão abordados a apresentação da localização e a descrição das características fisiografias da área de estudo, bem como os procedimentos metodológicos, relevantes para as fases de elaboração da pesquisa.

4.1. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A cidade de Pacaraima, área de estudo desta pesquisa, está localizada na porção extremo norte do estado de Roraima, precisamente na região de fronteira entre o Brasil e a República Bolivariana da Venezuela, no interior do quadrante limitado pelas coordenadas UTM 20N (701442W, 498443N; 712060W, 498443N; 701442W, 490168N; 712060, 490168N). O acesso para a cidade é pela rodovia federal BR-174 a partir da cidade de Boa Vista, capital do Estado, sentido norte, totalizando em torno de 220 km de percurso (Figura 4).

Figura 4 - Mapa de localização da área urbana cidade de Pacaraima – RR.



Elaboração: Javier A. Caicedo Marquez, 2016.

4.2. CARACTERIZAÇÃO FISIAGRÁFICA DA ÁREA DE ESTUDO

4.2.1. Geologia Regional

Segundo a classificação dos domínios litoestruturais do Estado de Roraima estabelecido por Reis et al. (2003), o Domínio Urariqüera (DU), ocupa o quadrante nordeste de Roraima, onde encontra-se inserida a cidade de Pacaraima, e revela um importante arranjo de lineamentos estruturados em EW a WNW-ESE e NW-SE, onde predominam granitos e vulcanitos em corpos alongados, bem como extensa cobertura sedimentar junto à fronteira com a Guiana e Venezuela.

A área de estudo está sobre a formação geológica identificada como Grupo Surumu pertencente ao domínio litoestrutural Urariquera, formado por rochas vulcânicas efusivas ácidas e de composição intermediária a ácida. Segundo (COSTA, 1999) as rochas ácidas e intermediárias mais expressivas são: riolitos, dacitos, andesitos, já as rochas piroclásticas são: tufos, ignimbritos e brechas.

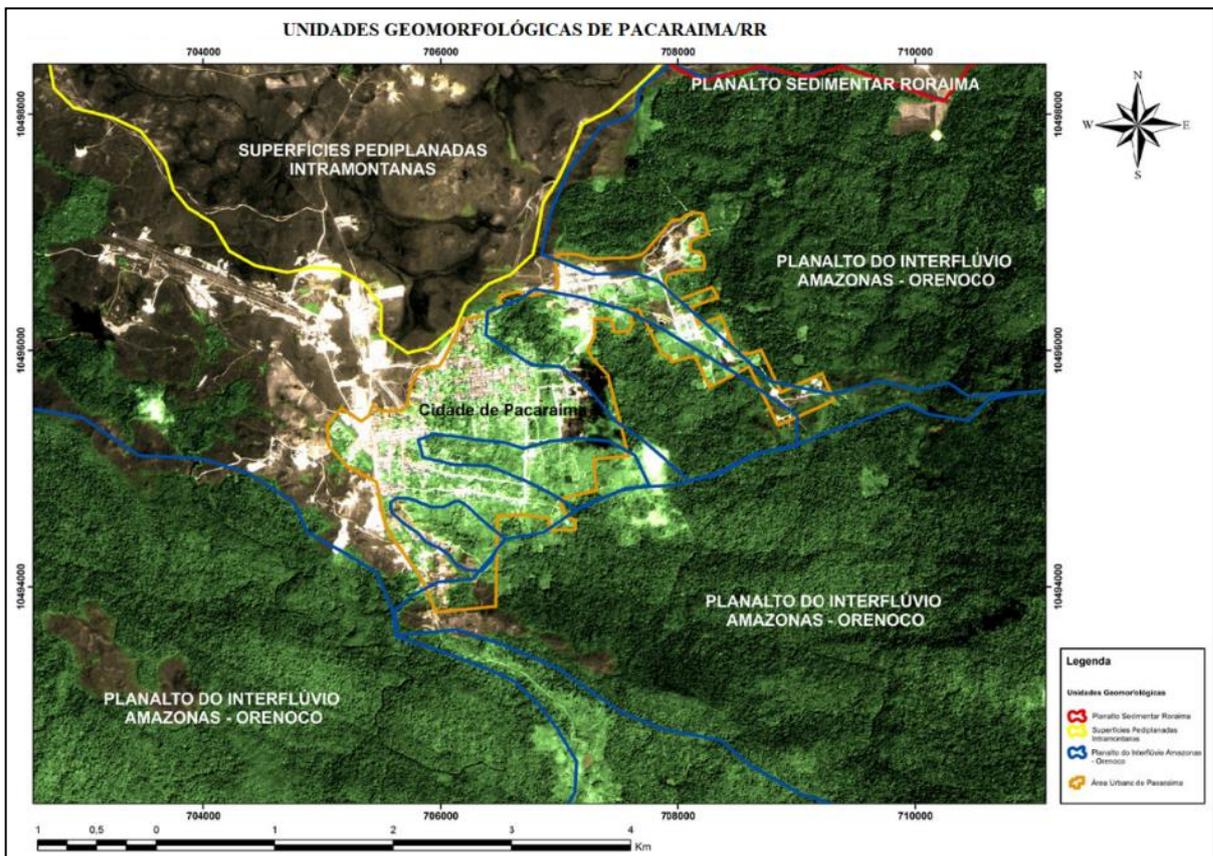
4.2.2. Geomorfologia Regional

O relevo da cidade de Pacaraima e as áreas do entorno estão inseridos em três compartimentos geomorfológicos distintos compreendidos pelas unidades morfoestruturais Planalto do Interflúvio Amazonas-Orenoco, Planalto Sedimentar Roraima e Superfícies Pediplanadas Intramontanas (Figura 5) (FRANCO, et al. 1975); (COSTA, 1999); (BESERRA NETA; TAVARES JÚNIOR, 2008).

Planalto do Interflúvio Amazonas-Orenoco, adquire este nome por se constituir no divisor de águas das bacias dos rios Amazonas e Orenoco. Os relevos apresentam nesta unidade variam de 600 a mais de 2000 metros de altitude. Caracteriza-se por formas dissecadas em cristas e colinas com vertentes ravinadas de forte declividade e vales encaixados (BESERRA NETA; TAVARES JÚNIOR, 2008).

Planalto Sedimentar Roraima representado por serras tabulares, constitui relevo regional em formato de grandes mesas, conhecidos regionalmente por “tepui”. São esculpidos em rochas sedimentares e metassedimentares do Supergrupo Roraima (LADEIRA; DANTAS, 2014).

Figura 5 - Representação das Unidades Geomorfológicas que compõe a paisagem na cidade de Pacaraima – RR. Imagem integrada CBERS 2B/CCD e HRC- 2010.



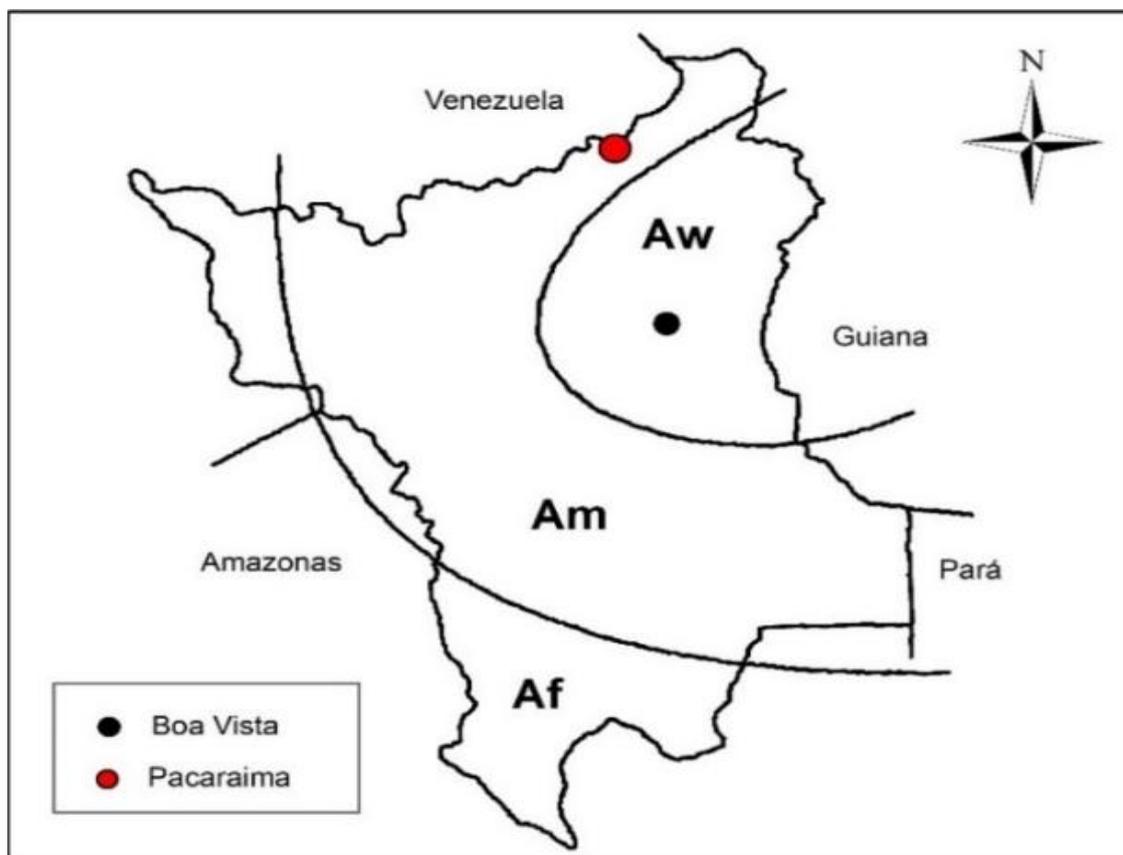
Fonte: Nascimento, Tavares Júnior e Beserra Neta (2011).

Superfícies Pediplanadas Intramontanas – Entre morros e colinas alinhadas encontram-se estreitos vales encaixados gradando para superfícies pediplanadas. Essas superfícies aplainadas recebem os materiais erodidos de morros e colinas que bordejam a cidade de Pacaraima (BESERRA NETA; TAVARES JÚNIOR, 2008).

4.2.3. Clima e Hidrografia regional

Segundo a Classificação Climática de Köppen, que define em faixas o tipo de clima baseado na distribuição de chuvas. A sede do município de Pacaraima encontra-se localizado sobre o grupo climático “Am” correspondente a uma estação seca definida (Figura 6) (BARBOSA, 1997).

Figura 6 - Classificação Climática de Köppen com destaque na sede do município de Pacaraima.



Fonte: Adaptado de Barbosa (1997)

A classificação em menção, relaciona as classes climáticas com a cobertura vegetal natural, nesse sentido, Barbosa (1997) sinala que a distribuição das chuvas em Roraima é um fator intrínseco entre a relação do tipo de vegetação com o relevo.

A caracterização do regime pluviométrico da área de estudo foi estabelecida estatisticamente, utilizando distribuições de frequência e medidas de tendência central dos dados pluviométricos do período desde 1985 até 2014 da estação Marco BV-8, código 8461000 da Quadro 3, disponíveis na Agência Nacional da Água (2016), obtendo o histograma da precipitação média mensal (Figura 7) da região que se localiza a cidade de Pacaraima.

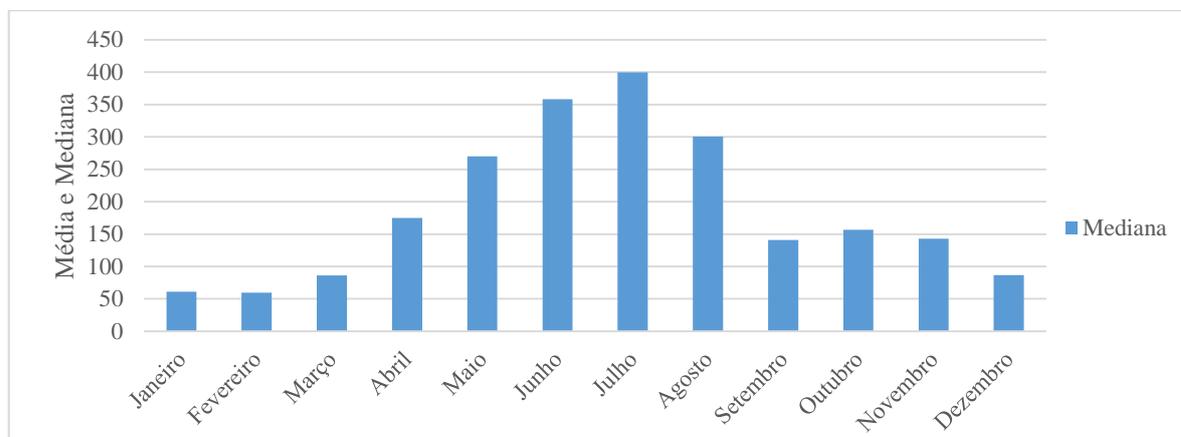
Quadro 3 - Dados pluviométricos mensais da estação Marco BV-8, código 8461000.

DADOS PLUVIOMETRICOS MENSAIS - ESTAÇÃO MARCO BV-8												
ANO	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
1985	18,2		6,5	20	267,2	426,7	445,4	475,1	418,2	157,9	172,3	45,4
1986	26,2	40	52	16,1	297,9	443,4	424,1	170,2	126,5	79	77,8	51,9
1989	236,1	278,7	605,7	148,7	107,3	163,2	120,1	95,1	94,9	181,7	213,2	78,7
1990	25,7	8	149	271,1	240,6	192,3	279,3	150,8	72,3	43,8	31,9	87,5
1991	35,2	29,3	79,6	105,2	233,5	140,6	219,2	214,8	131	58,7	55,9	8,5
1995		0,1	149,7	72	136,8	473,6	504,9	455	140,9	73,3	275,4	165,1
1996	133,6	55,2	94,7	322,2	264,8	414	410,3	320,2	226,1	88,2	202	0,3
1997	226,5	102,9	35,9	160,1	201,8	267,8	399,6	111,1	72,7	95,1	82,5	6,7
1998	8,1			200,1	626,6	357,8	344,5	380,6	296,9	330,3	142,7	193,8
1999	198,9	81,2	99,8	201,8	203,3	401,7	605,1	401,2	221,2	288,2	80,9	114,8
2000	172,9	92	164,7	175,1	335,4	599	401,8	220,8	133,8	262,1	142,7	94,8
2001		10	2,6	12	93,6	358,4	370,2	125,3	154,7	82,9	167,5	94,1
2002	61	3,6	85,8	315,8		534,6	244,9	284,5	143,8	59,6	115,3	34,3
2004	115	51	40,4	159,8	637,6	224	265,5	329,6	365,1	232,6	83,6	131,7
2006	146	93,1	22,6	233,2	436,2	650,4	561,9	407,9	286	101,7	211,2	72,7
2007	5,9	3,8	165,5	383,6	462,2	542,8	349,6	397,1	250,2	156,6	59,1	292,8
2008	71,5	174	104,3	159,4	472,6	572,1	551,3	422,5	64,5	56,3	188	378,2
2009	225,6	84	153,8	71,9	4,7	242,3	277,6	231,9	56	200,2	42,8	64,7
2010	28,9	43,6	67,6	361,7	700,6	703,4	476,8	300,7	160,6	198,7	337,7	185,6
2011	47,4	185,4	293,3	221,4	515,2	316,3	286,2	234,3	105,3	257,2	182,2	39,5
2012	82,8	258,7	86,3	356,3	272,9	248,1	399,5	324,3	118,6	122,2	121,3	86,8
2013	7,3	121,7	20,1	205,3	466,3	345,8	419	387,6	141,6	241,9	69	133,8
2014	34,1	59,4	32,9	107,5	157,6	270,3	171	272,8	74	225	347,5	7
Media	53,96	38,11	66,45	137,03	242,47	353,45	347,25	266,39	143,83	132,32	122,76	55,42
Mediana	61	59,4	86,05	175,1	270,05	358,4	399,5	300,7	140,9	156,6	142,7	86,8
Desvio padrão	76,91	69,95	71,36	106,81	202,28	160,18	121,14	98,68	86,46	89,12	91,31	100,26

Organização: Javier Caicedo Marquez, 2017.

A Tabela 2 mostra os valores mensais das médias, mediana e desvio padrão. Embora a média aritmética é a medida de tendência central mais usada, não é o valor mais provável de ocorrer o evento. Assim para o estabelecimento do regime de chuvas foi utilizado o critério de Almeida (2013) que consiste na identificação da sequência dos meses com os maiores valores da mediana, gerando assim o histograma da precipitação mensal do município de Pacaraima.

Figura 7 - Histograma da precipitação mensal, do período (1985 até 2014) da estação pluviométrica Marco BV-8, código 8461000 (ANA, 2016).



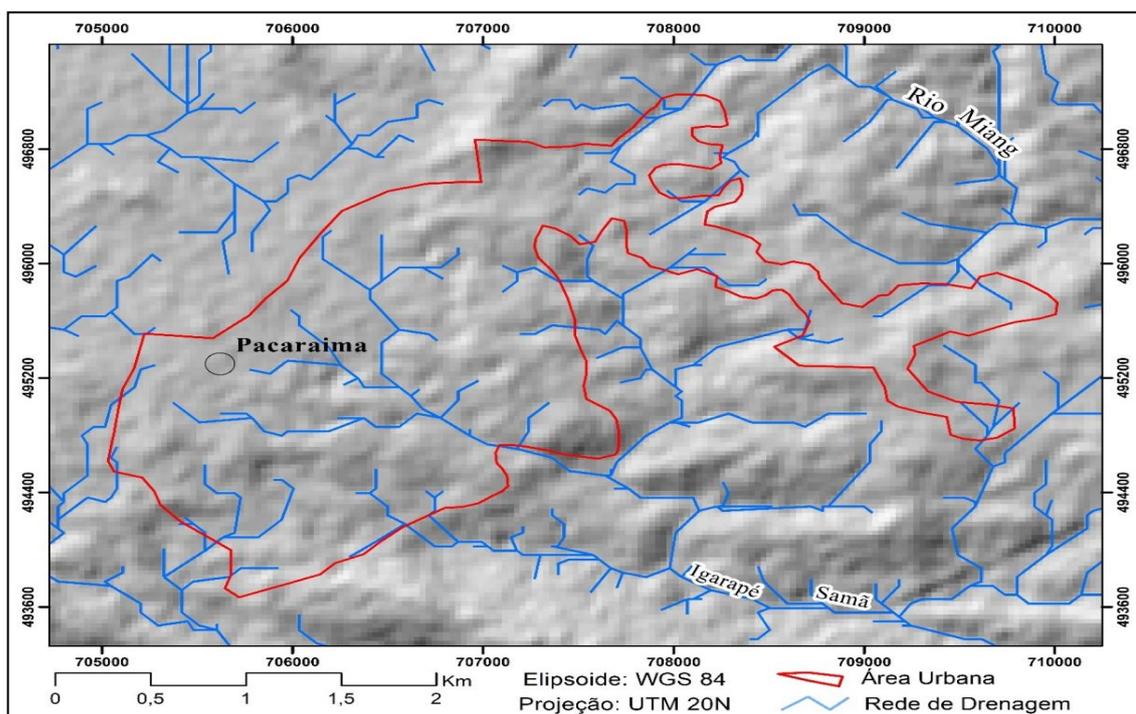
Elaboração: Javier Caicedo Marquez, 2017. Fonte: ANA (2016).

De acordo com o exposto por Barbosa (1997) e conforme a figura 11, constata-se a existência de uma estação seca bem definida com duração média de 4 meses (dezembro, janeiro, fevereiro e março) com uma média que pode atingir 50 mm/mês. O período chuvoso é distribuído, entre os meses de abril a novembro, com ápice nos meses de junho e julho com uma média que pode atingir 350 mm/mês.

De acordo à temperatura, a região da cidade de Pacaraima por se situar na faixa tropical úmida, apresenta uma temperatura média mensal em todos os meses do ano, é superior a 18° e temperatura média anual de 22°C (BARBOSA, 1997). Aranha (2015) por meio da análise dos dados da estação INMET (2015) de Boa Vista, o comportamento anual da temperatura reflete valores mais altos nos períodos secos entre setembro e abril. Os valores mais baixos de temperatura ocorrem no período entre maio e agosto.

Enquanto a hidrografia, a bacia hidrográfica do município é composta pelos rios Cotingo, Parimé e Surumú que consistem em tributários da principal bacia do Estado a composta pelo Rio Branco. As principais drenagens da área urbana se encontram compostas pelo rio Miang ao leste e o igarapé Samã ao sul segundo, com direção preferencial NW-SE ajustando-se ao arranjo estrutural regional. Essas drenagens pertencem à bacia hidrográfica do rio Surumu (Figura 8) (IBGE, 1984).

Figura 8 - Carta imagem SRTM com destaque na rede de drenagem e relevo sombreado da área urbana da sede do município de Pacaraima - RR.



Elaboração: Javier Caicedo Marquez, 2017.

Os padrões de drenagem da figura 13 evidenciam que o controle estrutural regional WNW- ESE ao sul da cidade, configuram uma rede de drenagens de tipo paralelas, no entanto, nos morros e colinas de baixa declividade e áreas aplainadas, identifica-se um padrão de drenagem de tipo sub-dendrítico com leve controle estrutural.

4.2.4. Pedologia Regional

Dentro do conjunto de serras que conformam o planalto do interflúvio Amazonas-Orenoco, a serra de Pacaraima, formada por rochas vulcânicas ácidas, sustenta a pedologia da área de estudo, associada a Latossolos Vermelho-Amarelos e a Cambissolos latossólicos rasos (Figura 9) (VALE JUNIOR; SOUZA; NASCIMENTO, 2014).

Os Latossolos Vermelho-Amarelos são resultantes do intemperismo de rochas ígneas e metamórficas, ou de rochas vulcânicas básicas como balsatos e diabásicos. São solos profundos e bem drenados localizados nos topos mais aplainados da paisagem, em relevo suave a ondulado (VALE JUNIOR; SOUZA; NASCIMENTO, 2014).

Já os cambissolos são solos com acentuado grau de intemperismo do material de origem por localizar-se nas encostas mais íngremes. São solos que variam de rasos a profundos, com textura de franco-arenosa até argilosa (VALE JUNIOR; SOUZA; NASCIMENTO, 2014).

Figura 9 - Perfil de solo exposto na parede da voçoroca 2. Na figura se mostra o solo raso em contato com a rocha alterada (saprólito).



Fotografia: Javier Caicedo Marquez, 2017. Acervo pessoal. Pacaraima-RR.

Este tipo de solos encontra-se constituídos predominantemente de K-Feldspato, Quartzo, Caulinita e Muscovita. Tal composição concorda com o tipo litológico predominante (dacitos). Em relação à caulinita e muscovita, consideram-se produtos derivados de processos de alteração intempérica (MELO, 2017).

Os solos de Pacaraima caracterizam-se por ser solos extremamente ácidos. Dita característica reflete no potencial de erodibilidade do solo tornando-os susceptíveis aos processos erosivos (MELO, 2017).

O perfil do solo de Pacaraima caracteriza-se por ser solos profundos conformados por horizontes A e B. Geralmente, o horizonte A apresenta textura siltica de cor marrom com profundidade que pode variar entre 0,30m a 0,60m, no entanto o horizonte B encontra-se representado pelo saprólito com profundidades que variam desde 1m a 1,16m (MELO, 2017).

Enquanto a granulometria, Melo (2017) destaca que no solo de Pacaraima ocorre uma predominância do silte, seguido pela argila e secundariamente a areia. Ainda Melo ressalta que a fração areia caracteriza-se por grãos pobremente selecionado, ou seja, que sofreu pouco transporte o que significa que a área fonte desse solo não está distante.

4.2.5. Vegetação Regional

De acordo com o estudo de Almeida (2008), através da interpretação visual de imagens LANSAT-5/TM, a região da sede do município de Pacaraima encontra-se formado por quatro unidades de paisagem: unidades de floresta, unidades de savana, unidade de desflorestamento e unidades de área urbana.

A unidade de floresta, segundo a CRPM (2002) citado por SEPLAN (2014) compreende: Floresta estacional (Fe) e floresta Ombrófila Aluvial. Esta unidade é encontrada em relevos declivosos, associada a solos rasos da formação Surumu e nas bordas das drenagens da região (Figura 10) (Almeida, 2008; SILVA, 1997).

Figura 10 - Visão parcial da unidade de paisagem de floresta caracterizada por floresta ombrófila que recobre morros e colinas da cidade de Pacaraima.



Fotografia: Javier Caicedo Marquez, 2017. Acervo pessoal. Pacaraima-RR.

A unidade de savana encontra-se representada por vegetação rasteira como gramíneas, que recobrem parcialmente a superfície do solo, por árvores e arbustos que se desenvolvem pouco (SILVA, 1997). Nas bordas das drenagens encontram-se manchas de mata ciliar, região muito alterada pela ação antrópica. Almeida (2008) atribui a vegetação rala desta unidade como propícia para o processo de ocupação e fácil a ser erodida desencadeando processos erosivos que sofre a região (Figura 11).

Figura 11 - Visão parcial da unidade de savana caracterizada por arbustos e gramíneas que recobre a superfície do solo da cidade de Pacaraima.



Fotografia: Javier Caicedo Marquez, 2017. Acervo pessoal. Pacaraima-RR.

No estudo feito por Almeida (2008) referente a evolução da paisagem, observou-se que a unidade de floresta tende a uma diminuição da área associada à expansão do perímetro urbano e no entorno das comunidades indígenas próximas da sede do município.

4.3. MATERIAIS UTILIZADOS

Os dados cartográficos, a exemplo do mapa geológico, mapa geomorfológico e a carta plani-altimétrica, descritos no Quadro 4, serviram como subsidio para a análise e posterior entendimento da configuração da paisagem da cidade de Pacaraima, em junção com os dados gerados a partir do sensoriamento remoto.

Quadro 4 - Dados cartográficos obtidos da área de estudo.

TÍTULO	ESCALA	REFERÊNCIA
Carta Plani-altimétrica Pacaraima – RR, Folha NB.20-Z-D-IV/I MI-13/3	1:100000	IBGE,1984
Mapa Geológico do Estado de Roraima	1:500000	CPRM (2002)
Mapa Geomorfológico do Estado de Roraima	1:1000000	IBGE,2005

Elaboração: Javier Caicedo Marquez, 2017.

A base de dados de Sensoriamento remoto utilizada nesta pesquisa consistiu-se: imagem de satélite LANDSAT 8, do sensor OLI_TIRS, que possui órbita/ponto: 233/57;

imagem da missão topográfica SRTM adquirida originalmente na resolução espacial de ~30m, referente à cena n04_w062_v3 (Quadro 5).

Quadro 5 - Dados de sensoriamento remoto obtidos da área de estudo.

IMAGEM	TIPO	SENSOR	RESOLUÇÃO	BANDA	REFERÊNCIA
SRTM (<i>Suttle Radar Topography Mission</i>) cena n04_w062_v3	Radar	-	~30mts	L e X	http://earthexplorer.usgs.gov/

Elaboração: Javier Caicedo Marquez, 2017.

Para o desenvolvimento das atividades em campo foram utilizados os seguintes materiais:

- ✓ GPS (Global Positioning System) modelo Garmin (map 62sc);
- ✓ Drone Phantom 4;
- ✓ Clinômetro digital;
- ✓ Bússola;
- ✓ Trena (50 metros);
- ✓ Câmara fotográfica.

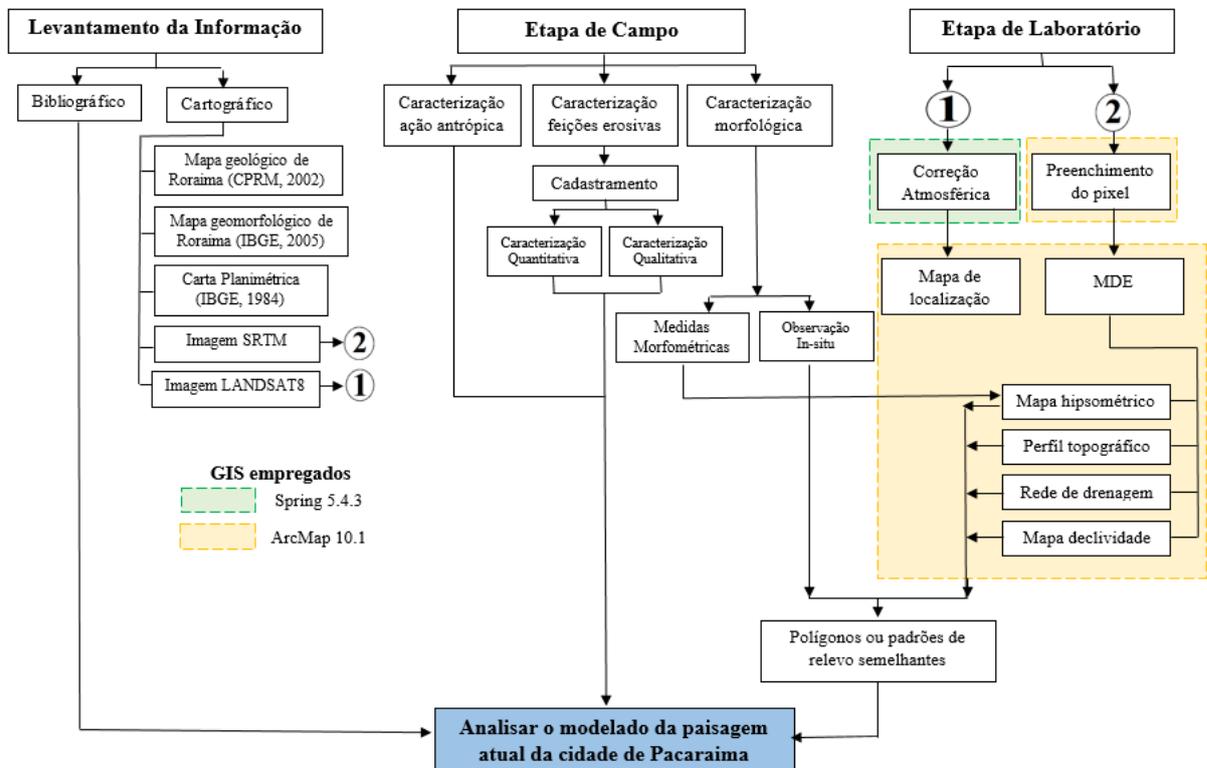
Para o processamento, interpretação, geração do Modelo Digital do Terreno (MDT), vetorização e geração de mapas temáticos precisou-se dos seguintes aplicativos computacionais:

- ✓ Springer 5.4.3;
- ✓ ArcGis 10.0;
- ✓ Corew Draw versão 7.0;

4.4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Na estrutura do trabalho foram considerados vários aspectos: levantamento bibliográfico e de dados cartográficos, etapa de campo e finalmente a etapa de laboratório, como mostra a figura 12, com a finalidade de compreender a compartimentação geomorfológica inserida na paisagem da cidade de Pacaraima e as intervenções advindas da ação antrópica.

Figura 12 - Fluxograma etapa metodológica da análise do modelado da paisagem da cidade de Pacaraima.



Elaboração: Javier Caicedo Marquez, 2017.

4.4.1. Caracterização Geomorfológica

Na caracterização dos compartimentos do relevo se considerou a metodologia de Alves (2016) e Silva (2016) que consiste na observação *in situ* dos elementos característicos da morfologia da paisagem regional, como: formas de relevo sendo de agradação ou denudação, tipologia de topos, vertentes e vales, padrões de ravinamento de dissecação. Da observação gerou-se um registro fotográfico dos compartimentos geomorfológicos da paisagem de Pacaraima.

Das unidades de relevo foram adquiridos dados morfométricos dos morros, colinas, vales e planícies por médio do uso de GPS (*Geographical Position System*) modelo Garmin (map 62sc) e clinômetro digital respectivamente. Os equipamentos foram fornecidos pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia –PPGGEO.

A partir dos dados SRTM se elaborou a caracterização das formas do relevo, gerando os MDE: modelo altimétricos ou hipsométrico e de declividade. Adicional, para auxiliar o entendimento do relevo fez-se necessário a extração da rede de drenagem, utilizando o software ArcGis 10.0, com suas respectivas ferramentas.

Para a geração do modelo de declividade fez-se necessário a utilização da ferramenta *Slope*. Posteriormente se redefiniu as faixas de declividade segundo a (EMBRAPA, 1979):

- ✓ Plano (0 - 3%);
- ✓ Suave-ondulado (3 - 8%);
- ✓ Ondulado (8 - 20%);
- ✓ Forte-ondulado (20 - 45%);
- ✓ Montanhoso (45 - 75%);
- ✓ Forte-montanhoso (> 75%).

O modelo Hipsométrico foi gerado a partir da ferramenta *Raster to TIN*, obtendo assim o mapa hipsométrico da área de estudo. Na superposição do modelo hipsométrico e o modelo de declividade se obteve polígonos ou padrões de relevo semelhantes.

Para auxiliar o entendimento das serras e superfícies aplainada do relevo fez-se necessário o traçado de um perfil topográfico a partir dos MDEs e da rede de drenagem utilizando a ferramenta *Interpolate Line* no *software* ArcGIS 10.3.

Finalmente, nesta etapa foi realizada a extração da drenagem através da ferramenta *ArcHydro Tools*. O resultado da extração, foi a drenagem no formato *shape*. Após a extração, realizou-se a edição vetorial para correção de incompatibilidades detectadas.

4.4.2. Identificação e caracterização das feições erosivas

Para a identificação e caracterização das feições erosivas, foram levadas em consideração as seguintes etapas, deixando claro que neste estudo foram utilizadas duas voçorocas para identificação e mapeamento dos micros feições erosivas.

- a) Etapa de identificação: No campo foram identificados nas vertentes de colinas, morros e vales, as feições erosivas (Voçorocas, ravinas e áreas de escorregamento). Portanto, para denominar as feições erosivas foi seguido o critério de Oliveira (1999), Macro feições são definidas em: ravina, voçorocas. Micro feições são definidas em: pedestais, alcovas de regressão, filetes subverticais, dutos de convergência e caneluras, marmitas ou panelas, quedas de areia, quedas de torrões, costelas e depressões, poças de ressurgência. Nessa pesquisa foi considerado o critério de Guerra et al., (2008) quando referi-se a ravina e voçoroca. Assim, as incisões lineares com profundidade e largura menores que 50 centímetros denominaram ravina, e as incisões lineares maiores a 50 centímetros voçoroca.

- b) Caracterização das feições erosivas foram levados em consideração os parâmetros descritos na ficha de cadastro, adaptado do Vieira (1998) (Apêndice 1): descrição, Localização na vertente, coordenadas geográficas, data de descrição, geologia, geomorfologia, pedologia e vegetação, cadastramento, dimensões e finalmente uma curta identificação da ficha.

Para a análise quantitativa (dimensões voçoroca) e qualitativo (forma da voçoroca) foram obtidas de forma direta em campo, por meio de uma trena (50 metros), e de forma indireta através do uso das imagens geradas pelo Drone Phanthom 4.

Com o intuito de poder realizar medições na imagem obtida pelo Drone, foi disposto na área a ser imageada como escada, uma caixa amarela de papelão com dimensões: 27cm x 23cm.

4.4.3. Identificação e caracterização das possíveis intervenções antrópicas no relevo

O desenvolvimento desta etapa foi baseado na observação empírica para a identificação e caracterização das possíveis intervenções: cortes no relevo para abertura de estradas e vias de acesso; ocupações irregulares em área de riscos com atenuação em a alteração da morfologia natural do relevo para construção de moradias; desmatamento; aterros sanitários ou outras intervenções antrópicas que impliquem a alteração do relevo.

A identificação das intervenções antrópicas vai combinada com registro fotográfico e aquisição de pontos para posterior espacialização e geração de mapas temáticos.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. MODELADO ATUAL DO RELEVO QUE DELIMITA A PAISAGEM DE PACARAIMA - RR.

Para o entendimento da morfologia da paisagem, destaca-se o modelado atual, a partir da descrição morfométrica e morfográfica. Os parâmetros morfométricos (quantitativo) refere-se a hipsometria e declividade, entretanto os parâmetros morfográficos (qualitativos) faz referência aos tipos de relevo.

5.1.1. Descrição Morfométrica

5.1.1.1. Hipsometria

O relevo do perímetro urbano da cidade de Pacaraima esta compreendido entre 660 e 1000 metros de altitude, resultando em uma amplitude máxima de 340 metros. A zona nordeste, onde se situa os bairros Suapí e Jardim Florestal, representam as altitudes de maior elevação, apresentando níveis altímetros que variam de 920 a 1000 metros. As menores altitudes foram identificadas na zona Sul onde se localiza o bairro da Balança, com altitudes que compreendem os 660 até os 850 metros (Figura 13).

A zona Oeste, correspondente ao bairro Centro, caracteriza-se por apresentar altitudes que atingem os 900 metros, característica que se repete no bairro vila velha. Na zona centro identificou-se altitudes que podem atingir os 950 metros, a exemplo do morro do Quiabo e o bairro Vila Nova (Figura 13).

5.1.1.2. Declividade

A declividade da área urbana de Pacaraima encontra-se representada por relevo: plano, suave ondulado, ondulado, forte ondulado e montanhoso. No mapa de declividade da figura 14, é possível identificar áreas com declividade mais suave com inclinação de 0 - 3 % e 3 - 8 referente a relevos plano e suavemente ondulado que, comumente representam as planícies intramontanas. Tal fato pode ser observado nas zonas dos bairros Centro, Vila Nova, Vila Velha, Suapí e Jardim Flrestal.

Alternando com as zonas de relevo plano e suavemente ondulado é possível identificar zonas com declividade 8 - 20% e 20 - 45%, pertencente a relevos ondulados a fortemente ondulados respectivamente com vertentes íngremes e/ou abruptas. Este tipo de relevos pode ser

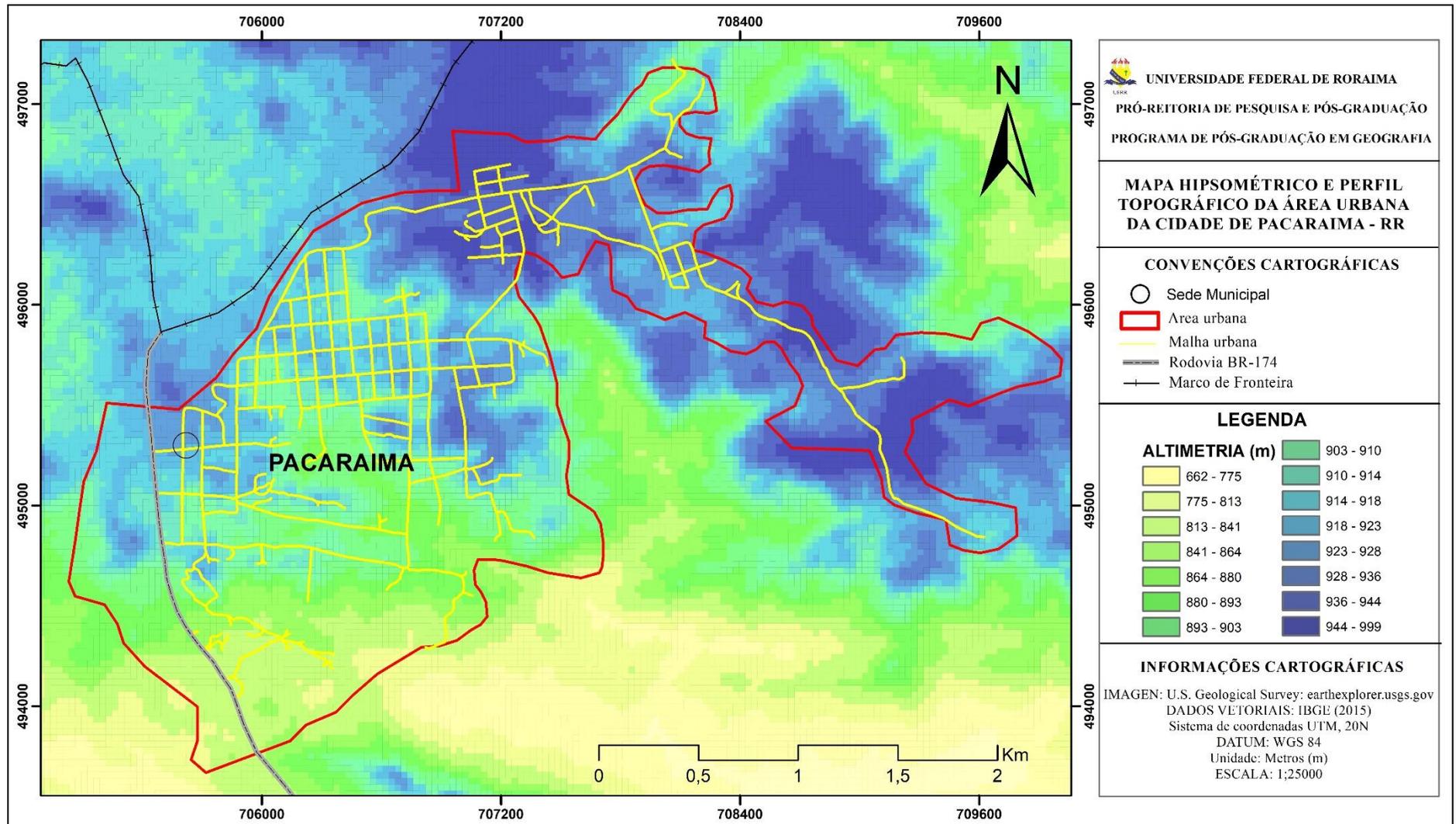
observado ao sul da área urbana no Bairro da Balança representado por morros e colinas com vales abertos figura 14.

No relevo que bordejia a área urbana na porção sul, identifica-se áreas com declividades de 45 – 75%, característicos de um relevo montanhoso, de encosta bastante íngreme com porções abruptas e dissecada pela rede de drenagem.

A importância da variável declividade além do estudo do modelado do relevo, concentra sua relevância no entendimento da dinâmica dos processos morfogenéticos causantes do rebaixamento do relevo. Para Dal'Asta (2010) relevos com declividades superiores a 15% são consideradas como áreas geomorfologicamente instáveis devido a fragilidade de seus taludes e propensão a movimentos de massa.

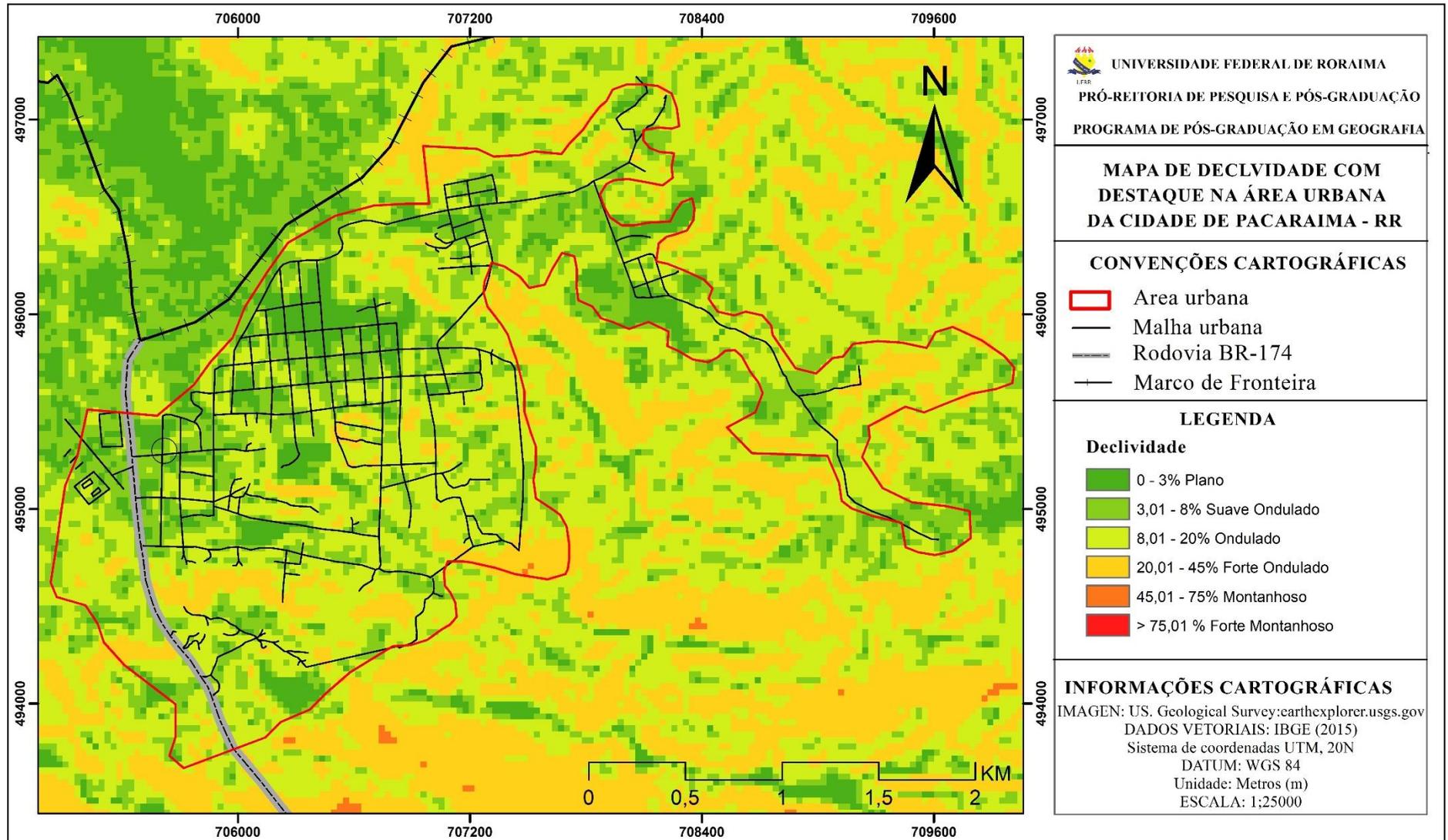
Nesse sentido, a área urbana da cidade de Pacaraima abrange uma área 6,3 km², dos quais o 77,6 % (4,89 km²) pertence a declividades suaves compreendidas entre 0 – 15%. As áreas consideradas como instáveis por apresentar uma declividade superior ao 15% ocupam o 22,3% (1,41 km²) da área urbana.

Figura 13 - Mapa hipsométrico da área urbana da cidade de Pacaraima – RR.



Elaboração: Javier A. Caicedo Marquez, 2017

Figura 14 - Mapa de declividade com destaque na área urbana da cidade de Pacaraima – RR.



Elaboração: Javier A. Caicedo Marquez, 2017.

5.1.2. Descrição morfológica das formas de relevo.

O modelado da paisagem que compõe a região de Pacaraima imprime os processos geomorfológicos que sobre ela atuam. Assim foram identificados os compartimentos geomorfológicos representados por modelados de dissecação⁴ e agradação⁵ (Figura 15).

O modelado de dissecação encontra-se definido pelas unidades: Patamar em cristas estruturado (PCRE), Morros e colinas escalonadas com vales abertos (MEVA) e Morros residuais (MR); e os modelados de acumulação engloba as unidades: Planícies Intramontanas (PI) e Superfícies aluvionares (SA) (Figura 16).

a) Patamar em cristas estruturado (PCRE)

Encontram-se bordejando a área urbana na porção Sul, se destacam na paisagem por atingir grandes altitudes que variam de 670 a 1000 metros. Condicionadas pela estrutura tectônica estas feições encontra-se alinhados as direções E-W e secundariamente WNW- ESSE (Figura 17).

Percebe-se relevos forte montanhoso com declividades que podem chegar a atingir 75 %, que regionalmente são chamados de serras⁶, caracterizado por formas dissecadas em cristas ou pontões, resultado da erosão diferencial. O relevo que compõe esta unidade, apresentam vertentes ravinas com forte declividade intercaladas com vales encaixados.

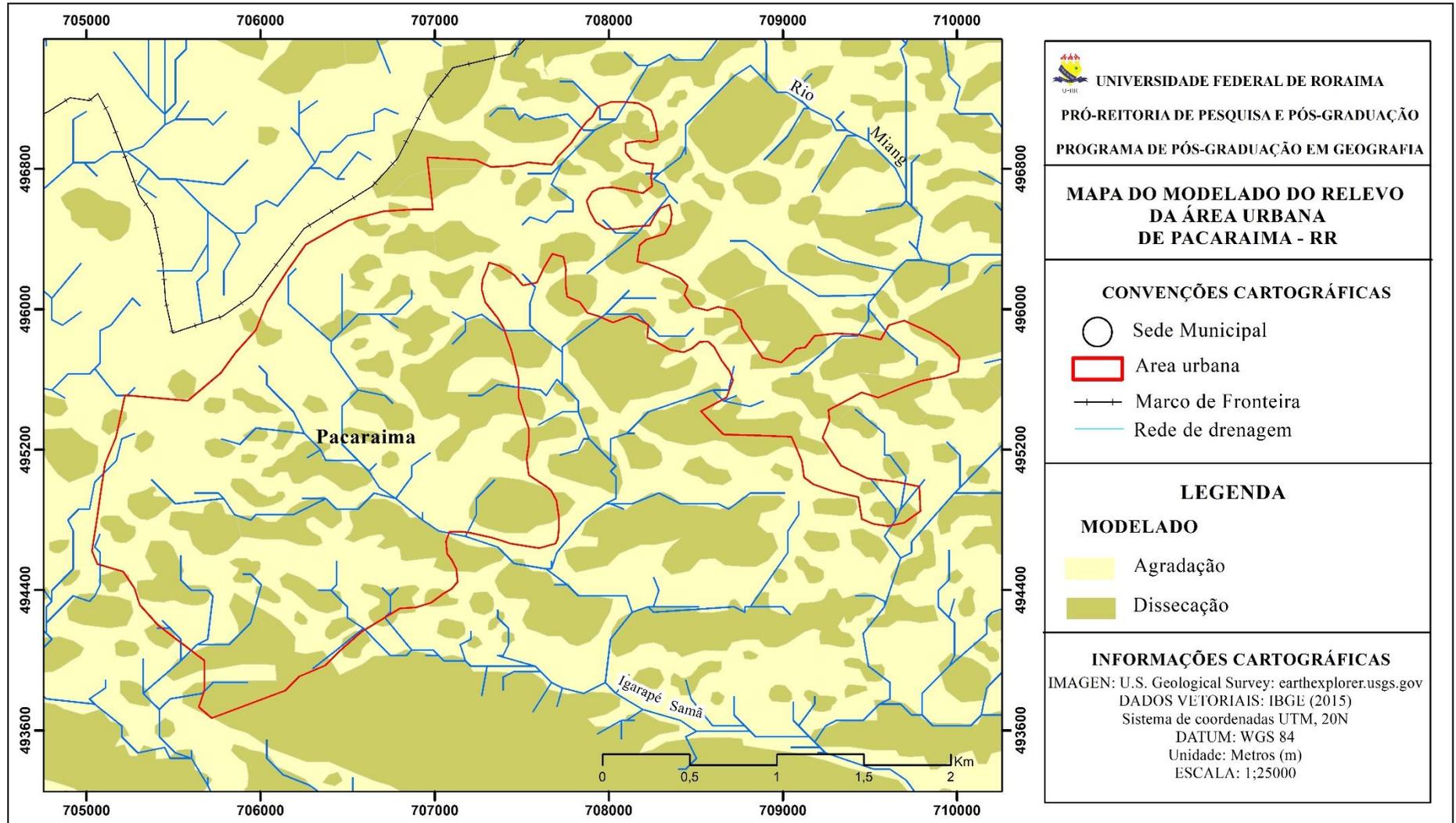
Este compartimento do relevo forma parte da unidade do Planalto do Interflúvio Amazonas-Orenoco, elaborada em rochas vulcânicas ácidas (dacitos) do grupo Surumu (LADEIRA; DANTAS, 2014). Identificou-se que esta formação se encontra geralmente coberta por floresta ombrófila densa, associada a solos rasos da formação Surumu e relevos declivosos.

⁴ Modelado de dissecação são terrenos mais altos que por ação do intemperismo e a erosão os sedimentos são depositados na base de morros e colinas preenchendo depressões.

⁵ Modelado de agradação caracterizados por terrenos baixos e planos, formados por acumulação de material aluvial.

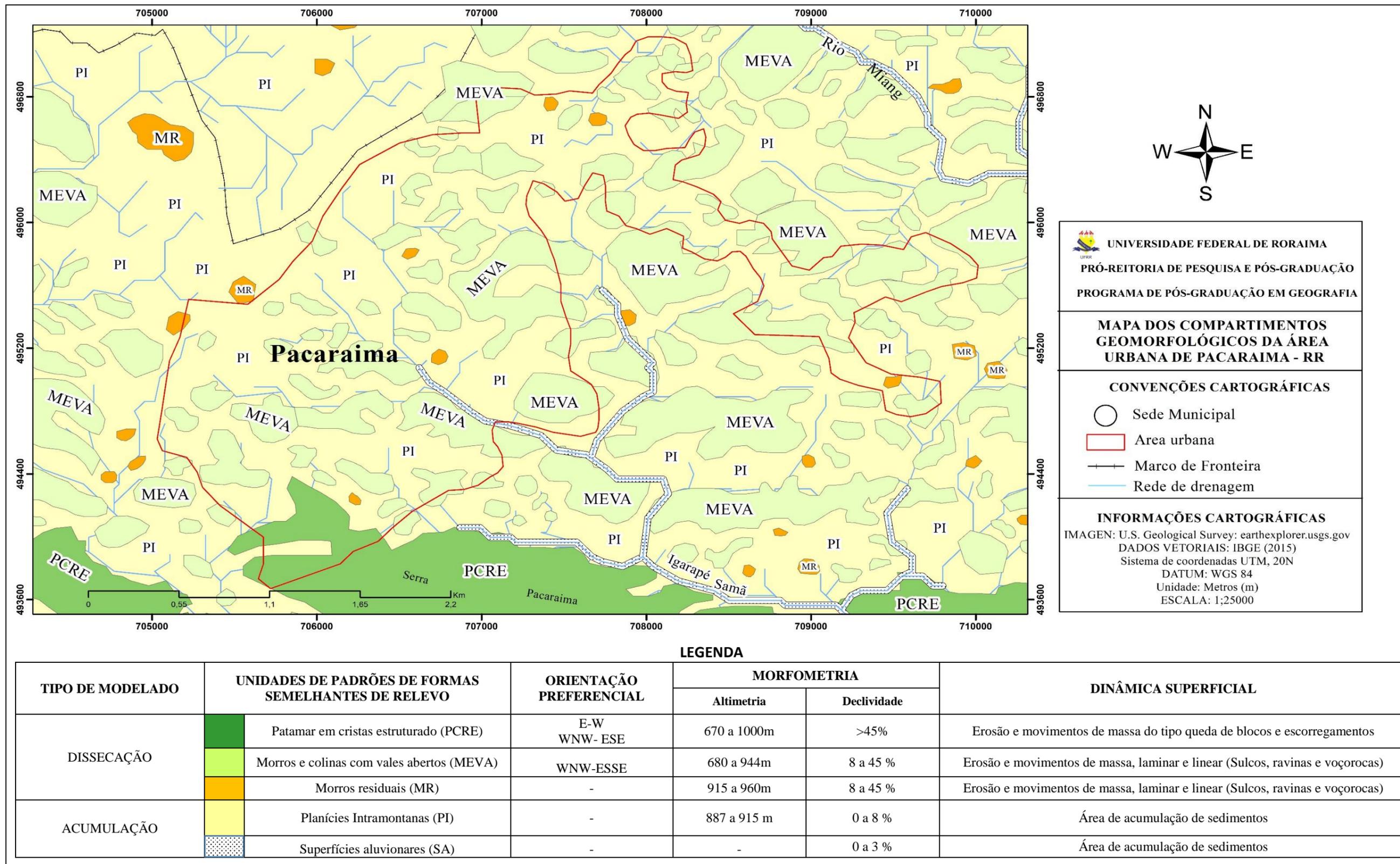
⁶ Serras são elevações de terreno, com domínio de topos angulares, amplitudes acima de 200m e declividades altas (FLORENZANO, 2008)

Figura 15 - Mapa dos compartimentos Geomorfológicos da área urbana da cidade de Pacaraima.



Elaboração: Javier A. Caicedo Marquez, 2017.

Figura 16 - Mapa dos compartimentos Geomorfológicos da área urbana da cidade de Pacaraima.



Elaboração: Javier A. Caicedo Marquez, 2017.

b) Morros e colinas escalonadas com vales abertos (MEVA)

Este compartimento distribui-se por toda a área urbana da cidade, representado por um conjunto de morros⁷ e colinas⁸ agrupados com altitudes que variam de 680 a 944 metros, condicionadas ao padrão estrutural regional E-W variando para WNW-ESSE (Figura 17).

Este tipo de relevos se caracteriza por apresentar topos arredondados côncavo-convexos e encostas com declividades 8-45% características de relevos ondulados a fortemente ondulados. É comum também observar nesta morfologia topos côncavo-convexas alongados com formas retilíneas e encostas suavizadas. Por se tratar de relevos de baixa declividade, imprimem nas suas encostas padrões de drenagem pouco aprofundados.

Recobertos por vestígios de floresta ombrófila e vegetação rasteira como gramíneas e arbustos, estes morros e colinas são sustentados por rochas vulcânicas ácidas (dacitos) do grupo Surumu (LADEIRA; DANTAS, 2014).

Um setor característica de este tipo de morfologia, encontra-se na zona centro, no bairro do Morro do Quiabo, com morfologia de topos arredondas e vertentes côncavo-convexas, encostas suavizadas, recobertas por gramíneas e arbustos, e presença de matações. Está área tornou-se alvo das ocupações irregulares, fato que alenta os processos erosivos.

c) Morros residuais (MR)

Este relevo distribui-se isoladamente por toda a área de estudo em alternância com as planícies intramontanas. Elaborado em rochas vulcânicas do grupo Surumu, é o resultado da erosão diferencial⁹ da rocha, deixando na paisagem relevos testemunhos.

Apresentam altitude que variam de 915 a 960 metros, exibindo topos côncavo-convexas e encostas retilíneas que, na base se tornam côncavas. As encostas com declividade 8-45%, mostram-se trabalhadas pela ação da água pluvial salientada pela ação da gravidade. A vegetação que recobre esta morfologia é de tipo savana como gramíneas e arbustos.

Ao norte da cidade, no bairro do Suapí identificou-se o morro do Elefante, caracterizado por apresentar topos convexos arredondados com declividades que vão desde 8%

⁷ Morros são elevações do terreno, com domínio de topos arredondados, amplitudes entre 100m e 200m, com altas declividades (FLORENZANO, 2008).

⁸ Colinas são baixas elevações do terreno, com topos arredondados a quase planos, amplitudes entre 20m e 60m, com baixas declividades (FLORENZANO, 2008).

⁹ Erosão diferencial é a atuação dos processos erosivos sobre as diferentes litologias das rochas, criando superfícies mais rebaixadas ou proeminentes.

até 45%, com presença de matacoes nas encostas íngremes, onde se desenvolvem feições erosivas desde a base até o topo (Figura 17).

d) Planícies intramontanas (PI)

Esta morfologia abrange toda a área de estudo em alternância com as superfícies de dissecação e as superfícies aluvionares. É característica por apresentar relevos com declividades baixas 0 – 8%. Este relevo está recoberto por vegetação da unidade de savana como gramíneas e arbustos.

Por se tratar de relevos de baixa declividade, esta morfologia resulta da acumulação do material erodido das áreas mais elevadas, preenchendo as depressões com sedimentos de origem colúvio-aluvionar e dentritico-lateríticas, formando, ao longo do tempo geológico.

Uma área característica de este tipo de relevos identifica-se no território da Venezuela, que intercalado com morros residuais configuram a paisagem característica da Gran Sabana. No perímetro urbano da cidade, identificou-se este tipo de relevo ao norte, na área que corresponde ao bairro Suapí em contraste com o Planalto Sedimentar Roraima (Figura 17).

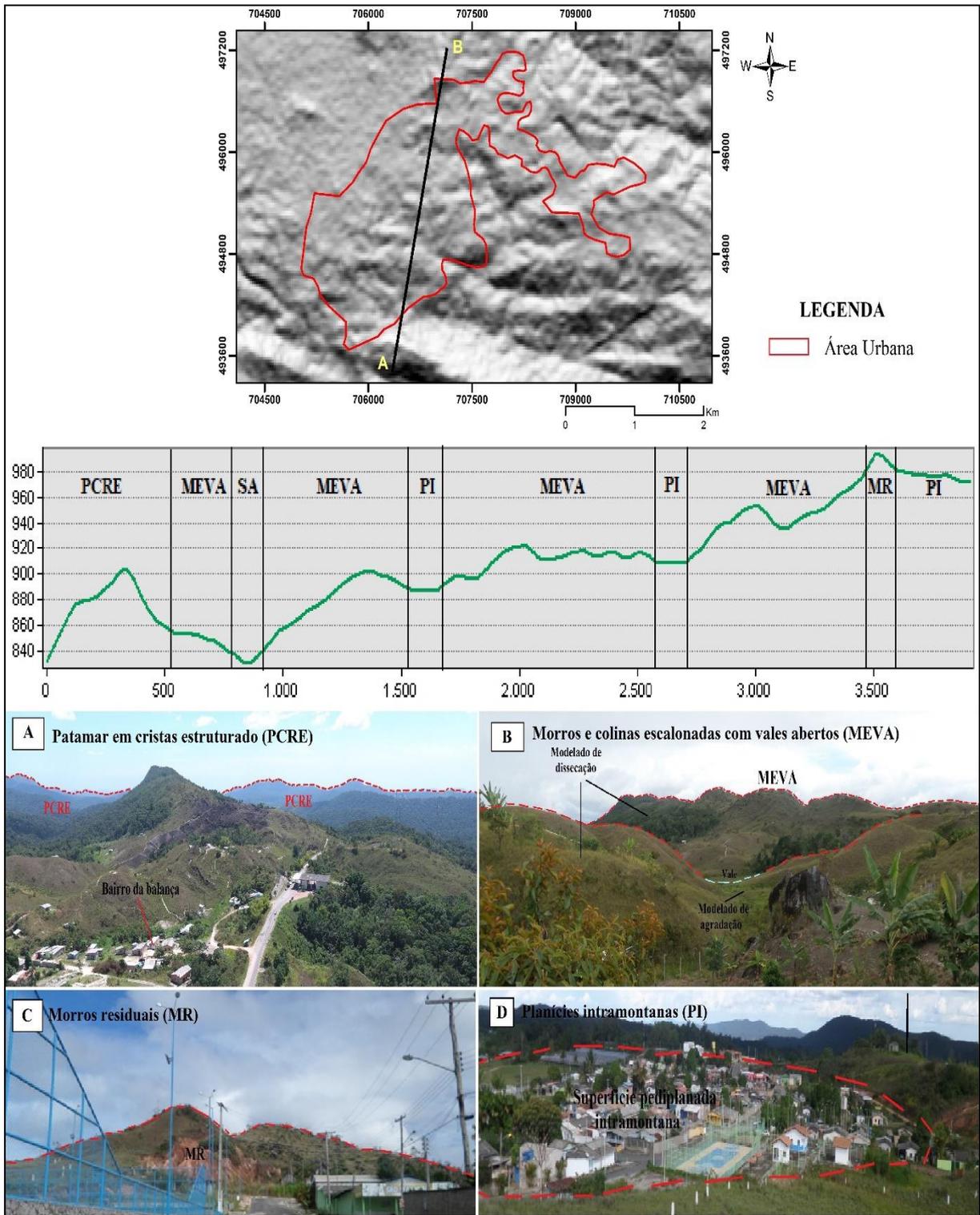
e) Superfícies Aluvionares (SA)

Esse compartimento localiza-se margeando os cursos hídricos, é o resultado da acumulação pluvial de material aluvionar, formando terraços de sedimentos arenosos sob altitudes que variam entre 835 a 940 metros.

Dentro da área urbana esta feição encontra-se bordejando os vales das principais drenagens, com destaque para o igarapé Samã e o rio Miang. Estas drenagens constituem-se de depósitos fluviais de textura arenosa.

Por médio do perfil topográfico A – A' (Figura 17) correspondente à seção transversal da superfície da cidade de Pacaraima, identificou-se dentro do modelado de dissecação os relevos: Patamar em cristas estruturado (PCRE), Morros e colinas escalonadas com vales abertos (MEVA) e Morros residuais (MR). No modelado de acumulação identificou-se as Planícies Intramontanas (PI) e Superfícies Aluvionares.

Figura 17 - Perfil topográfico da área urbana da cidade de Pacaraima com destaque nos tipos de relevos. (A) Patamar em cristas estruturado (PCRE); (B) Morros e colinas escalonadas com vales abertos (MEVA); (C) Morros residuais (MR); (D) Planícies intramontanas (PI) e Superfícies aluvionares (SA).



Elaboração: Javier A. Caicedo Marquez, 2017.

5.2. MUDANÇAS MORFOLÓGICAS DO RELEVO A PARTIR DA INTERVENÇÃO ANTRÓPICA.

A distribuição do espaço urbano da cidade de Pacaraima reflete as significativas alterações e transformações ocorridas em sua organização espacial. As transformações são resultado das relações entre adensamento populacional e necessidade de expansão do tecido urbano. Nesse sentido, este capítulo visa abordar o crescimento urbano da cidade e suas repercussões na morfologia da paisagem de Pacaraima.

A distribuição do tecido urbano da cidade de Pacaraima se encontra condicionado pela declividade. Tal fato é claramente visível no cruzamento do Mapa de Declividade e o Mapa do Crescimento do tecido urbano da cidade de Pacaraima – RR no período de 1973 – 2017 elaborado por Raposo (2015) (Figura 18).

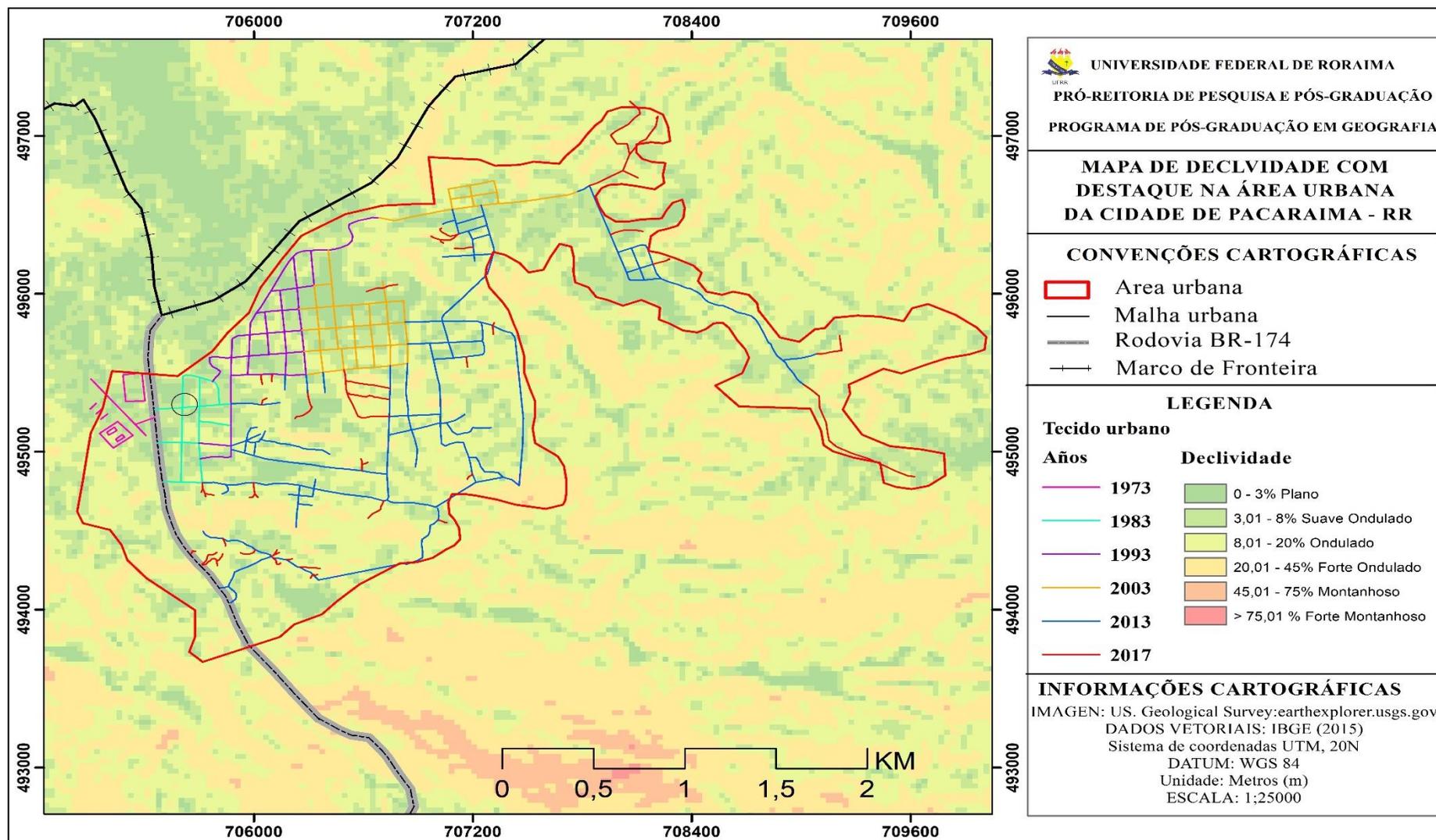
Assim, distingue-se no recorte temporal que, o tecido urbano de Pacaraima desde sua gênese vem ocupando gradualmente as áreas de relevo plano até suave ondulado pertencente a declividades inferiores a 8%, a exemplo bairros Centro, Suapí, Vila Velha e Vila Nova. Identificou-se também que, no intuito de estabelecer moradias, cada vez vem sendo ocupadas as áreas de relevos ondulados a forte mente ondulados com declividades superiores a 8%, a exemplo do bairro da Balança e morro de Quiabo.

Ante o exposto, Silva (2016) assegura que, muitas cidades iniciaram a estruturação ou construção de seu sítio urbano, na maioria das vezes, em compartimentos geomorfológicos de topos suavemente ondulados e planos. Na necessidade da expansão territorial urbana, são incorporadas novas áreas, iniciando o processo de ocupação, geralmente, em áreas de topos, estendendo-se pelo domínio das vertentes até atingir os fundos de vale.

Nesse sentido, Município de Pacaraima não conta com legislação que regule o parcelamento e uso de solo, estabelecendo limites de acordo à declividade para o processo de urbanização. Como resultado da falta de restrições o tecido urbano está se expandindo para as áreas com altas declividades como mostra a Figura 18. Tal fato, precisa de obras de regularização do terreno como aterros, modificando assim a morfologia do relevo e potencializando a ação erosiva das águas pluviais.

Referindo-se a expansão urbana Almeida (2008), visou analisar a dinâmica da paisagem de Pacaraima no período de 1990 até 2004 por meio do uso de imagens LANDSAT-5/TM. O autor atingiu identificar que a área urbana da cidade no primer ano de análise foi de 10 km² e da unidade de savana foi de 23,19 km². Já no último ano a área urbana diminuiu a 9,19 km² e a área de savana diminuiu a 22,77 km². Segundo as tendências mostradas nos

Figura 18 - Mapa de declividade com destaque no crescimento do tecido urbano da cidade de Pacaraima – RR no período de 1973 – 2017.



Fonte: Modificado de MIAZAKI, RAPOSO e SENHORAS (2015).

resultados ainda o autor afirma que boa parte da unidade área urbana encontra-se em áreas que antes era da savana.

A ocupação urbana provoca a retirada da vegetação e a exposição dos horizontes mais susceptíveis do solo à erosão. A retirada da vegetação aumenta o escoamento superficial e, conseqüentemente, os processos por ele desencadeados (erosão, escorregamentos).

Através do estudo espaço-temporal no período entre 2002 a 2010 realizado por Cunha, Beserra Neta e Tavares Junior (2011), constatou-se um acréscimo no tecido urbano na sede do município evidenciado pelo aumento das construções de moradias constituídas desordenadamente.

Em concordância com Rocha e Silva (2011) identificou-se que o crescimento da mancha urbana de Pacaraima torna-se em sentido leste, já que há o impedimento do Pelotão Militar de Fronteira no que se refere à uma possível expansão em direção à zona oeste.

Em relação ao crescimento da mancha urbana em sentido norte encontra-se bloqueado pela fronteira com a Venezuela e o acordo “non aedificandi” estabelecido pelo Brasil e a Venezuela (1988) para não realizar nenhum tipo de atividades e obras numa faixa de 30 metros de largura para cada lado da linha fronteira.

No que diz respeito ao crescimento da mancha urbana no sentido sul identificou-se que a irregularidade do relevo é um dos principais impedimentos. Rocha e Silva (2011) sinalam que o processo de erosão é também um empecilho para a expansão no tecido urbano na mencionada área.

Costa; Falcão; Costa, (2006) destacam que no intuito da produção do espaço urbano através da invasão muitas áreas tornam-se vulneráveis aos processos erosivos, a exemplo do morro do Quiabo, que apresenta danos ambientais como desmatamento e queima de áreas de preservação no topo e nas encostas íngremes dos morros e nos vales.

Nesse sentido, as intervenções antrópicas bem como a implantação de estradas, terraplenagem para a construção de moradias se desenvolveram nos vales estreitos encaixados entre morros, encostas e topos originando mudanças morfológicas.

Neste ponto é preciso ressaltar a teoria do equilíbrio dinâmico de Hack (1960), onde uma vez efetivadas as mudanças morfológicas nos elementos do relevo estes saem da estabilidade na qual já se tinham se ajustado dando passo a que processos morfogênicos e intempericos responsáveis pela enculturação das formas do relevo se acelerem. Tal fato ocorre em consideração que o relevo é um sistema aberto em constante troca de energia, razão pela

qual os elementos da morfologia tendem a se ajustar em função das modificações impostas até alcançar a estabilidade novamente.

Nesse sentido, parte-se do pressuposto de que previamente às mudanças morfológicas o relevo se encontrava em uma estabilidade, o que Rodrigues (2005) chamou de morfologia original.

Realizados as mudanças geomorfológicas, ou seja, modificações diretas associadas à ocupação urbana como resultado da construção das moradias e das vias de circulação a exemplo de cortes e aterros nas vertentes, obtemos novas formas de relevo, o que Rodrigues (2005) chamou de morfologia antropogênica, e Barbosa (2014) de formas de relevo antrópico.

A partir das mudanças efetuadas no relevo, este sai da estabilidade em que se encontrava dando passo as modificações indiretas associadas aos processos morfogênicos e intempericos que alteram parcialmente o relevo e a paisagem.

5.2.1. Mudanças morfológicas do relevo

As mudanças morfológicas da paisagem através da ação antrópica, evidenciam como o relevo é apropriado, através do desmatamento, e esculpado através das construções e edificações expressadas por meio de cortes nas vertentes e terraplanagem.

Assim, por médio da saída de campo verificou-se que o desmatamento, terraplanem e cortes nas vertentes para construção de vias e moradia, são as principais ações que, resultado do adensamento populacional, promovem o crescimento da malha urbana, modificando morfologicamente o relevo da cidade de Pacaraima.

5.2.1.1. Desmatamento

A área urbana de Pacaraima expressa notavelmente como ocorre o desmatamento em anseio de uma área onde instalar moradias, ou uma área onde cultivar ou inclusive é incentivado pela própria prefeitura na abertura de estradas e loteamentos.

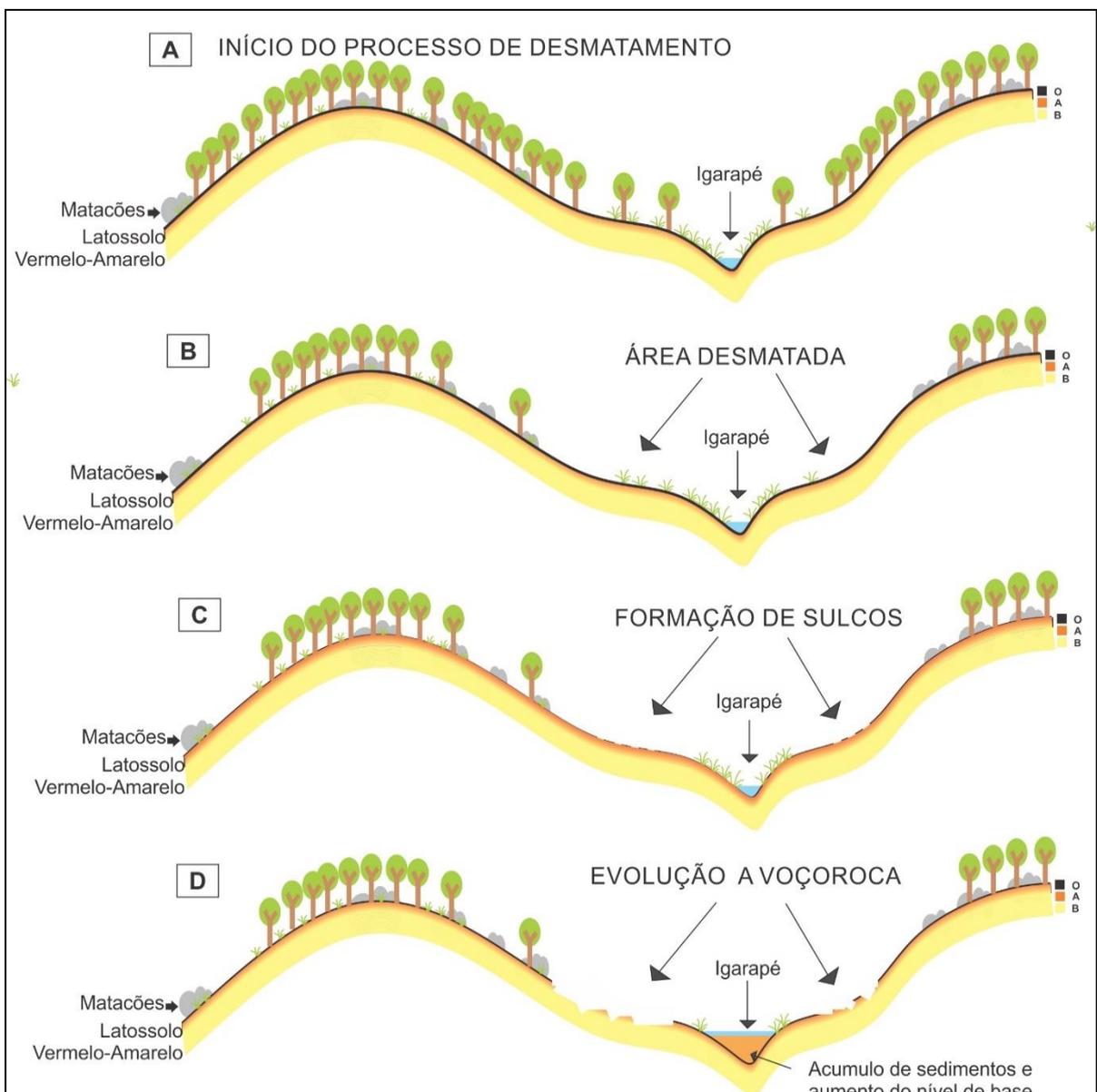
Na área desmatada costuma-se encontrar sinais de como ocorreu dito fato, podendo ser pela queima de vegetação. Nesse sentido, Vieira (2008) destaca que, ainda neste estágio o horizonte orgânico continua favorecendo para uma boa infiltração da água no solo.

O primeiro estágio para que ocorram as mudanças morfológicas em Pacaraima, mesmo que seja de uma forma indireta, é o desmatamento, e constitui uma das primeiras ações antrópicas motivadoras da transformação do relevo. Cabe destacar que as mudanças da morfologia do relevo por desmatamento ocorrem de forma mais lenta em comparação com as

mudanças diretas (cortes e terraplanagem), podendo demorar meses ou anos para perceber na paisagem ditas mudanças (Figura 19).

Uma vez retirada a vegetação que protege o solo da ação da água da chuva, é promovida a ação do *splash*, criando crostas e selagem dos micros poros do solo, diminuindo a infiltração da água do solo, favorecendo ao escorregamento laminar com o aparecimento de pequenos sulcos e ravinas.

Figura 19 – Desenho esquemático do processo de desmatamento como agente modificador da Paisagem na área urbana da cidade de Pacaraima: (A) Início do processo de desmatamento; (B) Área desmatada para apropriação; (C) Formação de sulcos e ravinas; (D) Formação de voçorocas e assoreamento da drenagem.



Elaboração: Javier Caicedo Marquez, 2017.

Após períodos de chuvas constantes e intensa, as águas confluem em um mesmo ponto dando passo ao escoamento linear concentrado promovendo o aprofundamento dos sulco e ravinas que podem evoluir a voçorocas.

Assim, a ocupação antrópica, expressada através do desmatamento para o cultivo do solo, construção de estradas, criação e expansão de núcleos urbanos, sobretudo quando de modo inadequado, constitui o fator decisivo da origem e aceleração dos processos erosivos, pode produzir mudanças significativas no relevo original.

5.2.1.2. Corte na vertente para abertura de estradas

Os cortes nas vertentes acompanhados com aterros é umas práticas muito comum para abrir caminho em relevos acidentados, como é o caso da região norte do estado de Roraima. Um corte consiste na retirada, com certas especificações, do material de uma vertente para instalação da estrada (Figura 20).

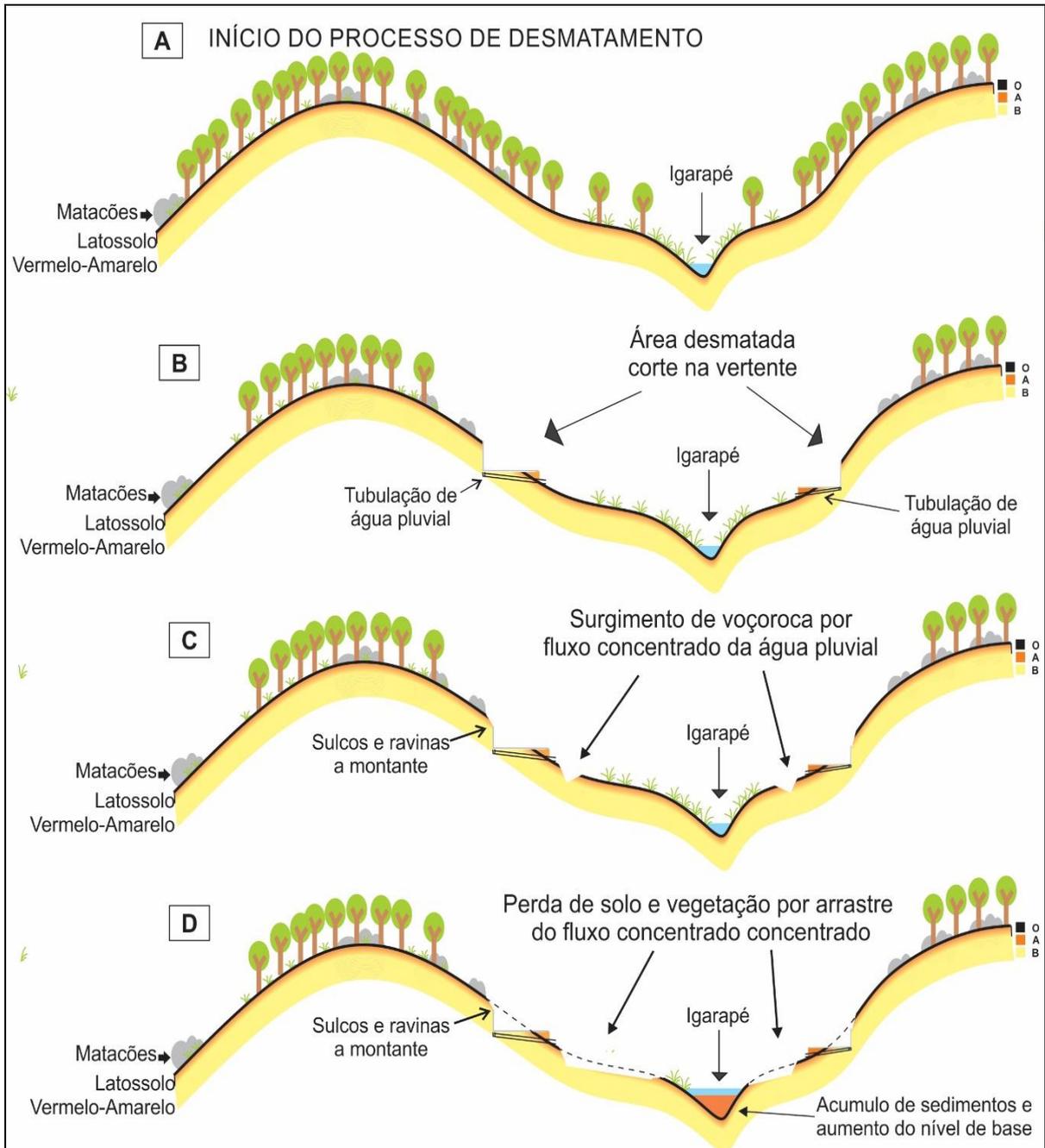
Os aterros modificam as drenagens ao longo da pista, criando obstáculo a drenagem natural e favorecendo a aceleração do escoamento concentrado. Nesse sentido, o comprimento de rampa das vertentes impermeabilizadas pela manta asfáltica que constituem as ruas direciona grande parte do escoamento superficial das águas pluviais para os locais mais baixos do relevo, transportando diferentes tipos de materiais que se acumulam no final da rua.

O material retirado da vertente é depositado nos lugares baixos para estabelecer uma superfície uniforme, obtendo superfícies artificiais sobre as morfologias originais que o Oliveira (1995) chamo de depósitos tecnogênicos.

A rodovia principal de ingresso ao município é a estrada BR-174 que desde Boa vista dista 200 km aproximadamente. Aos lados da referida estrada, próximos à sede do município observam-se inúmeros cortes nas vertentes resultado dos trabalhos de retirada do material para a instalação do pavimento.

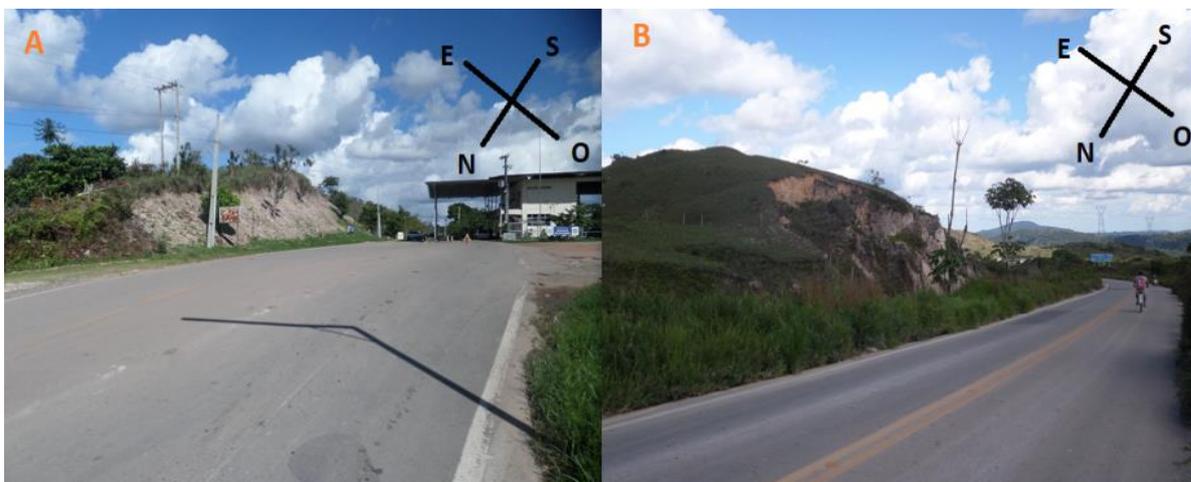
Os cortes que chamaram a atenção que se encontram dentro da área de análise do presente estudo são os localizados na estrada sentido Boa Vista – Pacaraima ao lado direito, perto do posto fiscal brasileiro no bairro da balança e o localizado a cento e cinquenta metros antes de chegar na sede do município (Figura 21).

Figura 20 - Desenho esquemático do processo de corte na vertente para abertura de estrada como agente modificador da Paisagem na área urbana da cidade de Pacaraima: (A) relevo na sua morfologia original; (B) Área desmatada, corte na vertente e instalação de tubulação pluvial; (C) Surgimento de sulco e ravinas; (D) Perda de solo e vegetação por arraste do fluxo concentrado.



Elaboração: Javier Caicedo Marquez, 2017.

Figura 21 - Modificações morfológicas derivadas de cortes na vertente para abertura de estradas: na imagem se mostra a estrada federal BR-174 próximo à sede do município de Pacaraima. (A) mostra-se o corte na vertente perto do posto fiscal brasileiro no bairro da balança; (B) corresponde ao corte localizado a trezentos metros antes de chegar na sede do município.



Organização: Javier Caicedo Marquez, 2017.

No caso do relevo antrópico (A) da Figura 21, verificou-se que o talude se encontra estável recoberto por vegetação rasteira sem relativa modificações indiretas por processos morfogênicos e intempericos, ou seja, sem início de processos erosivos ou formação de ravinas.

Em relação ao relevo antrópico (B) da Figura 21, o panorama diverge com a anterior já que a parte superior do talude, despojado da vegetação após o corte, facilita a atuação das modificações indiretas expressadas em formas de erosão regressiva com a presença de erosão linear (sulcos e ravinas), cicatrizes e depósitos superficial resultado do material erodido. Os processos erosivos em combinação com a morfologia original do relevo e a chegada da época chuvosa tendem a aumentar modificando com maior velocidade a morfologia original do relevo.

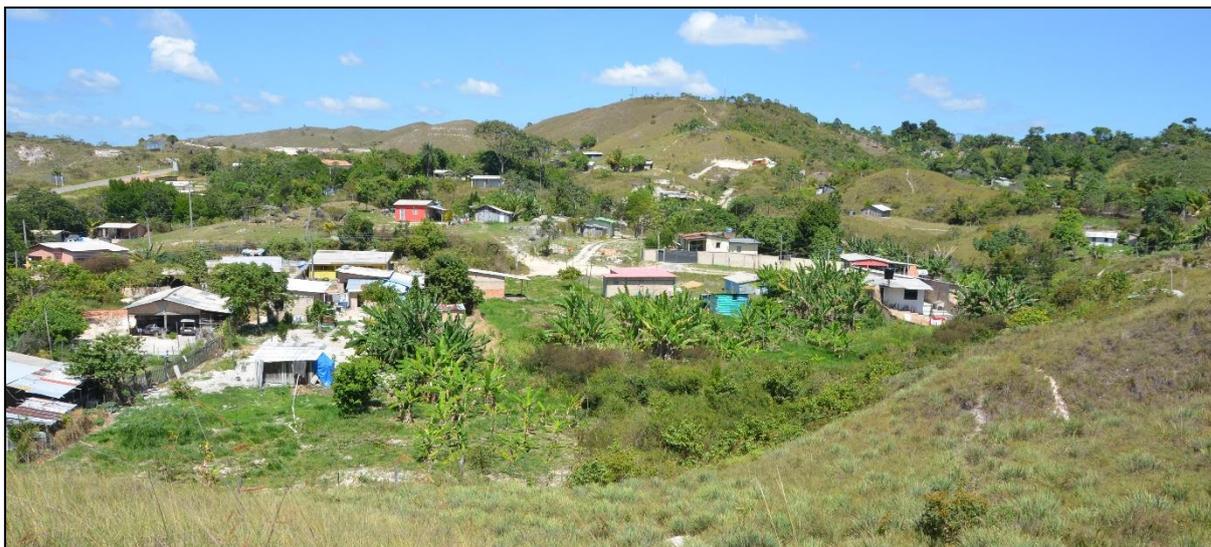
Os efeitos indiretos se expressam, sobretudo, em formas de erosão em canal (sulcos, ravinas e voçorocas), cicatrizes, blocos e depósitos superficiais originados de material erodido, e bancos fluviais ligados ao assoreamento dos cursos d'água.

5.2.1.3. Terraplenagem para construção de moradias

A dizer das zonas com pouca declividade, 0-3% e 3-8 %, identificou-se maior concentração de infraestrutura referente a moradias. Opondo-se a essa situação, as zonas com

maior declividade distinguiram-se pouca infraestrutura, a exemplo do bairro da balança e morro do quiabo, onde os valores da declividade do relevo aumentam até atingir os 45% (Figura 22).

Figura 22 - Vista panorâmica do Bairro da Balança, onde o tecido urbano da cidade se instalou sobre relevos com declividades que podem atingir 30%.



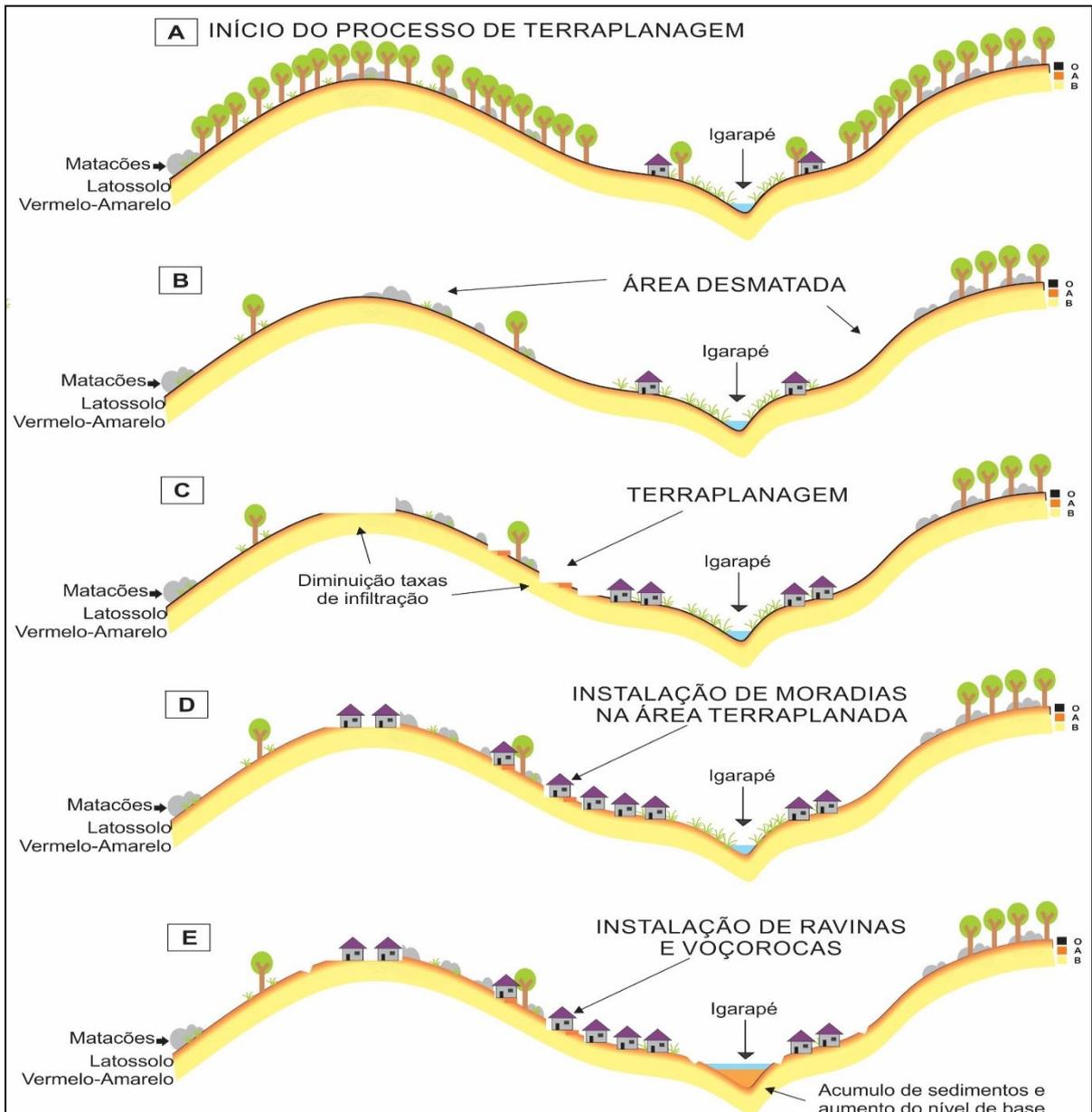
Fotografia: Roberto Carlos Caleffi, 2018.

Nesse sentido, Cunha, Beserra Neta e Tavares Junior (2011) apontam que a evidência da expansão da cidade é dada pela ocupação de morros e colinas situados nas porções WNW-ESE, demonstrando que nos últimos anos as áreas tidas como instáveis (vertentes de morros) foram alvos de ocupações irregulares.

Em concordância com o exposto por Pedro (2008), identificou-se na cidade de Pacaraima que as áreas que apresentam pouca declividade são destinadas as pessoas com maior poder aquisitivo, a diferencia, áreas com declividades mais acentuadas são desvalorizadas e destinadas à população de um menor poder aquisitivo. Tal fato é em parte confirmado pelo Rosa Filho e Souza (2011), ao afirmar que no Brasil as escassas alternativas habitacionais condicionam à população de mais baixa renda a ocupar áreas geologicamente desfavoráveis.

Para tornar apropriadas as áreas com maior declividade para a atividade humana, sobre todo para a construção de moradias, é necessário a remoção da terra das áreas com maior elevação para depois ser depositada nas áreas mais rebaixadas até obter uma superfície regular (Figura 23).

Figura 23 - Desenho esquemático de terraplanagem na vertente para construção de moradias como agente modificador da Paisagem na área urbana da cidade de Pacaraima: (A) relevo na sua morfologia original; (B) Área desmatada; (C) Vertente após o terraplanagem; (D) Instalação de moradias na área terraplanada; (E) Instalação de ravinas e voçorocas.



Elaboração: Javier Caicedo Marquez, 2017.

Assim, verificou-se moradias construídas no topo dos morros, encostas e vales alterando a morfologia natural do relevo e a paisagem. A exemplo, o bairro morro do Quiabo, onde as moradias foram instaladas no topo e meio da vertente alternando com matacões presentes nessa área, tornando-se um risco para os proprietários por rolamento dos blocos rochosos (Figura 24).

Figura 24 - Construção de moradias no topo e médio do morro do Quiabo.



Organização: Javier Caicedo Marquez, 2017. Fotografia: Roberto Carlos Caleffi, 2018.

Outra situação a ser considerada referente ao aplainamento da vertente diz respeito à heterogeneidade dos materiais depositados e compactados. Tal fato, modifica as propriedades físicas do solo como a permeabilidade, tornando a vertente instável com possíveis escorregamentos de massa.

Gomes (2013) destaca que, a instabilidade se deve principalmente a que se gera uma nova condição de infiltração e fluxos superficiais entre os materiais depositados, permitindo planos de menor coesão entre as matérias, favorecendo atuação dos processos erosivos movimento de massa.

Nesse sentido Rosa Filho e Souza (2011) afirmam que, os movimentos de massa são agravados em função da urbanização intensa e da construção de residências em encostas acentuadas, constituindo-se em riscos para as pessoas, por exemplo, o bloqueio de vias de circulação, o soterramento de casas e, conseqüentemente, a ocorrência de vítimas fatais (Figura 25).

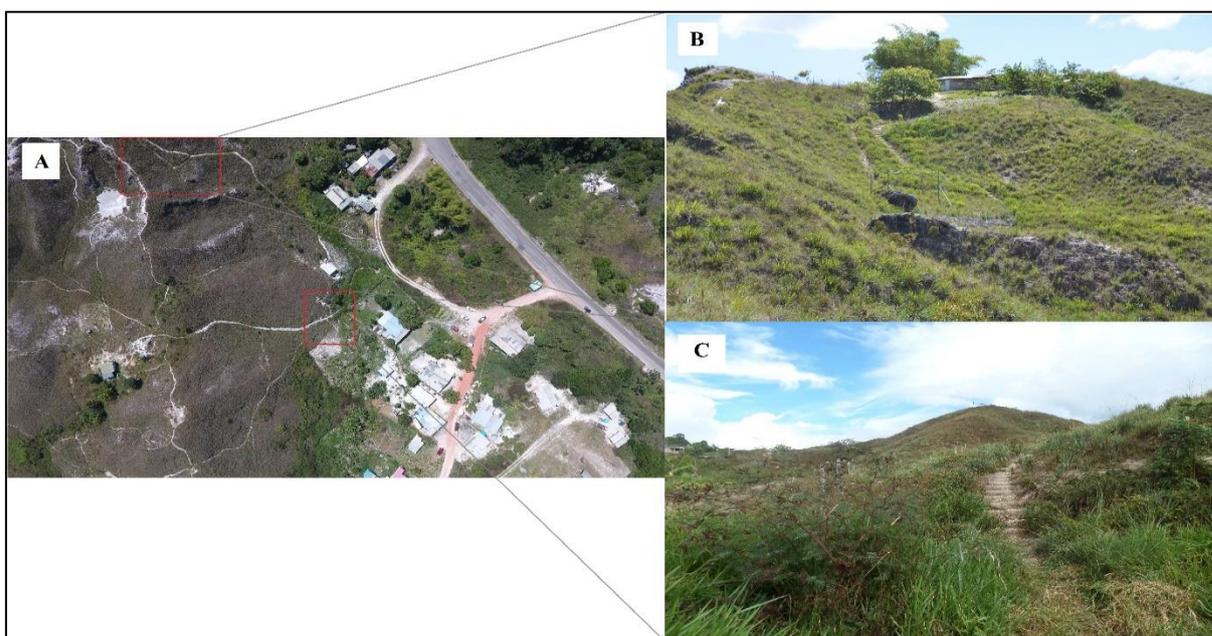
Figura 25. Terraplenagem na vertente para construção de moradias na área urbana da cidade de Pacaraima: (A) relevo na sua morfologia original; (B) vertente após o terraplenagem, relevo antrópico ou morfologia antropogênica.



Organização: Javier Caicedo Marquez, 2017. Fotografia: Acervo pessoal. Pacaraima-RR (2017).

A construção de moradias na parte média e topo dos morros, vem acompanhada de escadarias esculpidas na encosta, utilizadas como trilhas de acesso. Esta atividade inicia-se com a remoção da vegetação, logo após gera-se um corte na vertente que modifica a drenagem natural e concentrando o escoamento por essas trilhas, desencadeando em formação de sulcos e ravinas. Esta pratica associada à época chuvosa aumenta a instabilidade da vertente com possível movimentos de massa, tornando-se um risco para os habitantes (Figura 26).

Figura 26 - Construção de escadarias na encosta como via de acesso às moradias na área urbana da cidade de Pacaraima: (A) Fotografia tomada com o Drone Phantom 4, mostrando as escadarias construída nos morros e colinas; (B) escadaria esculpida na parte baixa da vertente como via de acesso a casa no bairro da Balança; (C) escadaria esculpida na parte média da vertente.



Organização: Javier Caicedo Marquez, 2017. Fotografia: Acervo pessoal. Pacaraima-RR (2017).

Assim, observou-se que área urbana da cidade de Pacaraima apresenta múltiplas intervenções antrópicas que modificam a morfologia original das formas de relevo. Essas intervenções de forma indireta originam novos processos morfodinâmicos¹⁰.

Percebe-se que a área urbana de Pacaraima se expandiu sem nenhum planejamento prévio, apenas procurando os locais com menor declividade. Nesse sentido, a expansão urbana de Pacaraima vem ocupando as áreas de maior declividade, portanto, torna-se indispensável a

¹⁰Morfodinâmica se refere aos processos endógenos e exógenos que dão origem e desenvolvimento das formas de relevo. Os processos exógenos são os movimentos externos que atuam na superfície da terra destruindo elevações, construindo formas e preenchendo depressões. M

elaboração de um plano diretor que regule a construções nas áreas de alta declividade, atenuando assim as modificações morfológicas no relevo pela ação antropogênica.

5.3. DESCRIÇÃO QUALITATIVA E QUANTITATIVA DAS FEIÇÕES EROSIVAS

Dentro da área urbana da sede do município de Pacaraima conseguiu-se identificar por médio do trabalho de campo realizado o dia 15/06/20017, onze feições erosivas, entre elas sete feições (feição 1, 2, 3, 6, 8 e 11) são de tipo voçoroca e quatro (feição 4, 5, 7 e 9) de tipo sulco ou ravina. As supracitadas feições erosivas se localizam nas vertentes naturais e, artificiais como resultado de cortes na vertente para construção de estradas e terraplanagem para construção de moradias.

O uso e ocupação da área a montante e a jusante das incisões erosivas respondem ao intenso processo de urbanização que vem sofrendo a área por médio da construção de moradias, em lugares impróprios, arruamentos e a canalização das águas criando drenagens artificiais. Além disso, o desmatamento incrementa as possibilidades de surgimento e expansão de voçorocas uma vez que o solo permanece descoberto aos processos endógenos.

Assim, das onze feições erosivas encontradas dentro da área de estudo, duas (feição 3 e 11) não estão relacionadas com algum tipo de ação antrópica direta resultado do processo de urbanização. Portanto, podemos afirmar que a gênese de formação das voçorocas em Pacaraima está relacionada com ação antrópica e, seu desenvolvimento está condicionado pelos fatores controladores descritos no item 2.2.1, que são: geologia, erosividade da chuva, erodibilidade, cobertura vegetal, característica da encosta.

Para costa Costa; Falcão; Costa, (2006) em Pacaraima a vulnerabilidade a erosão está condicionada por processos neotectônicos, já que se encontra em uma zona de interação das placas Sul Americana e Caribeana, onde essa movimentação é expressada em microssismos que produzem relativa movimentação do solo as quais contribuem para a instalação de voçorocas e dolinas.

Outro ponto que merece ser destacado trata sobre a cobertura vegetal onde se desenvolvem as voçorocas em Pacaraima. Observou-se que a maior parte das voçorocas apresentam na parte externa como interna, cobertura vegetal de tipo gramíneas ou arbustos que por sua pouca presença, no caso dos arbustos, e espaçada área de cobertura, caso das gramíneas, protegem pouco ou nada o terreno contra ação das gotas da chuva.

Dentro da descrição quantitativa das feições erosivas cabe destacar que as imagens tomadas por meio do Vant Phantom 4 foram de grão ajuda, podendo assim, identificar,

mensurar as dimensões das feições permitindo assim comparar com as dimensões das feições obtidas em campo. Cabe ressaltar que, unicamente foram imageadas as feições 1, 2, 3, 6 e 11.

Constatou-se também que, apenas uma das onze feições encontradas, estava desativada, ou seja, não mostrava indícios de que estava sendo trabalhada pelos diferentes agentes erosivos, ao invés das outras dez onde se identificou indícios de que o material estava sendo retirado e transportado pelos agentes erosivos.

Não se observou medidas de contenção adotadas para estabilizar o recuperar a área onde encontram-se instaladas as feições erosivas. No estudo de Viera (2008) efetuado na cidade de Manaus, uma parte considerável das feições erosivas receberam trabalhos de contenção proveniente do poder público, moradores, iniciativa privada e ação de pesquisas.

5.3.1. Cadastramento das incisões erosivas

O cadastramento das feições erosivas foi realizado o dia do trabalho de campo com o uso da ficha de cadastro (Apêndice 2), obtendo como resultado os parâmetros descritos no Quadro 6.

Obtidas as coordenadas (E, N) das voçorocas conseguiu-se especializar no software ArcGis 10.3 extensões ArcMap, gerando-se o mapa das incisões erosivas na área urbana de Pacaraima – RR. (Figura 27). No mapa mostra-se a área urbana da cidade de Pacaraima com sua malha urbana e a espacialização das voçorocas, ativas e desativas, com a configuração da rede de drenagem.

Quadro 6 - Resultados das feições erosivas cadastradas.

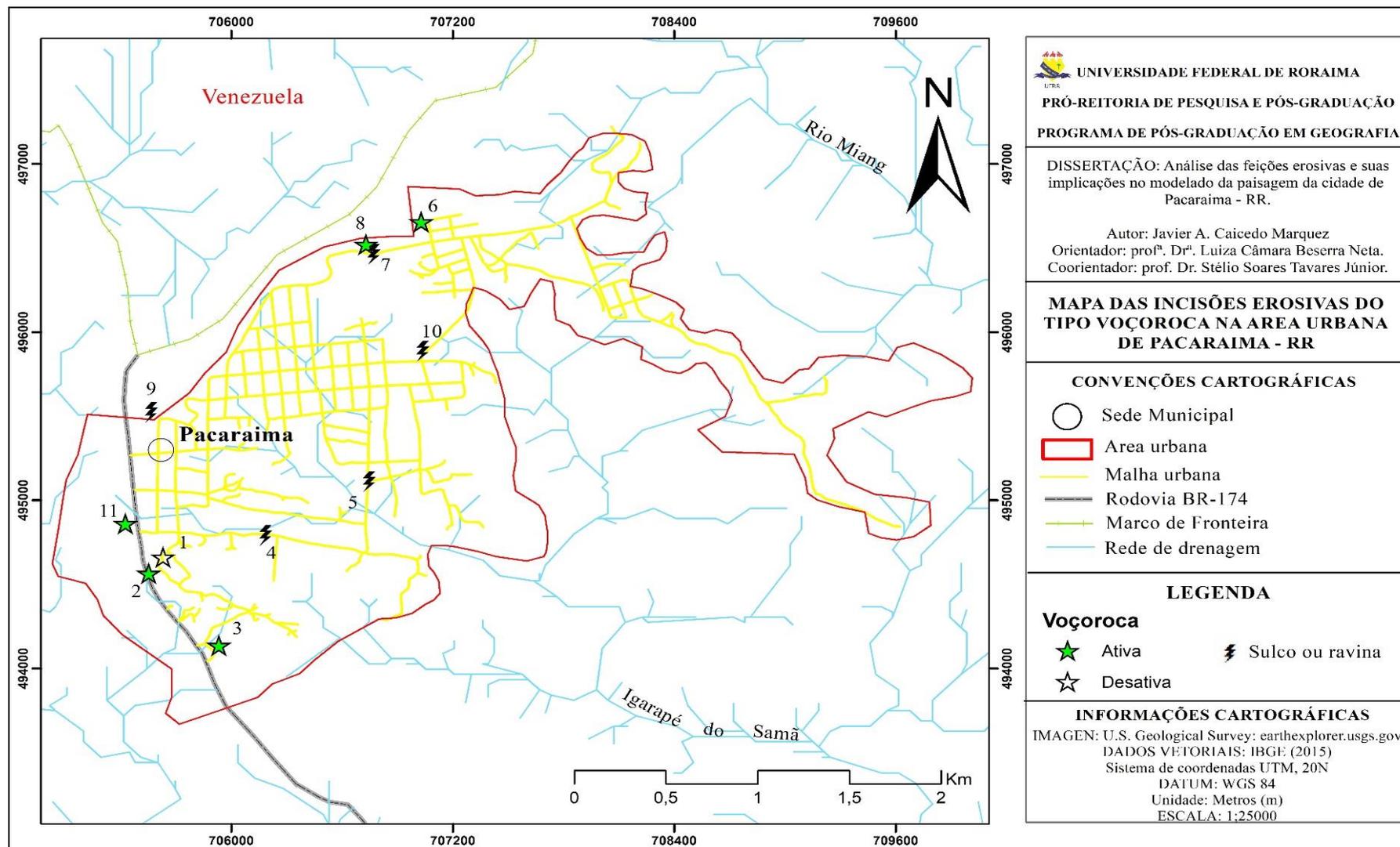
CADASTRAMENTO DAS FEIÇÕES EROSIVAS										
#	*FEIÇÃO TIPO	COORDENADAS		*TIPO	FORMA DA INCIÇÃO	FORMA DO CANAL	CARACTERÍSTICA DA ENCOSTA		ÁREA (m ²)	VOLUMEN ERODIDO (m ³)
		E	N				FORMA	DECLIVIDADE (°)		
1	V	705631	494662	I	Irregular	V	Côncava	19,6	2493,1	14177,8
2	V	705554	494565	I	Ramificada	U	Convexa	16,3	213,3	682,7
3	V	705934	494137	I	Retangular	U	Convexa	20,7	42,68	52,63
4	R	706188	494791	II	Ramificada	V	Convexa	4,3	-	-
5	R	706748	495110	II	Linear	V	Convexa	5,6	-	-
6	V	707030	496656	II	Ramificada	U	Convexa	32,2	3449,6	18283
7	R	706774	496462	II	Ramificada	U	Convexa	42,61	60,41	130
8	V	706731	496521	II	Retangular	U	Retilínea	23,6	100	291
9	R	705568	495522	II	Irregular	U	Convexa	16,2	116	522
10	R	707039	495885	II	Retangular	U	Convexa	5,2	-	-
11	V	705428	494861	II	Linear	V	Convexa	7,3	821,9	1890,48

*Feição Tipo: V= Voçoroca; R= Sulco ou Ravina

*Tipo: I=conectada; II=desconectada e III=integrada

Elaboração: Javier Caicedo Marquez, (2017).

Figura 27 - Mapa das incisões erosivas do tipo voçorocas na área urbana de Pacaraima – RR.



Elaboração: Javier A. Caicedo Marquez, 2017.

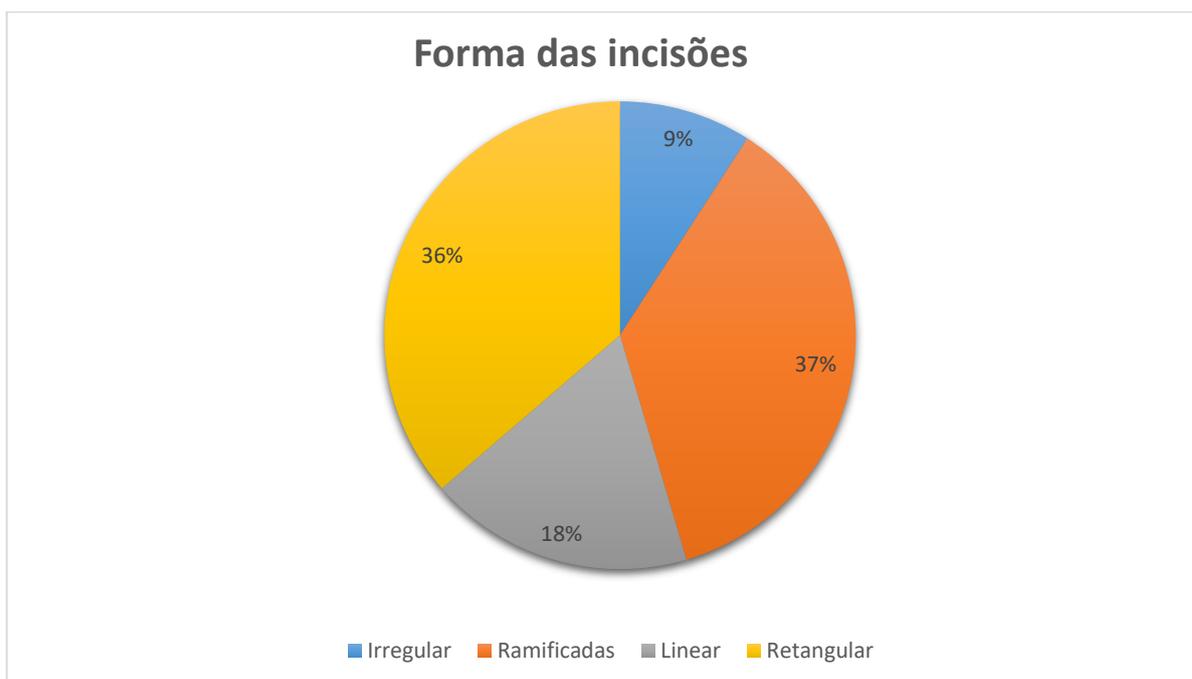
5.3.2. Classificação das voçorocas por tipo e forma

No cadastramento das voçorocas levou-se a consideração o tipo e a forma a qual pertenciam cada umas das incisões encontradas, conforme o sinalado no item 2,2. Vieira (2008) destaca que a adoção de uma classificação por tipo e forma ajuda a estabelecer o estágio de evolução das voçorocas.

Quanto ao tipo, as voçorocas podem ser conectadas, desconectadas e integradas. Como resultado se tem que o 30 % das incisões (voçoroca: 1, 2 e 3) pertence a voçorocas conectadas da rede de drenagem. Segundo Dirane (2016) os mecanismos erosivos em voçorocas conectadas são frequentes o que causa um maior desenvolvimento da feição. O 70 % restante das feições encontradas, resultaram ser voçorocas que se encontram desconectadas à rede de drenagem, sendo assim, não se encontraram voçorocas de tipo integrada.

No que diz respeito a forma das incisões podem ser: linear, bifurcada, ramificada, irregular e retangular. Nesse sentido, 2 voçorocas correspondem a forma irregular, 4 ramificadas, três retangular e duas linear (Figura 28). O 90% das incisões cadastradas encontra-se ativas pelo que a forma das incisões pode mudar consideravelmente com o passar do tempo como aponta o Vieira (2008). Essa mudança vai depender da intensidade e frequência dos processos atuantes, ou seja, que uma voçoroca de forma linear pode passar a uma bifurcada, ramificada, irregular ou retangular.

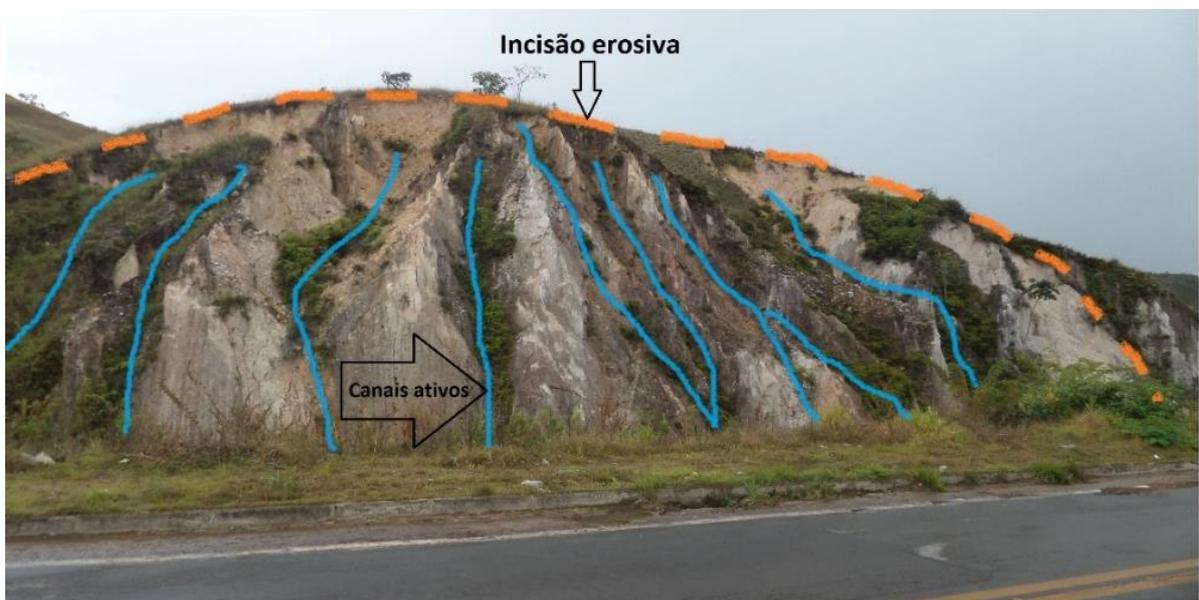
Figura 28 - Forma das incisões localizadas na área urbana da cidade de Pacaraima.



Elaboração: Javier Caicedo Marquez, (2017).

Enquanto a forma, identificou-se que existe um maior número de incisões com a forma ramificada e retangular. A forma ramificada, segundo Viera (2008), se caracteriza pela ocorrência de vários canais ativos de drenagem superficiais. Esta forma encontra-se associada a encostas preferencialmente convexas onde o escoamento das águas é difuso, ou seja, não segue um caminho preferencial e se espalha em todas as direções como mostra a Figura 29.

Figura 29 - Voçoroca de forma ramificada. Voçoroca 2 localizada na margem direita da BR-174 sentido Boa Vista – Pacaraima. A linha tracejada laranja mostra a área da incisão erosiva e a linha azul mostra os canais ativos na incisão.



Organização: Javier Caicedo Marquez, 2017. Fotografia: Acervo pessoal. Pacaraima-RR (2017).

Concordando com o descrito por Beserra Neta (2007), identificou-se que as incisões de forma ramificada possuem canal em forma de “V” a montante podendo sofrer um alargamento do canal a jusante, finalmente obtendo em forma do canal em “U”.

Das voçorocas encontradas O 40 % pertencem a forma retangular, que segundo Vieira (2008) e Carvalho (2017) pode ser na maioria dos casos a forma final da expansão de uma das outras formas descritas. Esta forma encontra-se associada a encostas convexas com canal em forma de U como mostra a Figura 30.

A forma linear e irregular encontrou-se em menor proporção. A primeira ligada à existência de uma zona principal de convergência de drenagem. A segunda pode estar ligada a existência de um ou mais fluxos superficiais concentrados, caracterizando-se transitório entre as outras formas existentes (Figura 31).

Figura 30 - Voçoroca de forma retangular. Voçoroca 3 localizada no bairro da balança. A linha tracejada laranja mostra a área da incisão erosiva e a linha azul mostra a configuração do canal em forma de U.



Organização: Javier Caicedo Marquez, 2017. Fotografia: Acervo pessoal. Pacaraima-RR (2017).

Figura 31 - Voçoroca de forma linear (A) e irregular (B): (A) Voçoroca 9 de forma linear, localizada no bairro centro. A linha tracejada laranja mostra a área da incisão erosiva e a linha azul mostra a incisão linear; (B) Voçoroca 6 de forma irregular localizada no bairro Suapi no morro da antena de rádio de Pacaraima. A linha tracejada laranja mostra a área da incisão erosiva e as linhas azuis mostram os múltiplos fluxos superficiais ao que está associado este tipo de forma.



Organização: Javier Caicedo Marquez, 2017. Fotografia: Acervo pessoal. Pacaraima-RR (2017).

5.3.3. Classificação das voçorocas segundo a forma do canal

A maior parte das voçorocas respeito à forma do canal corresponde à configuração com forma em U, com sete (7) incisões e, em menor número, a configuração do canal em forma de V com três (4) incisões. Este parâmetro, segundo Deng, et al. (2015), está relacionado com o estágio da voçoroca, sendo assim, voçoroca em forma de "V" está ligada a um estado de maturidade que depois de certo tempo de evolução passa ao estágio de senilidade tornando-se em forma de "U".

Em concordância com anteriormente descrito, observou-se que existe uma ampla relação com a forma da voçoroca e a forma do canal. Assim, voçoroca de forma ramificada e retangular, pertencente a um estágio avançado de erosão, possuindo uma configuração do canal preferencialmente em forma de "U". Conforme os parâmetros antes considerados podemos afirmar que a maior parte das voçorocas de Pacaraima encontrassem em um estágio avançado de erosão.

Observou-se também que a configuração do canal em forma de "U" está relacionado a encostas de forma convexa e retilínea onde o escoamento superficial da água da chuva diverge em vários sentidos com baixo poder erosivo configurando canais em forma de "U". Já em encostas côncavas a configuração do canal tem preferencialmente forma em "V" devido que o escoamento superficial da água da chuva converge em um ponto tornando-se concentrado com maior força de arraste de material entalhando o talvegue da feição.

Beserra Neta (2007) no estudo da morfologia dos canais da serra de Tepequem reporto uma predominância de voçorocas de forma linear ligados a uma configuração da forma do canal de tipo "V", podendo apresentar alargamento do canal em forma de "U", quando atingir o substrato rochoso.

5.3.4. Dimensões das voçorocas: comprimento, largura e profundidade

As dimensões das voçorocas foram estudadas diretamente e indiretamente, por meio de medidas feitas no campo e pela imagem obtida do Drone respectivamente. As voçorocas estudadas correspondem a: voçoroca 1, 2, 3, 6, e 11, como mostra na tabela 3. As voçorocas apresentam dimensões variáveis que chegam a atingir os 100m de comprimento (Figura 32), 50 metros de largura e 5,6m de profundidade (Figura 33).

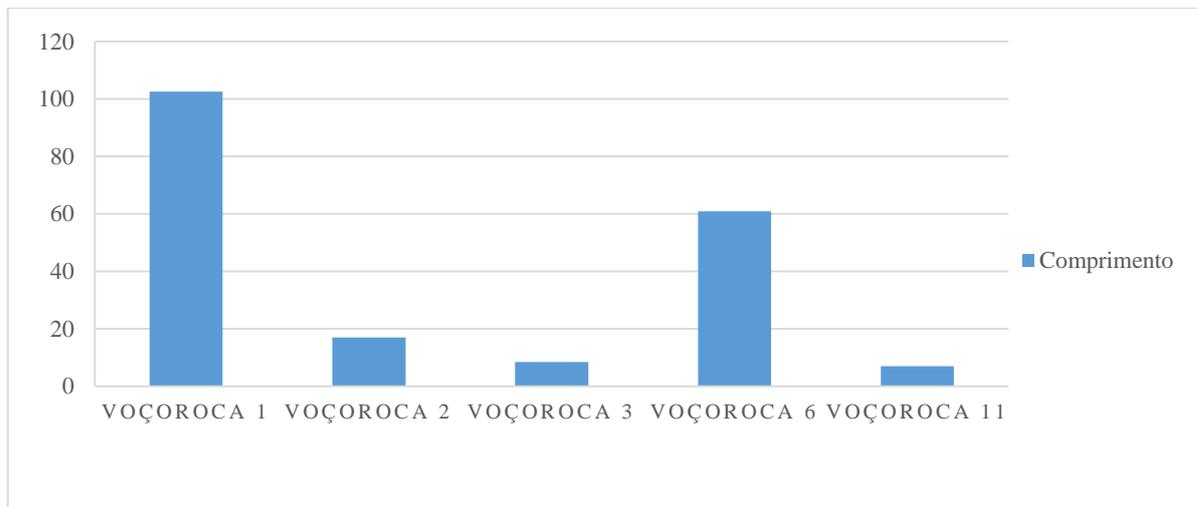
Quadro 7 - Dados das dimensões das voçorocas cadastradas.

INCIÇÃO	Comprimento (m)		Largura (m)		Profundidade (m)	Área (m ²)	Volume erodido (m ³)
	Imagem	Campo	Imagem	Campo			
1	102,6	93,20	24,30	12,00	5,69	2.493,18	1.4177,88
2	17	17,29	12,55	12,33	3,20	213,35	682,72
3	8,43	8,50	5,06	5,00	1,23	42,68	52,63
6	60,84	-	56,70	-	5,30	3.449,63	1.8283,03
11	55,35	-	14,85	-	2,30	821,95	1.890,48
Media	30,75	23,93	17,20	9,04	3,30	Área total 7.020,78	Volumem total 35.086,75
Maximo	102,60	93,20	56,70	12,33	5,69		
Mínimo	8,43	8,50	5,06	5,00	1,23		

Elaboração: Javier Caicedo Marquez, (2017).

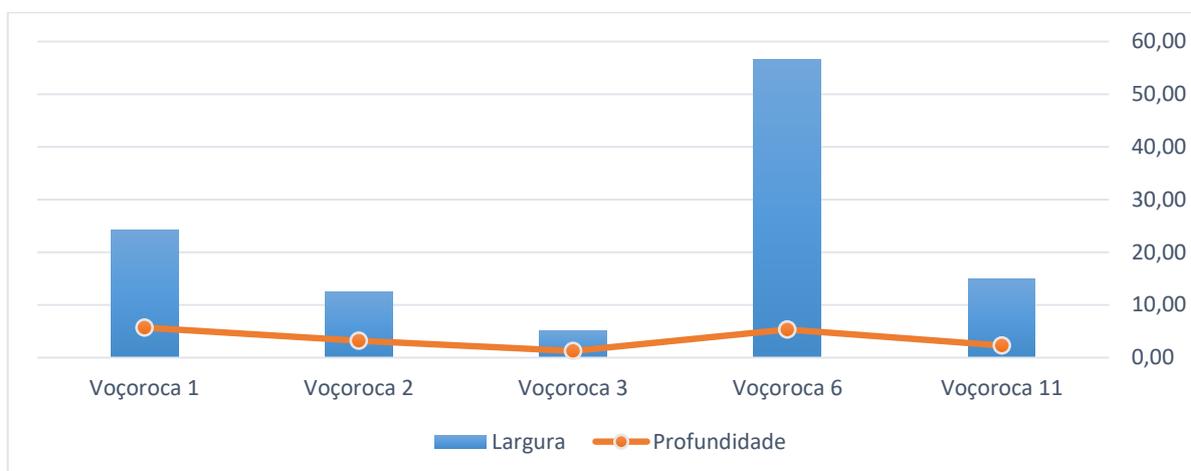
Constatou-se diferença de entre as medidas de comprimento e largura obtidas em campo e as obtidas por meio das imagens. Atribui-se a diferença entre as medidas a leve variação da localização dos pontos medidos em campo e seu correspondente ponto na imagem. Ratificamos o uso de Vant como um grande aliado para o monitoramento e análise de processos erosivos, reduzindo custos e tempo da aquisição das medidas.

Figura 32 - Comprimento das incisões erosivas encontradas na área urbana da cidade de Pacaraima.



Elaboração: Javier Caicedo Marquez, (2017).

Figura 33. Largura e profundidade das incisões erosivas encontradas na área urbana da cidade de Pacaraima.



Elaboração: Javier Caicedo Marquez, (2017).

Enquanto ao volume erodido, das cinco voçorocas estudadas, duas (voçoroca 1, 6) receberiam a denominação de media, conforme ao item 2.2, já apresentaram um volume compreendido entre 10.000 m^3 até 19.999 m^3 . Uma (voçoroca 11) é considerada como pequena por apresentar um volume erodido compreendido entre 1.000 m^3 até 9.999 m^3 . As duas feições restantes (voçoroca 2 e 3) foram catalogadas como muito pequenas, por apresentar um volume erodido de até 999 m^3 .

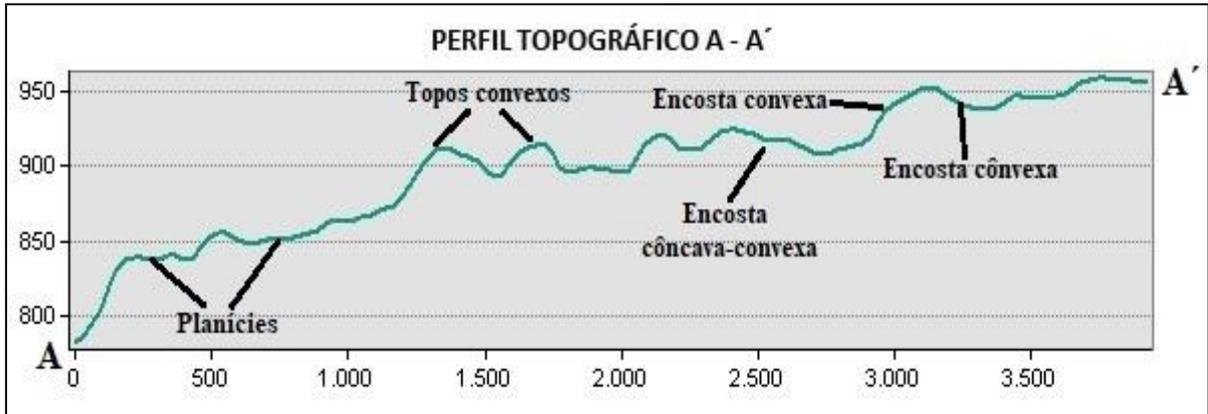
Nesse sentido, o volume de solo erodido em Pacaraima aproxima-se a 35.000 m^3 . No referente à área, se calcula que a perda de área utilizável na cidade de Pacaraima é de aproximadamente de 7.000 m^2 só por concepto das feições erosivas.

5.3.5. A influência do relevo para o surgimento de voçorocas em Pacaraima

O relevo da área urbana da cidade de Pacaraima encontra-se representado por áreas de curtas planícies alternadas com morro e colinas que atingem níveis altimétricos que variam entre 780 a 1000 metros.

Os morros e colinas que configuram o relevo da cidade de Pacaraima, apresentam morfologias com topos convexos arredondados com direção preferencial E-W e NW-SE, segundo Melo (2017), e vertentes côncavas-convexas como mostra a Figura 34.

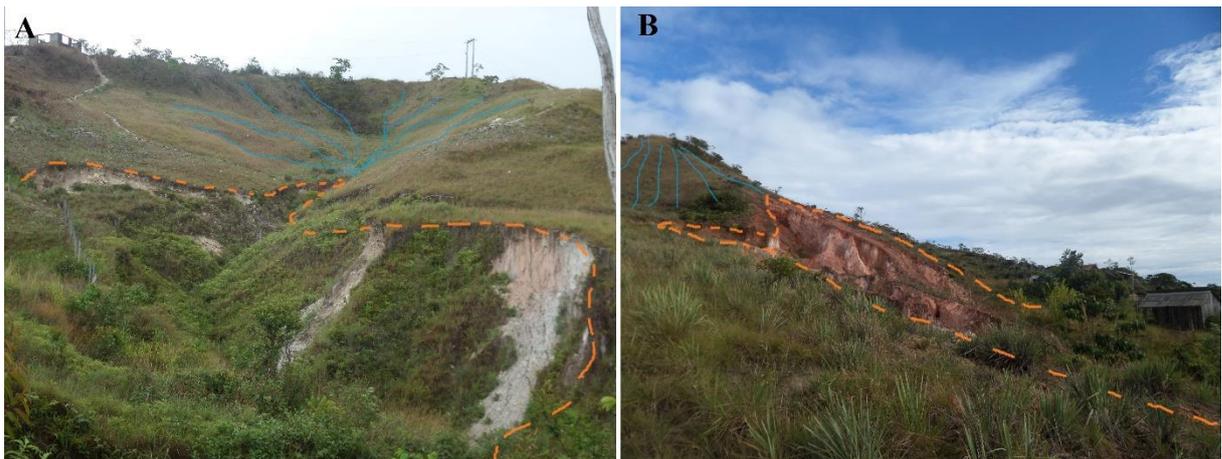
Figura 34 - Morfologia de topos e vertentes da cidade de Pacaraima.



Elaboração: Javier Caicedo Marquez, (2017).

Observa-se que em Pacaraima o 80% das incisões erosivas desenvolvem-se em encostas de forma convexa. Esta predominância de desenvolvimento das incisões erosivas sobre a forma da encosta também reporto Vieira (1998) quando descreve que o 59% das voçorocas encontradas em Manaus estão localizadas em encostas de tipo convexa (Figura 35).

Figura 35 - Forma das encostas na área urbana da cidade de Pacaraima: (A) encosta em forma côncava. A linha tracejada laranja mostra a área da incisão erosiva e a linha azul mostra as marcas do ravinamento que convergem ao canal da incisão linear; (B) encosta em forma convexa e retilínea. A linha tracejada laranja mostra a área da incisão erosiva e a linha azul mostra as direções que segue a água da chuva.



Organização: Javier Caicedo Marquez, 2017. Fotografia: Acervo pessoal. Pacaraima-RR (2017).

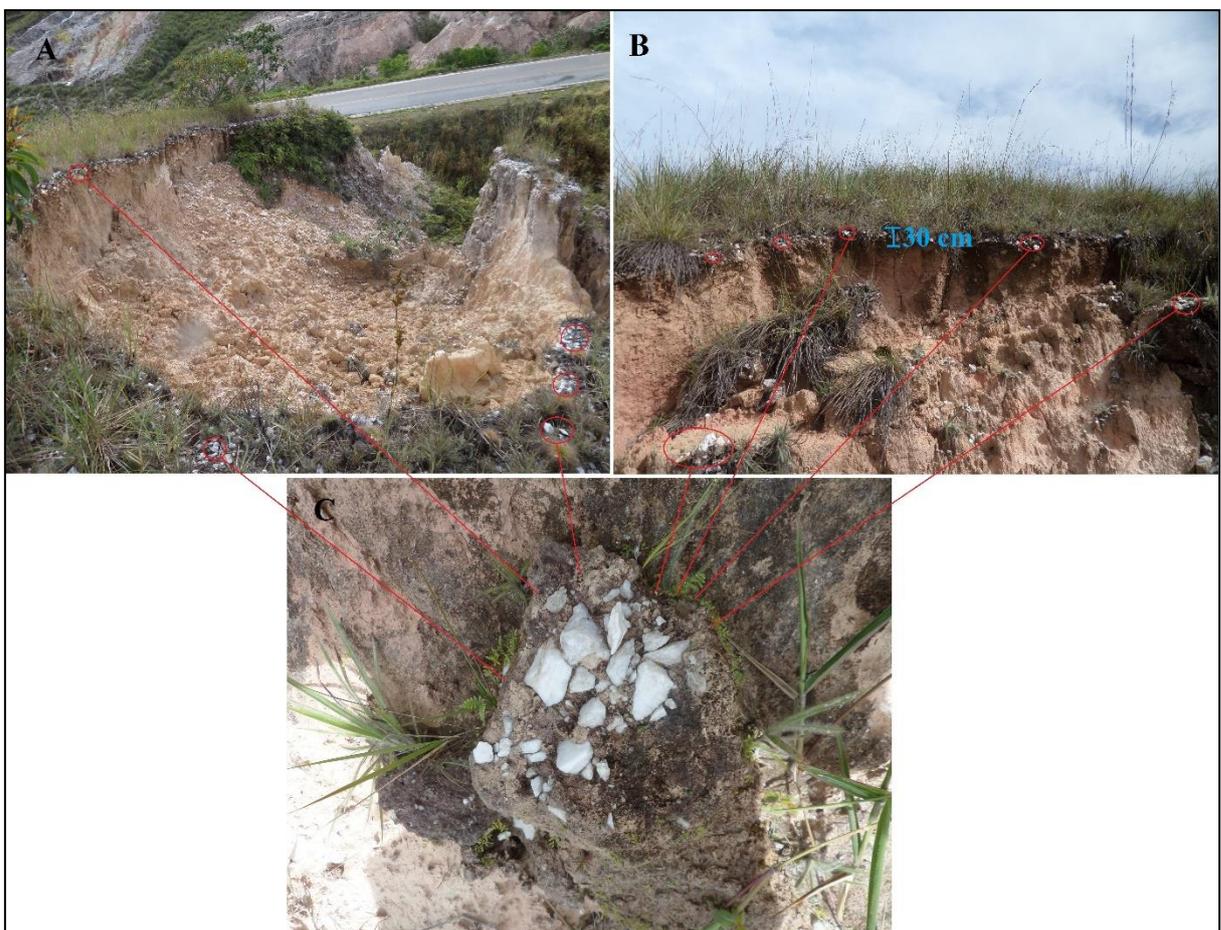
Enquanto à declividade, as cabeceiras das feições erosivas de Pacaraima se encontram localizadas sobre encostas que atingem $42,61^\circ$ com uma média de $18,60^\circ$, condição que resulta favorável para avanço da incisão a montante.

Na correlação das variáveis métricas com a declividade da encosta Vieira (2008) afirma que as incisões erosivas surgem na proporção da encosta é maior a declividade e consequentemente onde ocorre maior perda de material por escoamento concentrado.

Com base no ante exposto, as cabeceiras das feições erosivas de Pacaraima por estar localizadas em encostas convexas e de altas declividades influenciada por um regime de chuva bem diferenciado que contribui para a formação de fluxos laminares, observa-se que o processo de evolução dessa seção da feição é cada vez mais rápido, com um acelerado desenvolvimento da cabeceira da erosão a montante.

Nos morros e colinas da zona sul de Pacaraima, a consideração do bairro da balança, encontra-se recobertos por uma camada de 30cm de seixos de quartzo leitoso (Figura 36), que em concomitância com a vegetação rasteira protegem o morro do desenvolvimento das feições erosivas

Figura 36 - Seixos de quartzo que recobrem os morros e colinas da zona sul de Pacaraima: (A) e (B) Voçoroca "2" e "3" respectivamente, que mostram o topo recoberto com pequenos seixos de quartzo; (C) Seixos de quartzo encontrados no interior da voçoroca "3".



Elaboração: Javier Caicedo Marquez, (2017). Fotografia: Acervo pessoal. Pacaraima-RR (2017).

5.3.6. A influência da chuva para o desenvolvimento das voçorocas

De acordo com o mapa de erosividade da chuva do Brasil, o município de Pacaraima apresenta nos meses de maio, junho e julho altos valores do índice de erosividade (EI30) (SILVA, 2004). Baseado na classificação estabelecida por Silva, nestes meses a chuva possui um forte poder de erosão, podendo alcançar uma média de 350 mm/mês segundo os dados da estação pluviométrica Marco BV-8, código 8461000 (ANA, 2016).

No começo deste apartado deixo-se claro que a gênese da formação de voçorocas em Pacaraima esta intrinsecamente ligada à ação antrópica e seu desenvolvimento está condicionado diretamente pelos fatores controladores geologia, erosividade da chuva, erodibilidade, cobertura vegetal e característica da encosta.

Em Pacaraima a erosividade da chuva é o principal responsável do desenvolvimento das voçorocas, quando concomitantemente com as propriedades do solo e declive do terreno favorecem à formação de feições erosivas. Tal fato pode ser confirmado, após de um evento chuvoso, com a formação das micro feições erosivas: fendas, pedestais e marmitas ou panelas (Figura 37).

Figura 37 - Feições erosivas deixadas após evento chuvoso dentro da área urbana da cidade de Pacaraima: (A) Pedestais formados após um evento chuvoso; (B) Alcovas de regressão esculpidas pelo escoamento superficial; (C) e (D) fendas formadas pelo fluxo superficial promovendo o solapamento da base.



Elaboração: Javier Caicedo Marquez, (2017). Fotografia: Acervo pessoal. Pacaraima-RR (2017).

Na figura 37 se mostra a formação de um pedestal de 6,5cm de altura, formado após o evento chuvoso, embaixo de um seixo de quartzo leitoso. Esta feição torna-se um bom indicador da ação erosiva da chuva podendo determinar o volume de partículas removidas após um evento chuvoso.

As fendas são formadas na cabeceira da voçoroca sua formação se atribui ao solapamento da base do talude pelo fluxo superficial após um evento chuvoso, gerando a desestabilização da cabeceira e da borda da incisão. Este tipo de feição promove o progresso a montante e lateral da feição erosivas.

Para Vieira (2008) a aparição das alcovas de regressão no interior da incisão está relacionada com ação da água da chuva, em forma de fluxos verticais ou queda em forma de cascata, sobre a camada mais inferior de textura arenosa, promovendo-se assim o surgimento ou expansão de alcovas de regressão. Vieira ressalta que após o período de chuva o material situado acima tende a se desmoronar fazendo aumentar a área da voçoroca.

5.3.7. Vegetação

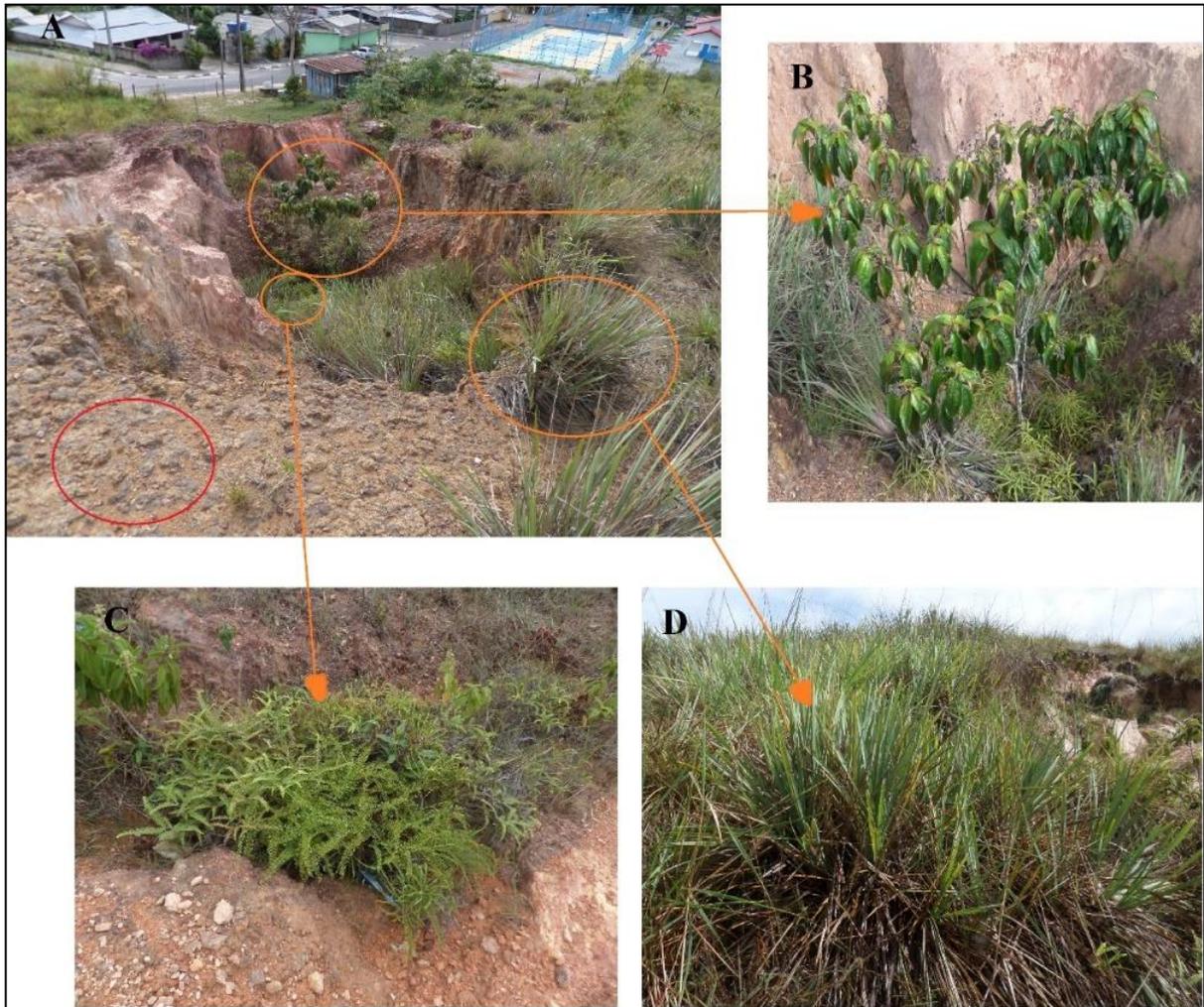
A vegetação que recobre os morros e colinas onde se localiza as feições erosivas está relacionada com vegetação de unidade de savana. Durante o cadastramento das feições erosivas, observou-se que a maior parte das voçorocas apresentam na parte externa como interna, cobertura vegetal de tipo gramíneas ou arbustos, como mostra a Figura 38.

A escassa presença, no caso dos arbustos, e espaçada área de cobertura, caso das gramíneas, deixam o solo susceptível a ação das gotas da chuva (splash), podem formar crostas na superfície do solo favorecendo ao escoamento superficial em detrimento do escoamento subsuperficial e possível aumento da incisão erosiva.

A dizer da Figura 38, mostra-se como no interior da incisão prevalece a presença de samambaias e arbustos, que em maior parte ocupam as bordas dos taludes. Essa predominância é igualmente reportada por Beserra Neta (2007) em voçorocas da serra de Tepequem município de Amajari.

A presença de samambaias se constituiu em indicador ambiental dos solos, sendo assim localizada sempre em solos arenosos, ácidos e com baixo índice de fertilidade aponta Lorenzi (1982; 2006 apud BESERRA NETA, 2007), tal fato foi confirmado por Melo (2017) ao analisar os solos das voçorocas em Pacaraima, reportando solos com pH em CaCl₂ de 4,1 a 4,2, considerado como solo extremadamente ácidos.

Figura 38 - Vegetação predominante localizada na parte interna e externa das incisões erosivas encontradas na área urbana da cidade de Pacaraima: (A) Vista parcial da voçoroca “6” mostrando a vegetação circundante na área; (B) arbusto da família melastomatácea; (C) samambaias da família Pteridófitas e; (D) capins da família das Poáceas.



Elaboração: Javier Caicedo Marquez, (2017). Fotografia: Acervo pessoal. Pacaraima-RR (2017).

A vegetação relacionada com a atividade da voçoroca também se tornou um indicador da atividade e do grau de atividade erosiva dentro da incisão. Assim, observou-se que na maioria, 90 %, das cabeceiras das incisões erosivas de Pacaraima ficavam desprovidas de vegetação supracitada, não entanto a parte media e inferior com presença de vegetação.

Neste ponto, ressaltamos a importância que tem a presença da vegetação nas paredes e no fundo do canal para atenuar o progresso das feições erosiva, tornando-se um fator importante na estabilização das voçorocas.

5.3.8. Microfeições erosivas

Microfeições erosivas podem ser observadas na área que circunda as voçorocas, no só no seu interior, mas também na área que contorna a feição. A presença das micro feições erosivas nos disse ao respeito de como estão atuando os agentes erosivos na evolução da voçoroca.

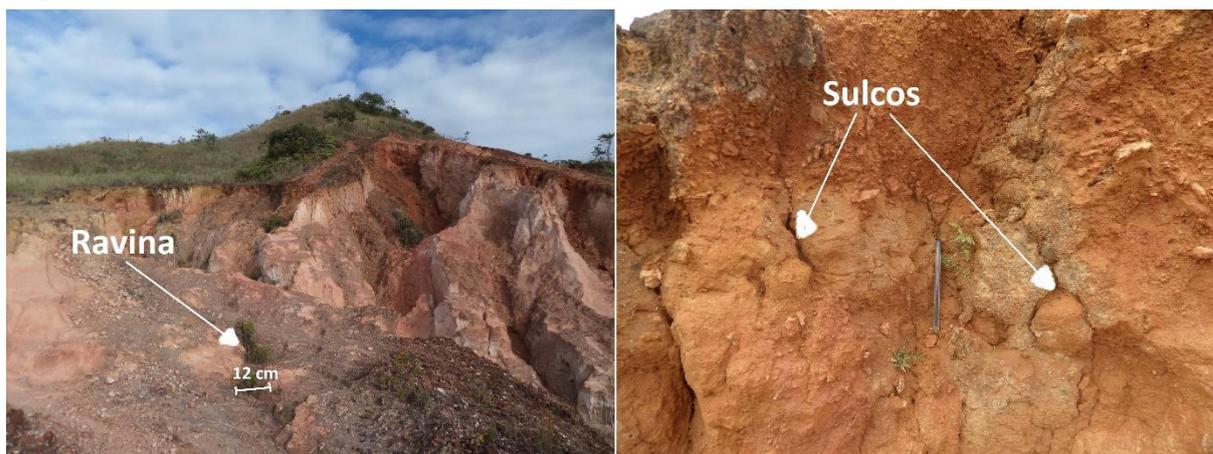
Entre as micro feições erosivas encontradas nas voçorocas localizadas na área urbana de Pacaraima destacam-se: sulcos e ravinas, pedestais ou (*demoiselles*), escamamentos, filetes subverticais, dutos de convergência (*pipings*), marmitas ou panelas, alcovas de regressão, quedas de areia, quedas de torrões, fendas e costelas de depressões.

a) Sulcos e ravinas

Feição encontra no interior das voçorocas e nas paredes de cortes nas vertentes, com larguras de até 23cm e profundidade de 12cm. Nas paredes das grandes voçorocas localizadas sobre encostas convexas é muito comum encontrar sulcos e ravinas mostrando as rotas do escoamento superficial que contribuem na evolução a montante dessas feições (Figura 39).

Já no entorno de morros de forma convexa, encontra-se os sulcos e ravinas entalhadas pelo fluxo concentrado que ainda não atingiu a incisão principal, no caso a voçoroca (Figura 54).

Figura 39 - Sulcos e ravinas no entorno da área urbana da cidade de Pacaraima.



Elaboração: Javier Caicedo Marquez, (2017). Fotografia: Acervo pessoal. Pacaraima-RR (2017).

b) Pedestais (*demoiselles*)

Esta feição foi encontrada no interior de quase todas as voçorocas cadastradas embora tenha sido principalmente encontrado nas feições da zona sul, onde destacasse a presença de

seixos de quartzo que protegem o solo da remoção das partículas por salpicamento, gerando microformas esculpidas de até 7 cm aproximadamente. Esta feição torna-se um bom indicador da ação erosiva da chuva podendo determinar o volume de partículas removidas após um evento chuvoso (Figura 40).

Figura 40. Pedestais (*demoiselles*) esculpidos pela proteção de seixos de quartzo no interior das voçorocas da área urbana da cidade de Pacaraima.

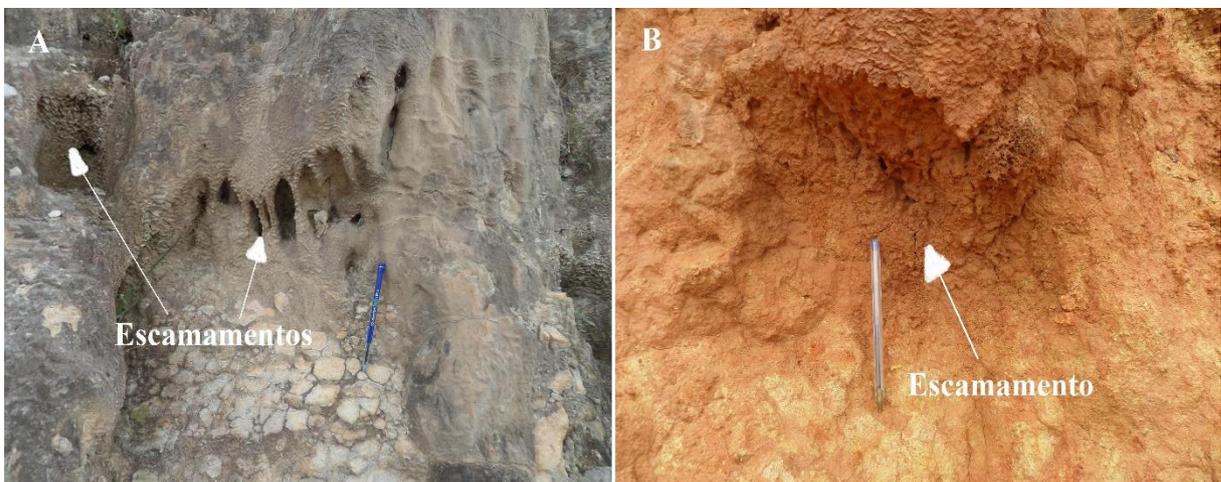


Elaboração: Javier Caicedo Marquez, (2017). Fotografia: Acervo pessoal. Pacaraima-RR (2017).

c) Escamamentos

São feições encontradas nas paredes das voçorocas formadas por pequenos fluxos laminares verticais a subverticais formados pelo acúmulo de material sobre a superfície, adquirindo uma textura rugosa (Figura 41).

Figura 41. Escamamentos no interior das voçorocas da área urbana da cidade de Pacaraima. (A) Parede da voçoroca "4"; (B) Parede da voçoroca "9".

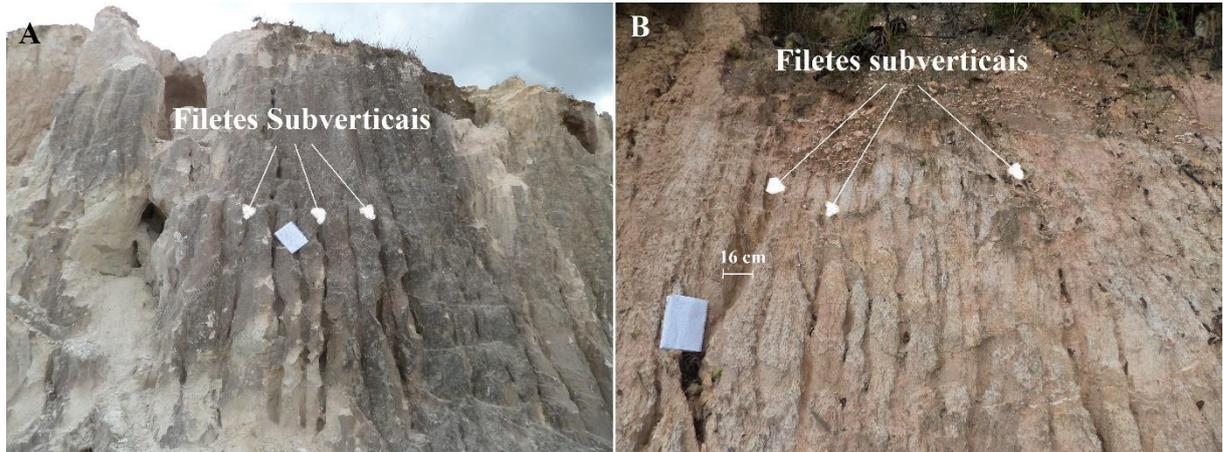


Elaboração: Javier Caicedo Marquez, (2017). Fotografia: Acervo pessoal. Pacaraima-RR (2017).

d) Filetes subverticais

Esta feição foi encontrada na parede das voçorocas como testemunho por donde o escoamento superficial está vertical e subvertical está ocorrendo (Figura 42).

Figura 42. Filetes subverticais encontrados dentro da área urbana da cidade de Pacaraima. (A) Parede da voçoroca “4”; (B) Parede da voçoroca “5”.



Elaboração: Javier Caicedo Marquez, (2017). Fotografia: Acervo pessoal. Pacaraima-RR (2017).

e) Dutos de convergência (*pipings*)

Foram observados dutos de convergência somente na voçoroca “3”. É uma feição erosiva que se localiza preferencialmente na base do talude e ao longo da parede da voçoroca. Caracteriza-se por apresentar uma forma preferencialmente arredondada com diâmetro de 15 a 20 cm e profundidade de 30cm. Sua formação está relacionada com o escoamento subsuperficial quando aflora na superfície (Figura 43).

Figura 43 - Dutos de convergência encontrados dentro da área urbana da cidade de Pacaraima.



Elaboração: Javier Caicedo Marquez, (2017). Fotografia: Acervo pessoal. Pacaraima-RR (2017).

Outro ponto a ser destacado sobre a formação de dutos de convergência é o apontado por Beserra Neta (2007), atribuindo a formação à ação de formigueiros que entalham na parede das voçorocas dutos de 30 a 50cm de profundidade, com formato alongado e dimensões entre 5 a 15cm.

f) Marmitas ou panelas

Esta erosão foi encontrada na cabeceira e na base dos taludes gerada pela queda de água em pequenos degraus localizados no interior da voçoroca. A queda da água gera pequenas poças com materiais inconsolidados como areias, que após a dissecação gera outra feição erosiva que o Oliveira (1999) chamou de quedas de areia (Figura 44).

Figura 44 - Formação de Marmitas ou panelas e quedas de areia dentro da área urbana da cidade de Pacaraima.



Elaboração: Javier Caicedo Marquez, (2017). Fotografia: Acervo pessoal. Pacaraima-RR (2017).

g) Fendas

As fendas são pequenas gretas de até 5cm de comprimento localizadas nas bordas e no interior da voçoroca (Figura 60). Na cabeceira da voçoroca sua formação se atribui ao solapamento da base do talude pelo fluxo superficial e alívio de pressão que geram a

desestabilização da cabeceira e da borda da incisão. Este tipo de feição promove o progresso a montante e lateral da feição erosivas.

O antes descrito pode ser observado na voçoroca ‘‘2’’, ‘‘3’’ e ‘‘6’’. Evidencia de que esta feição está ocorrendo é os blocos de solos localizado a jusante da voçoroca (Figura 45). Esta feição foi reportada por Beserra Neta (2007) como fator erosivo que promove o avanço remontante e lateral do canal nas voçorocas da serra de Tepequem.

Figura 45 - Fendas formadas na borda e interior das incisões erosivas. (A) fenda localizada na borda da voçoroca promovendo a erosão a montante; (B) fenda localizada no interior da voçoroca com destaque do solapamento causado pelo fluxo superficial e alívio de pressão; (C) blocos de solo a jusante da feição erosiva.



Elaboração: Javier Caicedo Marquez, (2017). Fotografia: Acervo pessoal. Pacaraima-RR (2017).

h) Costelas de depressões.

As costelas são feições localizadas nas paredes das voçorocas formadas por a alternância de um material mais resistente e outro menos resistente. No caso de Pacaraima, a supracitada feição foi encontrada na parede da voçoroca ‘‘4’’ formada por finas camadas de

seixos de quartzo intercaladas com material menos consistente. A ação do fluxo laminar lava o material menos consistente criando pequenas depressões entre o material mais consistente (Figura 46).

Figura 46 - Costelas separadas por depressões. Material mais resistente (C = costelas); material menos resistente (D = depressões).



Elaboração: Javier Caicedo Marquez, (2017). Fotografia: Acervo pessoal. Pacaraima-RR (2017).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A morfologia do relevo que delimita a paisagem atual da cidade de Pacaraima mostra vulnerabilidade física frente aos processos erosivos em função das características morfométricas, morfográficas e da vegetação de tipo savana que recobre estes relevos.

Assim, por meio da descrição morfométrica identificou-se que o relevo do perímetro urbano apresenta altitude entre 880 e 1.000 metros, com áreas de relevo plano até fortemente ondulado com declividades superiores ao 8%. Enquanto à descrição morfométrica foi possível identificar os modelados de dissecação: Patamar em cristas estruturadas e morros e colinas com vales abertos, morros residuais; e os modelados de agradação, representado por planícies intramontanas. Neste ponto cabe destacar a importância das geotecnologias no fornecimento das técnicas atuais para o processamento de imagens, possibilitando a modelagem do relevo, além da identificação do relevo.

A paisagem da cidade de Pacaraima está intrinsecamente relacionada ao crescimento populacional e expansão do tecido urbano. Assim, o relevo ondulado a fortemente ondulado, característico da cidade, é apropriado e esculpado através de ações antrópicas expressadas por meio de cortes nas vertentes e terraplanagem em áreas de topo, modificando as características físicas do solo e cursos d'água, promovendo a formação de feições erosivas que alteram a morfologia do relevo.

As feições erosivas lineares de tipo ravina e voçoroca localizadas nas vertentes de morros e colinas denotam uma vidente gênese de formação devido à interferência antropogênica que, atrelado aos fatores controladores e o regime de chuva da região acelera o processo configurando-se um estágio avançado de erosão.

Assim, a sociedade, ao se apropriar e ocupar o relevo passa a interferir diretamente nos processos morfodinâmicos (pedológicos, geomorfológicos, hídricos, entre outros), uma vez que a paisagem é percebida como um sistema aberto onde todos os elementos estão mutuamente ajustados, de modo que eles se modificam na mesma porção.

Nesse sentido, torna-se necessária uma legislação municipal que leve em consideração pressupostos básicos de planejamento e uso do solo na tentativa de diminuir impactos ambientais e socioeconômicos ocasionados pela expansão desordenada do tecido urbano sobre terrenos impróprios, destinando zonas e estabelecendo métodos eficazes de utilização dos recursos com o mínimo possível de custo ambiental e social.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB´SABER, A. N. **Um conceito de geomorfologia a serviço de pesquisas sobre o quaternário.** Geomorfologia, Sao Paulo, n. 18, p. 1-23, 1969.
- ALBUQUERQUE, F. N. B. **Agentes, processos e feições erosiva em voçoroca conectada à rede de drenagem do rio Coreaú em Coreaú, Ceará.** Casa da geografia de sobral, Sobral, v. 8, n. 1, p. 11-20, nov. 2006.
- ALMEIDA, D. A. **Utilização de imagens de sensoriamento remoto orbital para reconhecimento e análise da dinâmica da paisagem na sede do município de Pacaraima – Roraima.** 2008. 104p. Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais) – Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais. Universidade Federal de Roraima. Boa Vista, 2008.
- ALMEIDA, H. A.; MARINHO, C. F. C. **Morfometria do alto curso da bacia hidrográfica do rio Paraíba e indicadores hídricos de susceptibilidade a erosão e à desertificação.** In: SILVA, B. B. (Org), Aplicações ambientais brasileiras com geoprocessamento e sensoriamento remoto. Campina Grande: EDUFCEG, 2013. Cap. 6, p. 101-120.
- ALVES, R. A. **A paisagem na região leste de Roraima, município de Bonfim: Aspectos fisiógrafos, morfológicos, granulométricos e mineralógicos dos Ambientes Lacustres.** 2016. 1126p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal de Roraima. Boa Vista, 2016.
- ANDRADE, A. G.; PORTOCARRERO, H.; CAPECHE, C. L. **Práticas Mecânicas e Vegetativas para Controle de Voçorocas.** EMBRAPA. Rio de Janeiro, p. 4. 2005.
- ARANHA, R. E. **Análise de curvas Fenológicas obtidas a partir de séries temporais NDVI-MODIS em escalas Inter-anuais e Intra-anuais no Município de Pacaraima, Roraima.** 2015. 70p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade de Brasília. Brasília - DF, 2015.
- BARBOSA, E. J. S. **Relevos antrópicos no trecho norte da rodovia Belém-Brasília, estado do Pará.** GEONORTE, Edição Especial 4, v. 10, n. 1, p. 81-86, 2014.
- BARBOSA, R. I. **Distribuição das Chuvas em Roraima.** In: BARBOSA, R. I.; FERREIRA, E. J. G.; CASTELLÓN, E. G., (Org), Homen, Ambiente e Ecologia no estado de Roraima. Manaus: Impa, 1997.
- BARBOSA, T. M. S. **A (re) produção do espaço urbano nas pequenas cidades da Amazônia setentrional: um estudo sobre Bomfim - RR.** 2015. 97p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal de Roraima. Boa Vista, 2015.
- BATISTA, A. N.; VERAS, A. T. **(Re) pensando o espaço territorial de Pacaraima.** In: VERAS, A. T. D. R.; SENHORAS, E. M. (Org), **Pacaraima: Um olhar Geográfico.** Boa Vista: Editorial da UFRR, 2011. Cap. 5, p. 111-132.
- BERTRAND, G. **Paisagem e geografia física global: esboço metodológico.** Universidade São Paulo. ed. São Paulo: Instituto de Geografia, v. 13, 1972.

BESERRA NETA, L. C. **Análise evolutiva da paisagem da serra Tepequém - Roraima e o impacto da atividade antrópica.** 2007. 190p. Tese (Doutorado em Geologia e Geoquímica) - Programa De Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica. Universidade Federal do Pará. Belém, 2007.

BESERRA NETA, L. C.; TAVARES JUNIOR, S. S. **Geomorfologia do estado de roraima por imagens de sensores remotos.** In: SILVA, P. R. D. F.; OLIVEIRA, R. D. S. Roraima 20 anos: as geografias de um novo estado. Boa Vista: UFRR, 2008. p. 168-192.

BRITO, A. O. **Estudos da erosão no ambiente, visando planejamento e controle ambiental no distrito Federal.** 2012. 78p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais. Universidade Federal de Brasília. Brasília, 2012.

CÂMARA, A. B.; CARVALHO, Z. M. **O conceito de paisagem: diversidade de olhares.** Sociedade e Território, Natal, v. 23, n. 2, p. 159-177, jul 2011.

CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. **INTRODUÇÃO À CIÊNCIA DA GEOINFORMAÇÃO.** São José dos Campos: 2001. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/>>. Acesso em: 15 out. 2016.

CAMPOS, E. H. et al. **A ocorrência de feições erosivas como evidência da evolução de voçorocas em Uberlândia- MG.** Revista Brasileira de Geografia Física, Recife, v. 1, n. 2, p. 64-77, Set/Dez 2008.

CAMAPUM, J. C. et al. Processos Erosivos no Centro Oeste Brasileiro. Editora FINATEC, 2006.

CASSETI, V. **Geomorfologia,** 2005. Disponível em: <<http://www.funape.org.br/geomorfologia/>>. Acesso em: 12 out. 2016.

CARVALHO, D. P. **Ocorrência de voçorocas (Gullies) na rodovia BR-174, trecho Manaus- Presidente Figueredo (AM): Gênese, morfologia e previsão de riscos.** 2017. 130p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal do Amazonas. Manaus-AM, 2017.

COELHO, M. A.; TERRA, L. **Geografia do Brasil: Espaço Natural, Territorial e Socioeconomico Brasileiro.** São Paulo: Moderna, 1998.

COSTA, J. A. V. **Tectônica da região nordeste do Estado de Roraima.** 1999. 315p. Tese (Doutorado em Geologia e Geoquímica) - Programa De Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica. Universidade Federal do Pará. Belém, 1999.

COSTA, J. A. V. **Compartimentação do Relevo do Estado de Roraima.** In: OLIVEIRA, R. S. (Org.); **Roraima em Foco:** Pesquisas e Apontamentos Recentes. Boa Vista: Editora da UFRR, 2008.

COSTA, J. A.; FALCÃO, M. T; COSTA, J. B. **Vulnerabilidades aos processos erosivos no município de Pacaraima – RR. primeira abordagem.** VI Simpósio Nacional de Geomorfologia, Goiânia, 2006, p. 1-10,

CUNHA, L. D.; BESERRA NETA, L. C.; TAVARES JÚNIOR, S. S. **Áreas de risco identificadas no perímetro urbano de Pacaraima**. In: VERAS, A. T. D. R.; SENHORAS, E. M. (Org), **Pacaraima: Um olhar Geográfico**. Boa Vista: Editorial da UFRR, 2011. Cap. 7, p. 151-172.

DAL´ASTA, A. P. **Elaboração de zoneamento geoambiental para o perímetro urbano de Santa Maria – RS**. Dissertação (Mestrado em Geografia e Geociências) – Programa de Pós-Graduação em Geociências. Universidade Federal de Rio Grande do Sul. Boa Vista, 2010. 176p.

DENG, Q. et al. **Characterizing the morphology of gully cross-sections based on PCA: A case of Yuanmou Dry-Hot Valley**. *Geomorphology*, n. 228, p. 703-713, 2015.

DIRANE, A. C. M. **Mapeamento das áreas de risco a voçorocamento e caracterização geoambiental da rodovia AM-010 Manaus/Itacoatiara - AM**. 2016. 106p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal do Amazonas. Manaus, 2016.

EMBRAPA. ageitec. **ageitec**, 2010. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/agricultura_e_meio_ambiente/arvore/CONTAG01_58_210200792814.html>. Acesso em: 13 out. 2016.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Súmula da 10. Reunião Técnica de Levantamentos de Solos**. EMBRAPA. Rio de Janeiro, p. 83. 1979.

FALCÃO SOBRINHO, J. S. **O relevo, elemento e âncora, na dinâmica da paisagem do vale, verde e cinza, do Acaraú, no Estado do Ceará**. 2006. 245p. Dissertação (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

FALCÃO, M. T. **Geomorfologia da Região Centro-Norte de Roraima utilizando técnicas de tratamento e interpretação de imagens RASTER da Missão Shuttle Radar Topography Mission (SRTM)**. GEONORTE, Edição Especial, v. 2, n. 4, p. 1848-1496, 2012.

FITZ, P. R. **Geoprocessamento sem complicação**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

FLORENZANO, T. G. **Sensoriamento remoto para geomorfologia**. In: FLORENZANO, T. G., (Org), **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. Cap. 2, p. 31-71.

FRANCO, E. M. S.; DEL´ARCO, J. O.; RIVETT, M. **Geomorfologia da folha NA.20 Boa Vista**. In: BRASIL, D. N. D. P. M. **Projeto Radam. Folha Na-20 Boa Vista e parte das folhas NA-21 Tumucumaque, NB-20 Roraima e NB-21: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra**. Rio de Janeiro: DNPM, 1975.

GOMES, T. C. **Crescimento urbano sobre os compartimentos de relevo no município de Santa Maria, RS**. 2013. 157p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal de Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2013.

GUERRA, A. J. T.; GUERRA, A. J. **Novo dicionário geológico geomorfológico**. 9ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

GUERRA, A. J. T. **Processos erosivos nas encostas**. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org), *Geomorfologia: Uma atualização de bases e conceitos*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009. Cap. 4, p. 149-199.

GUERRA, A. J.; MARÇAL, M. D. S. **Geomorfologia Ambiental**. Rio de Janeiro, 2006.

GUERRA, A. T.; DA SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. *Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações*. 8. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012.

HAESBAERT, R. **Por uma constelação geográfica de conceitos**. In: HAESBAERT, R., (Org), *Viver no limite: Território e multi/transterritorialidade em tempos de in-segurança e contenção*. 1. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2014. p. 19-51.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Rio Ereú, RR**. Folhas NB.20-Z-D-IV/MI-13/3. Rio de Janeiro: IBGE. (1984). 1:100000.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO, ORÇAMENTO E GESTÃO. DIRETORIA DE GEOCIÊNCIAS. **Mapa do Estado de Roraima: Geologia, Geomorfologia, Pedologia e Vegetação**. IBGE, 2005.

LADEIRA, L. F.; DANTAS, M. E. *Compartimentação Geomorfológica*. In: HOLANDA, J. L. et al. **Geodiversidade do estado de Roraima**. Manaus: CPRM, 2014, p. 33-46.

LEITE, A. F. **Análise teórico-filosófica dos modelos de evolução da paisagem: tendências passadas e atuais**. *Revista Geográfica de América Central*, v. 2, n. 47E, p. 1-17, 2011.

MACHADO, R. L.; DE RESENDE, A. S.; CAMPELLO, E. F. C. **Recuperação de Voçorocas em áreas rurais**. In: AGROBIOLOGIA, E. Sistema de Produção 04. Rio de Janeiro: Seropedica, v. 1, 2006. p. 63.

MELO, M. C. **Estudo de feições erosivas lineares na sede do Município de Pacaraima – RR**. 2017. 103p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal de Roraima. Boa Vista, 2017.

METZGER, J. P. **O que é ecologia de paisagens?** *Biota Neotropica*, São Paulo, v. 1, n. 1 e 2, p. 1-9, 28 nov. 2001. Disponível em: <<http://www.biotaneotropica.org.br/v1n12/pt/abstract?thematic-review+BN00701122001>>. Acesso em: 17 ago. 2016.

NASCIMENTO, E. C. **Os processos erosivos e suas implicações na evolução da paisagem atual da serra do Tepequém – RR**. 2015. 114p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal de Roraima. Boa Vista, 2015.

NASCIMENTO, F. A.; TAVARES JÚNIOR, S. S.; BESERRA NETA, L. C. **Compartimentos Geomorfológicos da região de Pacaraima**. In: VERAS, A. T. D. R.; SENHORAS, E. M., (Org) *Pacaraima: Um olhar geográfico*. Boa Vista: Editorial da UFRR, 2011. Cap. 01, p. 23-47.

NASCIMENTO, F. A.; TAVARES JÚNIOR, S. S.; BESERRA NETA, L. C. **estudo dos compartimentos geomorfológicos na Serra do Tepequém – RR, através de fotointerpretação em imagens de sensores remotos e produtos integrados via IHS**. *GEONORTE*, Edição Especial, v. 2, n. 4, p. 1424-1447, 2012.

NASCIMENTO, F. A. **Compartimentação geomorfológica da serra do Tepequém – RR, com base em produtos de sensoriamento remoto.** 2013. 116p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal de Roraima. Boa Vista, 2013.

NOVO, E. M. L. D. M. **Sensoriamento Remoto - Princípios e aplicações.** 4. ed. São Paulo: Blucher, 2010.

OLIVEIRA, A. M. S. **A abordagem geotecnológica: geologia de engenharia no Quinário.** In: Curso de geologia aplicada ao medio ambiente. Digeo – IPT. São Paulo, 1995, p.231 - 241.

OLIVEIRA, K. D.; PEREIRA, I. M. **Ocorrência de Feições Erosivas Como Ferramenta no Diagnóstico de Voçoroca em Ipameri - GO.** Anais do VIII Seminário de Iniciação Científica e V Jornada de Pesquisa e Pós-Graduação UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS, Ipameri, nov. 2010.

OLIVEIRA, M. A. T. **Processos erosivos e preservação de áreas de risco de erosão por voçorocas.** In: GUERRA, J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. M. (Org), Erosão e Conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações. 1. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. p. 57-99.

PEDRO, L. C. **Ambiente e apropriação dos compartimentos geomorfológicos do Conjunto Habitacional Jardim Humberto Salvador e Condomínio Fechado Damha.** 2008. 113p. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Faculdade de Ciência e Tecnologia. Universidade Estadual Paulista. Presidente Prudente, 2008.

RAPOSO, T. J. N. **A (re) produção do espaço urbano no município de Pacaraima 1995-2013.** 2015. 272p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal de Roraima. Boa Vista, 2015.

REIS, J. et al. **Geologia do Estado de Roraima Brasil.** Geologie de la France, v. 2-3-4, p. 121-134, 2003.

ROCHA, V. B.; SILVA, P. R.; **Pacaraima no contexto regional fronteiriço – Brasil/Venezuela.** In: VERAS, A. T. D. R.; SENHORAS, E. M. (Org) Pacaraima um olhar Geográfico. Boa Vista: Editora da UFRR, 2011. Cap. 2, p. 49 - 71.

RODRIGUEZ, C. **Morfologia original e morfologia antropogênica na definição de unidades espaciais de planejamento urbano: exemplo na metrópole paulista.** Revista do Departamento de Geografia, São Paulo, v. 117, p. p 101 - 111, 2002.

RODRIGUEZ, J. M.; DA SILVA, E. V. **A classificação da paisagens a partir de uma visão geossistêmica.** MERCATOR - Revista de Geografia da UFC , Fortaleza, v. 1, n. 1, p. p95 - p112, 2002.

ROSA FILHO, A.; DE SOUZA, V. **Áreas de risco: um estudo do morro do quiabo em pacaraima.** In: VERAS, A. T. D. R.; SENHORAS, E. M. (Org) Pacaraima um olhar Geográfico. Boa Vista: Editora da UFRR, 2011. Cap. 8, p. 173-197.

ROSA, R. **Geotecnologias na geografia aplicada.** Revista do Departamento de Geografia, n. 16, p. 81-90, 2005.

ROSS, J. L. **Geomorfologia: ambiente e planjamento**. 7. ed. São Paulo: Contexto, 2003.

SARTORI, O. C.; BETHÔNICO, M. B.; **A reivindicação de um território: o caso de Pacaraima**. In: VERAS, A. T. D. R.; SENHORAS, E. M. (Org) Pacaraima um olhar Geográfico. Boa Vista: Editora da UFRR, 2011. Cap. 8, p. 173-197.

SAUER, C. O. **A morfologia da Paisagem**. In: CORRÊA, R. L.; ROSENDAHI, Z. Paisagem, Tempo e Cultura. Rio de Janeiro: 1998. p. p.12-74.

SECRETARIA DE ESTADO DE PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO (SEPLAN). **Informações socioeconômicas do município de Pacaraima – RR**. Boa Vista, 2014. 78p.

SHIER, R. A. **Trajetórias do conceito de paisagem na geografia**. R.RA'E GA, Curitiba, n. 7, p. 79-85, 2003.

SILVA, A. M. **Rainfall erosivity map for Brazil**. Catena, Amsterdam, v. 57, p. 251-259, 2004.

SILVA, D. A. et al. **Características Geomorfológicas e a atuação antrópica na formação da atual paisagem em Boa Vista, Bomfim e Pacaraima**. Revista Acta Geográfica, v. 3, n. 6, p. 55-64, Dez 2009.

SILVA, E. L. S. **A Vegetação de Roraima**. In: BARBOSA, R. I.; FERREIRA, E. J. G.; CASTELLÓN, E. G. Homem, ambiente e ecologia no estado de Roraima. Manaus: INPA, 1997. p. 401-4015.

SILVA, S. C. **A modificação do relevo através do processo de terraplanagem nos bairros nova Ituiutaba I, II, III e IV na cidade de Ituiutaba-MG**. In: XVIII Encontro Nacional de Geógrafos. 2016, São Luís / MA, 24 a 30 de julho, 2016. p 1 – 13.

TAVARES JÚNIOR, S. S. et al. **Compartimentação geomorfológica de Roraima por meio de análise de morfoestruturas. Estudo de caso: Serra do Tepequém e o Graben do Tacutu**. Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto- SBSR., Foz do Iguaçu, p. 3704-30711, abr. 2013.

TAVARES JÚNIOR, S. S. **Utilização de imagens de Sensoriamento Remoto, Dados Aerogeofísicos e de Técnicas de integração digital para o estudo geológico do Norte do Estado de Roraima-Brasil**. 2004. 226p. Tese (Doutorado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2004.

VALE JÚNIOR, J. F; SCHAEFER, C.E.G. **Gênese e Geografia dos solos de savana**. In: VALE JÚNIOR, J. F. do. Solos sob savanas de Roraima: Gênese, classificação e relações ambientais/José Frutuoso do Vale Júnior, Carlos Ernesto Gonçalves Reynaud Schaefer. Boa Vista: Gráfica Ioris, 2010.

VALE JUNIOR, J. F; SOUZA, M. I; NASCIMENTO. P. P. Solos e Ambientes. In: HOLANDA, J. L. et al. **Geodiversidade do estado de Roraima**. Manaus: CPRM, 2014, p. 67-86.

VIEIRA, A. F. G. **Erosão por voçorocas em áreas urbanas: o caso de Manaus (AM)**. 1998. 222p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal de Santa Catarina, 1998.

_____. **Desenvolvimento e distribuição de voçorocas em Manaus (AM): Principais fatores controladores e impacto urbano-ambientais.** 2008, 223p. Tese (Doutorado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal de Santa Catarina, 2008.

VIEIRA, A. F.G; ALBUQUERQUE, A. R. da C. Cadastramento de voçorocas e análise do risco erosivo em estradas: BR -174 (trecho Manaus-Presidente Figueiredo). In: **V Simpósio Nacional de Geomorfologia e I Encontro Sul-Americano de Geomorfologia.** Santa Maria: UFSM, 2004.

VIERO, A. C. **Análise da geologia, geomorfologia e solos no processo de erosão por voçorocas: Bacia do Taboão, RS.** 2004. 124p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. Universidade Federal de Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2014.

APÊNDICE 1

FICHA DE CADASTRO

FICHA DE CADASTRO					
1. DATA CADASTRAMENTO		FICHA Nº			
2. LOCALIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DA VOÇOROCA					
Coordenadas:					
Acesso:					
Bairro:			Zona:		
Nome da identificação:					
Tipo: conectada o desconectada			Forma:		
3. DIMENSÕES VOÇOROCA					
Lacalização na voçoroca	Comprimento	Largura	Profundidade	Forma	Orientação
Superior					
Meia					
Inferior					
4. CARACTERISTICA DA ENCOSTA	Forma			Declividade (Graus)	
5. USO E OCUPAÇÃO DA ÁREA A MONTANTE					
6. MEDIDA DE CONTENÇÃO ADOTADA					
7. PREVISÃO DE EVOLUÇÃO					
8. OBSERVAÇÕES GERAIS					
9. FOTOGRAFIA					

Fonte: Modificado de Vieira (1998).

APÊNDICE 2

CADASTRO DAS FEIÇÕES EROSIVAS

FICHA DE CADASTRO					
1. DATA CADASTRAMENTO	15/06/2017	FICHA Nº	1		
2. LOCALIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DA VOÇOROCA					
<p>Coordenadas: Início (705631 E; 494662 N); final (7055528 E 4994654 N) Acesso: Rua Guiana Bairro: Balança Zona: Sul Nome da identificação: 1 Forma: Irregular Tipo: conectada</p>					
3. DIMENSÕES VOÇOROCA					
Localização na voçoroca	Comprimento (m)	Largura (m)	Profundidade (m)	Forma	Orientação
Meia	102,6	24,30	5,69	V	E - O
4. CARACTERÍSTICA DA ENCOSTA	Forma			Declividade (Graus)	
	Côncava			19,60	
5. USO E OCUPAÇÃO DA ÁREA A MONTANTE	Área desocupada com uma trilha que conecta internamente o centro da cidade com o bairro da Balança. Ativa				
6. HISTÓRICO DA OCORRÊNCIA	Por encontra-se instalada no meio do vale recebe o escoamento das água da chuva a montante desenvolvendo-a. A isso suma-se que na sua cabeceira passa a trilha que conecta o bairro da balança com o centro.				
7. MEDIDA DE CONTENÇÃO ADOTADA	Nenhuma				
8. OBSERVAÇÕES GERAIS	Presença de vegetação arbustiva e gramíneas no interior da incisão. Perda aproximadamente de solo 14177,88 m ³ , área 2493,18 m ² .				
9. FOTOGRAFIA					

FICHA DE CADASTRO					
1. DATA CADASTRAMENTO	15/06/2017			FICHA Nº	2
2. LOCALIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DA VOÇOROCA					
<p>Coordenadas: 705554 E; 494565 N Acesso: Rua Guiana ou pela BR-174 Bairro: Balança Zona: Sul Nome da identificação: 2 Forma: Ramificada Tipo: conectada</p>					
3. DIMENSÕES VOÇOROCA					
Localização na voçoroca	Comprimento (m)	Largura (m)	Profundidade (m)	Forma	Orientação
Meia	17,29	12,33	3,20	V	E - W
4. CARACTERÍSTICA DA ENCOSTA	Forma			Declividade (Graus)	
	Convexa			16,3	
5. USO E OCUPAÇÃO DA ÁREA A MONTANTE	Área desocupada. Na parte inferior passa a sarjeta ou drenagem da pista				
6. HISTÓRICO DA OCORRÊNCIA	Evolução após o corte na vertente para a construção da BR-174. Erosão ativa a montante na parte superior da incisão. Ativa				
7. MEDIDA DE CONTENÇÃO ADOTADA	Nenhuma				
8. OBSERVAÇÕES GERAIS	Presença de vegetação arbustiva e gramíneas no interior da incisão. Perda aproximadamente de solo 682,19 m ³ e área 213,19 m ² .				
9. FOTOGRAFIA					

FICHA DE CADASTRO					
1. DATA CADASTRAMENTO	15/06/2017	FICHA Nº	3		
2. LOCALIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DA VOÇOROCA					
<p>Coordenadas: 705934 E; 494137 N Acesso: Escadearia feita na vertente. Bairro: Balança Zona: Leste Nome da identificação: 3 Forma: Retangular Tipo: conectada</p>					
3. DIMENSÕES DA VOÇOROCA					
Localização na voçoroca	Comprimento (m)	Largura (m)	Profundidade (m)	Forma	Orientação
Meia	8,50	5	1,23	U	NE W L SE
4. CARACTERÍSTICA DA ENCOSTA	Forma			Declividade (Graus)	
	Convexa			20,70	
5. USO E OCUPAÇÃO DA ÁREA A MONTANTE	Área desocupada. Na parte inferior da voçoroca evidenciou-se a construção de uma escadaria de acesso as moradias do setor. Ativa				
6. HISTÓRICO DA OCORRÊNCIA	Evolução de origem natural.				
7. MEDIDA DE CONTENÇÃO ADOTADA	Nenhuma				
8. OBSERVAÇÕES GERAIS	Presença de vegetação rasteira como gramíneas no interior da incisão. Perda aproximadamente de solo 52,42 m ³ e área 42,50 m ² .				
9. FOTOGRAFIA					

FICHA DE CADASTRO					
1. DATA CADASTRAMENTO	15/06/2017	FICHA Nº	4		
2. LOCALIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DA VOÇOROCA					
<p>Coordenadas: 706188 E; 494791 N Acesso: Rua Travessa Suapi Bairro: Elzo Monte Negro Nome da identificação: 4 Tipo: Desconectada</p> <p style="text-align: right;">Zona: Sul Forma: Ramificada</p>					
3. DIMENSÕES VOÇOROCA					
Localização na voçoroca	Comprimento (m)	Largura (m)	Profundidade (m)	Forma	Orientação
Superior	--	-	-	V	O - L S OS - N NE
Meia		-	-		
Inferior		-	-		
4. CARACTERÍSTICA DA ENCOSTA	Forma			Declividade (Graus)	
	Convexa			4,3	
5. USO E OCUPAÇÃO DA ÁREA A MONTANTE	Construção de via e terraplanagem para construção de moradias. Ativa				
6. HISTÓRICO DA OCORRÊNCIA	Evolução após o corte na vertente para a construção do anel viário e terraplanagem para construção de moradias.				
7. MEDIDA DE CONTENÇÃO ADOTADA	Nenhuma				
8. OBSERVAÇÕES GERAIS	Presença de vegetação arbustiva e gramíneas no interior da incisão. Presença de micro feições erosivas.				
9. FOTOGRAFIA					

FICHA DE CADASTRO					
1. DATA CADASTRAMENTO	15/06/2017	FICHA Nº	5		
2. LOCALIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DA VOÇOROCA					
<p>Coordenadas: 706748 E; 495110 N Acesso: Rua Livino Inacio de Oliveira Bairro: Vila Nova Zona: Centro Nome da identificação: 5 Forma: Linear Tipo: Desconectada</p>					
3. DIMENSÕES VOÇOROCA					
Localização na voçoroca	Comprimento (m)	Largura (m)	Profundidade (m)	Forma	Orientação
Superior	--	-	-	V	E-O
Meia		-	-		
Inferior		-	-		
4. CARACTERÍSTICA DA ENCOSTA	Forma			Declividade (Graus)	
	Convexa			5,6	
5. USO E OCUPAÇÃO DA ÁREA A MONTANTE	A montante, moradias. Ativa				
6. HISTÓRICO DA OCORRÊNCIA	Evolução após o corte na vertente para a construção do anel viário.				
7. MEDIDA DE CONTENÇÃO ADOTADA	Nenhuma				
8. OBSERVAÇÕES GERAIS	Presença de vegetação arbustiva e gramíneas no topo da incisão. Presença de micro feições erosivas.				
9. FOTOGRAFIA					

FICHA DE CADASTRO					
1. DATA CADASTRAMENTO	16/06/2017	FICHA Nº	6		
2. LOCALIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DA VOÇOROCA					
<p>Coordenadas: 707030 E; 496656 N Acesso: Rua S/N Bairro: Suapi Zona: Norte Nome da identificação: 6 Forma: Ramificada Tipo: Desconectada</p>					
3. DIMENSÕES VOÇOROCA					
Localização na voçoroca	Comprimento (m)	Largura (m)	Profundidade (m)	Forma	Orientação
Superior	60,84	56,70	5,30	U	N NE – S SE
Meia					
Inferior					
4. CARACTERÍSTICA DA ENCOSTA	Forma			Declividade (Graus)	
	Convexa			Superior: 32,20; Inferior: 16,80	
5. USO E OCUPAÇÃO DA ÁREA A MONTANTE	Antena de rádio. Ativa				
6. HISTÓRICO DA OCORRÊNCIA	Evolução após o corte na vertente e terraplanagem para construção de moradias.				
7. MEDIDA DE CONTENÇÃO ADOTADA	Nenhuma				
8. OBSERVAÇÕES GERAIS	Presença de vegetação arbustiva e gramíneas no interior da incisão. Presença de micro feições erosivas no interior da voçoroca. Perda aproximadamente de solo 18283 m ³ , de área 3449 m ² .				
9. FOTOGRAFIA					

FICHA DE CADASTRO					
1. DATA CADASTRAMENTO	16/06/2017	FICHA Nº	7		
2. LOCALIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DA VOÇOROCA					
<p>Coordenadas: 707030 E; 496656 N Acesso: Rua S/N Bairro: Suapi Zona: Norte Nome da identificação: 6.1 Forma: Ramificada Tipo: Desconectada</p>					
3. DIMENSÕES VOÇOROCA					
Localização na voçoroca	Comprimento (m)	Largura (m)	Profundidade (m)	Forma	Orientação
Superior	10	2,20	1,63	V	N NE – S SE
Meia		3,31	3,7		
Inferior		4,02	5,30		
4. CARACTERÍSTICA DA ENCOSTA	Forma			Declividade (Graus)	
	Convexa			Inferior: 16,80	
5. USO E OCUPAÇÃO DA ÁREA A MONTANTE	Antena de rádio. Desativada				
6. HISTÓRICO DA OCORRÊNCIA	Evolução após o corte na vertente e terraplanagem para construção de moradias.				
7. MEDIDA DE CONTENÇÃO ADOTADA	Nenhuma				
8. OBSERVAÇÕES GERAIS	Presença de vegetação arbustiva e gramíneas no interior da incisão. Presença de micro feições erosivas no interior da voçoroca.				
9. FOTOGRAFIA					

FICHA DE CADASTRO					
1. DATA CADASTRAMENTO	16/06/2017	FICHA Nº	8		
2. LOCALIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DA VOÇOROCA					
<p>Coordenadas: 707030 E; 496656 N Acesso: Rua S/N Bairro: Suapi Zona: Norte Nome da identificação: 6.2 Forma: Ramificada Tipo: Desconectada</p>					
3. DIMENSÕES VOÇOROCA					
Localização na voçoroca	Comprimento (m)	Largura (m)	Profundidade (m)	Forma	Orientação
Superior	14,8	3,80	2,03	U	N NE – S SE
Meia		4,07	1,43		
Inferior		6,33	4,71		
4. CARACTERÍSTICA DA ENCOSTA	Forma			Declividade (Graus)	
	Convexa			Inferior: 16,80	
5. USO E OCUPAÇÃO DA ÁREA A MONTANTE	Antena de rádio. Ativa				
6. HISTÓRICO DA OCORRÊNCIA	Evolução após o corte na vertente e terraplanagem para construção de moradias.				
7. MEDIDA DE CONTENÇÃO ADOTADA	Nenhuma				
8. OBSERVAÇÕES GERAIS	Presença de vegetação arbustiva e gramíneas no interior da incisão. Presença de micro feições erosivas no interior da voçoroca.				
9. FOTOGRAFIA					

FICHA DE CADASTRO					
1. DATA CADASTRAMENTO	16/06/2017	FICHA Nº	9		
2. LOCALIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DA VOÇOROCA					
<p>Coordenadas: 707030 E; 496656 N Acesso: Rua S/N Bairro: Suapi Zona: Norte Nome da identificação: 6.3 Forma: Ramificada Tipo: Desconectada</p>					
3. DIMENSÕES VOÇOROCA					
Localização na voçoroca	Comprimento (m)	Largura (m)	Profundidade (m)	Forma	Orientação
Superior	21	4,30	4,78	V	N NE – S SE
Meia		7,21	6,11		
Inferior		2	1,30		
4. CARACTERÍSTICA DA ENCOSTA	Forma			Declividade (Graus)	
	Convexa			Inferior: 16,80	
5. USO E OCUPAÇÃO DA ÁREA A MONTANTE	Antena de rádio. Ativa.				
6. HISTÓRICO DA OCORRÊNCIA	Evolução após o corte na vertente e terraplanagem para construção de moradias.				
7. MEDIDA DE CONTENÇÃO ADOTADA	Nenhuma				
8. OBSERVAÇÕES GERAIS	Presença de vegetação arbustiva e gramíneas no interior da incisão. Presença de micro feições erosivas no interior da voçoroca.				
9. FOTOGRAFIA					

FICHA DE CADASTRO					
1. DATA CADASTRAMENTO	16/06/2017	FICHA Nº	10		
2. LOCALIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DA VOÇOROCA					
<p>Coordenadas: 707030 E; 496656 N Acesso: Rua S/N Bairro: Suapi Zona: Norte Nome da identificação: 6.4 Forma: Irregular Tipo: Desconectada</p>					
3. DIMENSÕES VOÇOROCA					
Localização na voçoroca	Comprimento (m)	Largura (m)	Profundidade (m)	Forma	Orientação
Superior	13	1,81	2,31	V	N NE – S SE
Meia		5,22	4,76		
Inferior		3,81	2,9		
4. CARACTERÍSTICA DA ENCOSTA	Forma			Declividade (Graus)	
	Convexa			Superior: 32,20	
5. USO E OCUPAÇÃO DA ÁREA A MONTANTE	Antena de rádio. Ativa.				
6. HISTÓRICO DA OCORRÊNCIA	Evolução após o corte na vertente e terraplanagem para construção de moradias.				
7. MEDIDA DE CONTENÇÃO ADOTADA	Nenhuma				
8. OBSERVAÇÕES GERAIS	Presença de vegetação arbustiva e gramíneas no interior da incisão. Presença de micro feições erosivas no interior da voçoroca.				
9. FOTOGRAFIA					

FICHA DE CADASTRO					
1. DATA CADASTRAMENTO	16/06/2017	FICHA Nº	11		
2. LOCALIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DA VOÇOROCA					
<p>Coordenadas: 707030 E; 496656 N Acesso: Rua S/N Bairro: Suapi Zona: Norte Nome da identificação: 6.5 Forma: Retangular Tipo: Desconectada</p>					
3. DIMENSÕES VOÇOROCA					
Localização na voçoroca	Comprimento (m)	Largura (m)	Profundidade (m)	Forma	Orientação
Superior	9,30	1,27	0,93	V	N NE – S SE
Meia		3,67	3,93		
Inferior		0,47	0,39		
4. CARACTERÍSTICA DA ENCOSTA	Forma			Declividade (Graus)	
	Convexa			Superior: 32,20	
5. USO E OCUPAÇÃO DA ÁREA A MONTANTE	Antena de rádio. Ativa.				
6. HISTÓRICO DA OCORRÊNCIA	Evolução após o corte na vertente e terraplanagem para construção de moradias.				
7. MEDIDA DE CONTENÇÃO ADOTADA	Nenhuma				
8. OBSERVAÇÕES GERAIS	Presença de vegetação arbustiva e gramíneas no interior da incisão. Presença de micro feições erosivas no interior da voçoroca.				
9. FOTOGRAFIA					

FICHA DE CADASTRO					
1. DATA CADASTRAMENTO	16/06/2017	FICHA Nº	12		
2. LOCALIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DA VOÇOROCA					
<p>Coordenadas: 707030 E; 496656 N Acesso: Rua S/N Bairro: Suapi Zona: Norte Nome da identificação: 6.6 Forma: Linear Tipo: Desconectada</p>					
3. DIMENSÕES VOÇOROCA					
Localização na voçoroca	Comprimento (m)	Largura (m)	Profundidade (m)	Forma	Orientação
Superior	8,68	3,87	2,20	V	N NE – S SE
Meia		4,04	3,11		
Inferior		4,69	1,05		
4. CARACTERÍSTICA DA ENCOSTA	Forma			Declividade (Graus)	
	Convexa			Superior: 32,20	
5. USO E OCUPAÇÃO DA ÁREA A MONTANTE	Antena de rádio. Ativa.				
6. HISTÓRICO DA OCORRÊNCIA	Evolução após o corte na vertente e terraplanagem para construção de moradias.				
7. MEDIDA DE CONTENÇÃO ADOTADA	Nenhuma				
8. OBSERVAÇÕES GERAIS	Presença de vegetação arbustiva e gramíneas no interior da incisão. Presença de micro feições erosivas no interior da voçoroca.				
9. FOTOGRAFIA					

FICHA DE CADASTRO					
1. DATA CADASTRAMENTO	16/06/2017	FICHA Nº	13		
2. LOCALIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DA VOÇOROCA					
<p>Coordenadas: 707030 E; 496656 N Acesso: Rua S/N Bairro: Suapi Zona: Norte Nome da identificação: 6.7 Forma: Linear Tipo: Desconectada</p>					
3. DIMENSÕES VOÇOROCA					
Localização na voçoroca	Comprimento (m)	Largura (m)	Profundidade (m)	Forma	Orientação
Superior	9,11	3,81	1,67	V	N NE – S SE
Meia		4,41	1,89		
Inferior		4,07	1,33		
4. CARACTERÍSTICA DA ENCOSTA	Forma			Declividade (Graus)	
	Convexa			Superior: 32,20	
5. USO E OCUPAÇÃO DA ÁREA A MONTANTE	Antena de rádio. Ativa.				
6. HISTÓRICO DA OCORRÊNCIA	Evolução após o corte na vertente e terraplanagem para construção de moradias.				
7. MEDIDA DE CONTENÇÃO ADOTADA	Nenhuma				
8. OBSERVAÇÕES GERAIS	Presença de vegetação arbustiva e gramíneas no interior da incisão. Presença de micro feições erosivas no interior da voçoroca.				
9. FOTOGRAFIA					

FICHA DE CADASTRO					
1. DATA CADASTRAMENTO	16/06/2017	FICHA Nº	14		
2. LOCALIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DA VOÇOROCA					
<p>Coordenadas: 707030 E; 496656 N Acesso: Rua S/N Bairro: Suapi Zona: Norte Nome da identificação: 6.8 Forma: Linear Tipo: Desconectada</p>					
3. DIMENSÕES VOÇOROCA					
Localização na voçoroca	Comprimento (m)	Largura (m)	Profundidade (m)	Forma	Orientação
Superior	16,30	5,20	3,09	U	N NE – S SE
Meia		7,30	4,87		
Inferior		4,63	2,27		
4. CARACTERÍSTICA DA ENCOSTA	Forma			Declividade (Graus)	
	Convexa			Superior: 32,20	
5. USO E OCUPAÇÃO DA ÁREA A MONTANTE	Antena de rádio. Ativa.				
6. HISTÓRICO DA OCORRÊNCIA	Evolução após o corte na vertente e terraplanagem para construção de moradias.				
7. MEDIDA DE CONTENÇÃO ADOTADA	Nenhuma				
8. OBSERVAÇÕES GERAIS	Presença de vegetação arbustiva e gramíneas no interior da incisão. Presença de micro feições erosivas no interior da voçoroca.				
9. FOTOGRAFIA					

FICHA DE CADASTRO					
1. DATA CADASTRAMENTO	16/06/2017	FICHA Nº	15		
2. LOCALIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DA VOÇOROCA					
<p>Coordenadas: 706774 E; 496462 N Acesso: Rua Venezuela Bairro: Suapi Zona: Norte Nome da identificação: 7 Forma: Ramificada Tipo: Desconectada</p>					
3. DIMENSÕES VOÇOROCA					
Localização na voçoroca	Comprimento (m)	Largura (m)	Profundidade (m)	Forma	Orientação
Superior	7	3,20	1,73	U	NNE-SSO
Meia		4,73	3,89		
Inferior		0,70	0,89		
4. CARACTERÍSTICA DA ENCOSTA	Forma			Declividade (Graus)	
	Convexa			42,61	
5. USO E OCUPAÇÃO DA ÁREA A MONTANTE	O morro forma parte da divisória de águas da bacia do rio Amazonas e o rio Orinoco, no seu topo encontra-se os marcos de fronteira que divide a Brasil da Venezuela. Ativa				
6. HISTÓRICO DA OCORRÊNCIA	Evolução após o corte na vertente para a construção da rua				
7. MEDIDA DE CONTENÇÃO ADOTADA	Nenhuma				
8. OBSERVAÇÕES GERAIS	Presença de vegetação arbustiva e gramíneas no topo da incisão. Presença de micro feições erosivas. Perda aproximadamente de solo 130 m ³ , de área 60,41 m ² .				
9. FOTOGRAFIA					

FICHA DE CADASTRO					
1. DATA CADASTRAMENTO	16/06/2017	FICHA Nº	16		
2. LOCALIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DA VOÇOROCA					
<p>Coordenadas: 706731 E; 496521 N Acesso: Rua Venezuela Bairro: Suapi Zona: Norte Nome da identificação: 8 Forma: Retangular Tipo: Desconectada</p>					
3. DIMENSÕES VOÇOROCA					
Localização na voçoroca	Comprimento (m)	Largura (m)	Profundidade (m)	Forma	Orientação
Superior	14	5,21	2,87	U	ENE-OSO
Meia		7,81	3,54		
Inferior		8,31	2,32		
4. CARACTERÍSTICA DA ENCOSTA	Forma			Declividade (Graus)	
	RetilineaSSS\			23,60	
5. USO E OCUPAÇÃO DA ÁREA A MONTANTE	O morro forma parte da divisória de águas da bacia do rio Amazonas e o rio Orinoco, no seu topo encontra-se os marcos de fronteira que divide a Brasil da Venezuela. Ativa				
6. HISTÓRICO DA OCORRÊNCIA	Possivelmente iniciou por terraplenagem da parte inferior da encosta causando o enfraquecimento da vertente que recebe o escoamento superficial da água da chuva.				
7. MEDIDA DE CONTENÇÃO ADOTADA	Nenhuma				
8. OBSERVAÇÕES GERAIS	Presença de vegetação arbustiva e gramíneas no topo da incisão. Presença de micro feições erosivas. Perda aproximadamente de solo 291 m ³ , de área 100 m ² .				
9. FOTOGRAFIA					

FICHA DE CADASTRO					
1. DATA CADASTRAMENTO	16/06/2017	FICHA Nº	17		
2. LOCALIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DA VOÇOROCA					
<p>Coordenadas: 705568 E; 495522 N Acesso: Rua Venezuela Bairro: Centro Zona: Nordeste Nome da identificação: 9 Forma: Irregular Tipo: Desconectada</p>					
3. DIMENSÕES VOÇOROCA					
Localização na voçoroca	Comprimento (m)	Largura (m)	Profundidade (m)	Forma	Orientação
Superior	21,38	2,20	0,87	U	ENE-OSO
Meia		6,77	2,31		
Inferior		7,31	1,32		
4. CARACTERÍSTICA DA ENCOSTA	Forma			Declividade (Graus)	
	Convexa			16,20	
5. USO E OCUPAÇÃO DA ÁREA A MONTANTE	O morro forma parte da divisória de águas da bacia do rio Amazonas e o rio Orinoco, no seu topo encontra-se os marcos de fronteira que divide a Brasil da Venezuela. Ativa				
6. HISTÓRICO DA OCORRÊNCIA	Possivelmente iniciou construção do marco de fronteira no topo da encosta				
7. MEDIDA DE CONTENÇÃO ADOTADA	Nenhuma				
8. OBSERVAÇÕES GERAIS	Presença de vegetação arbustiva e gramíneas no topo da incisão. Presença de micro feições erosivas. Perda aproximadamente de solo 522 m ³ , de área 116 m ² .				
9. FOTOGRAFIA					

FICHA DE CADASTRO					
1. DATA CADASTRAMENTO	16/06/2017	FICHA Nº	18		
2. LOCALIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DA VOÇOROCA					
<p>Coordenadas: 707039 E; 495885 N Acesso: Anel viário Bairro: Vila Nova Zona: Leste Nome da identificação: 10 Forma: Retangular Tipo: Desconectada</p>					
3. DIMENSÕES VOÇOROCA					
Localização na voçoroca	Comprimento (m)	Largura (m)	Profundidade (m)	Forma	Orientação
Superior	-	-	-	U	NNO-LSE
Meia		-	-		
Inferior		-	-		
4. CARACTERÍSTICA DA ENCOSTA	Forma			Declividade (Graus)	
	Convexa			5,2	
5. USO E OCUPAÇÃO DA ÁREA A MONTANTE	Moradias e terraplanagens. Ativa				
6. HISTÓRICO DA OCORRÊNCIA	Desenvolveu-se a partir do corte na vertente para a construção do anel viário. A retirada da vegetação deixa a encosta exposta à água de chuva.				
7. MEDIDA DE CONTENÇÃO ADOTADA	Nenhuma				
8. OBSERVAÇÕES GERAIS	Presença de vegetação arbustiva e gramíneas no topo da incisão. Presença de micro feições erosivas.				
9. FOTOGRAFIA					

FICHA DE CADASTRO					
1. DATA CADASTRAMENTO	15/06/2017	FICHA Nº	19		
2. LOCALIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DA VOÇOROCA					
<p>Coordenadas: 705428; 494861 Acesso: BR-174 Bairro: 7º Batalhão de Fronteira Zona: Centro Nome da identificação: 11 Forma: Linear Tipo: Desconectada</p>					
3. DIMENSÕES VOÇOROCA					
Localização na voçoroca	Comprimento (m)	Largura (m)	Profundidade (m)	Forma	Orientação
Meia	55,35	14,85	2,30	V	E - W
4. CARACTERÍSTICA DA ENCOSTA	Forma			Declividade (Graus)	
	Convexa			7,3	
5. USO E OCUPAÇÃO DA ÁREA A MONTANTE	Área desocupada, pertencente ao 7º batalhão de fronteira. Ativa				
6. HISTÓRICO DA OCORRÊNCIA	Não se identificou rastro de algum tipo de alteração antrópica, portanto, presume-se que esta feição tem sua gênese condicionada pelos fatores naturais.				
7. MEDIDA DE CONTENÇÃO ADOTADA	Nenhuma				
8. OBSERVAÇÕES GERAIS	Presença de vegetação arbustiva e gramíneas no exterior da incisão. Perda aproximadamente de solo 1890 m ³ , área 821 m ² .				
9. FOTOGRAFIA					