



UFRR

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

EZEQUIAS BARBOSA DE ALMEIDA

ANÁLISE INTEGRADA DE ELEMENTOS DA PAISAGEM DA SERRA DO
TEPEQUÉM POR MEIO DE DADOS DE SENSORIAMENTO REMOTO E DE
CAMPO

Boa Vista, RR

2015

EZEQUIAS BARBOSA DE ALMEIDA

ANÁLISE INTEGRADA DE ELEMENTOS DA PAISAGEM DA SERRA DO
TEPEQUÉM POR MEIO DE DADOS DE SENSORIAMENTO REMOTO E DE
CAMPO

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Recursos Naturais, da Universidade Federal de Roraima, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Recursos Naturais. Área de concentração: Manejo e Conservação de Bacias Hidrográficas

Orientador: Prof. Dr. Stélio Soares Tavares Júnior

Co-orientador: Prof. Dr. José Frutuoso do Vale Júnior

Boa Vista, RR

2015

TERMO DE APROVAÇÃO

EZEQUIAS BARBOSA DE ALMEIDA

ANÁLISE INTEGRADA DE ELEMENTOS DA PAISAGEM DA SERRA DO TEPEQUÉM POR MEIO DE DADOS DE SENSORIAMENTO REMOTO E DE CAMPO

Dissertação apresentada como pré-requisito para conclusão do Curso de Mestrado do Programa de Pós-graduação em Recursos Naturais, da Universidade Federal de Roraima. Área de concentração: Manejo e Conservação de Bacias Hidrográficas. Defendida em 05 de Novembro de 2014 e avaliada pela seguinte banca examinadora:

Prof. Dr. Stélio Soares Tavares Júnior
Orientador/Curso de Geologia - UFRR

Prof^a. Dr^a. Maristela Ramalho Xaud
Embrapa - Roraima

Prof^o. Dr. Haron Abraham Magalhães Xaud
Embrapa - Roraima

Prof^a. Dr^a. Luiza Câmara Beserra Neta
Curso de Geografia - UFRR

DEDICATÓRIA

À Florentino (*in memoriam*) meu saudoso pai, Homem homérico, insigne, de invejável caráter e Lélia minha querida mãe, mulher altruísta de atitudes dignas e louvável moral, pois sempre acreditaram em mim com todas as suas forças, amando-me intensamente, pois abdicaram de seus sonhos apostando-os em mim, com suas crenças, valores e ideologias de um simples casal que foram, pois essas qualidades me esculpíram no círculo familiar, em um jovem..., um esposo... e agora também em um pai, e acima de tudo um cidadão, para que fosse hoje nessa sociedade o Homem que sou. Dedico-lhes essa grande conquista em gratidão ao acme do amor incondicional recebido.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus precursor do Universo, pelo milagre da “vida” que se renova no mistério da aurora de cada amanhecer, sem “ele” não há luz e nada é possível, pois na sua luz veremos a luz.

À Universidade Federal de Roraima (UFRR) pela oportunidade proporcionada, através do Programa de Pós-graduação em Recursos Naturais (PRONAT) e seus ilustres professores.

Ao Prof. Dr. Stélio Soares Tavares Júnior (IGEO) orientador e Prof. Dr. José Frutuoso do Vale Júnior (CCA), pela dedicação, compreensão e confiança que dedicaram a minha pessoa, que com muita presteza estiveram sempre presentes durante a execução desse trabalho, pois com simplicidade e conhecimento farto me fizeram contemplar a grandeza e a beleza do saber.

Aos meus amados pais, Florentino (*in memoriam*) e Lélia, casal epopéico, pelo exemplo sem-par de luta, esperança, amor, honestidade e humildade.

Ao amor da minha vida... Jovercina, minha esposa querida, mulher magnânima, pois tem sido arrimo irrestrito em minha jornada, enfrentando sempre com eia os óbices da vida, transformado heroicamente em colorido o preto-e-branco da panacéia do lidar humano, (...) me faltam palavras.

Aos meus amados filhos Silas e Soraya, eternos amores da minha vida que me vertem forças nos dias de fraquezas, esperanças nos momentos de aflições e certezas nas horas de perplexidades, por eles estou eu indo até aqui, pois sempre me inspiram muito orgulho.

A minha querida mana Neide, pelo apoio e paciência que dispensou a mim, sempre com sorriso no rosto me abraçou e se preocupou comigo, fazendo além do que eu merecia (...) “sabes o que digo...”.

Aos meus sobrinhos Rubens, Suzana e Lelinha que com carinho me hospedaram e sempre prontos me atenderam não como um tio, mas sim como um irmão.

Aos meus familiares, que sempre confiantes me apoiaram e hoje essa conquista é a ceifa da semente de confiança que cada um depositou em meus sonhos.

Ao meu gentil “sobrinho” e mais que um amigo, um irmão... Luiz, pela ajuda e dedicação nas atividades de campo na serra do Tepequém, sempre disposto e sem medir esforços pra ajudar... Grato!!!.

EPÍGRAFE

Quem já passou por essa vida e não viveu;
Pode ser mais, mas sabe menos do que eu;
Porque a vida só se dá pra quem se deu;
Pra quem amou, pra quem chorou, pra quem sofreu (...)

Vinicius de Moraes

Depois de algum tempo você aprende (...) a construir todas as suas estradas no hoje, porque o terreno do amanhã é incerto demais para os planos, e o futuro tem o costume de cair em meio ao vão (...). Aprende que não importa aonde você já chegou, mas para onde está indo... Mas, se você não sabe para onde está indo, qualquer caminho serve (...). Descobre que algumas vezes a pessoa que você espera que o chute quando você cair é uma das poucas que o ajuda a levantar-se (...). Aprende que com a mesma severidade que julgas você será em algum momento condenado (...). Portanto, plante seu jardim e decore sua alma, em vez de esperar que alguém lhe traga flores. E você aprende que realmente pode suportar... Que realmente é forte, e que pode ir muito mais longe depois de pensar que não se pode mais. E que realmente a vida tem valor e que você tem valor diante da vida! Nossas dúvidas são traidoras e nos fazem perder o bem que poderíamos conquistar se não fosse o medo de tentar.

William Shakespeare

Caminhante, não há caminho;
Faz-se o caminho ao caminhar...
Gonzaguinha

RESUMO

O norte do estado de Roraima é caracterizado por apresentar características importantes nos elementos da paisagem. Esses atributos naturais têm proporcionado à região avanços importantes nas áreas de pesquisas e turismo. Este estudo tem por objetivo analisar a relação da distribuição tipológica da fitofisionomia x relevo e fitofisionomia x pedologia no topo da serra, através da utilização de dados de Sensoriamento Remoto, compartimentação geomorfológica, classes dos solos e dados de campo. Para alcançar esses objetivos foi utilizada uma imagem do sensor OLI, a bordo do satélite Landsat 8, e realizada a correção da interferência dos constituintes atmosféricos por meio do método de subtração do pixel escuro. Foram realizadas operações de realce, ampliação linear do contraste e conversão para composição colorida RGB. As imagens referentes à composição colorida 6R5G8B e banda 5, serviram de referência para a classificação supervisionada por meio do classificador pixel a pixel de máxima verossimilhança (MAXVER). Na fase de treinamento, foram identificados na imagem os pixels correspondentes a cada uma das classes fitofisionômicas pretendidas. Para concretização desse estudo foi realizado trabalho de campo, análises químicas, físicas e matéria orgânica do solo, que analisados de forma integrada resultaram em um mapa de solos e da fitofisionomia da serra. O processamento dos dados foi realizado nos softwares PCI Geomatica versão 10.2, Spring versão 5.2 e ArcGis versão 10. As análises de solos demonstraram solos quimicamente pobres, ácidos, com elevado índice de saturação por alumínio. Na avaliação da classe textural dos perfis, houve predominância da textura Franco-Argilo-Arenosa. A caracterização da geomorfologia para esse estudo foi utilizado uma base de dados de estudos anteriores. Com o desenvolvimento desse trabalho foi possível a elaboração do mapa da fitofisionomia com 3 classes de vegetação, sendo áreas de florestas, savana arbórea e savana gramínea. Igualmente foi elaborado o mapa de solos do topo da serra do Tepequém distribuído em 7 classes de solos incluindo Cambissolo Háplico, Neossolo Litólico, Neossolo Quartzarênico, Plintossolo Pétrico, Latossolo Vermelho-Amarelo, Gleissolo Háplico e Argissolo vermelho-Amarelo. A análise integrada desses produtos do relevo e solo x vegetação do topo da serra apresentou resultados importantes, até mesmo numa análise visual de sobreposição dos mapas é possível perceber expressiva relação entre os elementos da paisagem. No tratamento estatístico dos dados entre as relações dos elementos envolvidos, utilizou-se a razão simples entre a frequência observada e frequência esperada (F_o/F_e) obtidas através dos cruzamentos das classes. Foi utilizado o teste X^2 (Qui-quadrado) e submetido as análises à correção de Yates. Os resultados estatísticos confirmam significativa relação entre Vegetação x Geomorfologia e Vegetação x Pedologia, determinando então a rejeição da hipótese H_0 (não existe relação entre os elementos da paisagem) e aceitação da hipótese H_1 (existe relação entre os elementos da paisagem). A área de floresta apresentou maior relação com os Cambissolos e vales encaixados. A savana arbórea apresentou afinidade com Neossolos e encosta enquanto a savana gramínea teve maior relação com Gleissolo e relevos de morros alinhados e planícies.

Palavras-chave: Fitofisionomia. Solos. Geomorfologia.

ABSTRACT

The northern state of Roraima is characterized in that distinction from other regions flaps peculiar characteristics of landscape elements that compose it. In the surroundings of this region, the municipality of Amajari stands out with the Tepequém saw presenting diverse fitopaisagem, high lands and vast scenic beauty. This study aims to analyze the relationship of the typological distribution of vegetation type and vegetation type x x relief pedology at the top of the Sierra, through the use of remote sensing data, geomorphological subdivision, soil classes and field data. To achieve these goals we used a picture of OLI sensor onboard Landsat 8, and performed to correct the interference of atmospheric constituents through the dark pixel subtraction method. Enhancement operations were performed, linear expansion of contrast and conversion to RGB color composite. Images related to 6R5G8B colorful composition and band 5, served as reference for the supervised classification by pixel classifier pixel maximum likelihood (MAXVER). In the training phase, were identified in the corresponding image pixels to each of the required phytophysionomic classes. To achieve this study was conducted fieldwork, chemical, physical and soil organic matter, which analyzed in an integrated manner resulted in a map of soil and vegetation type of the Sierra. Data processing was carried out in PCI Geomatica software version 10.2, Spring 5.2 and ArcGIS version 10. The soil analysis showed chemically poor soils, acids, with high content of aluminum saturation. In evaluating the textural class of profiles, a predominance of Franco-Clay-Sandy texture. The characterization of the geomorphology used for this study was a previous study database. With the development of this work was possible the structure of the vegetation type map with 3 vegetation classes, with areas of forest, wooded savanna and savanna graminosa. It was also designed the top of the soil map of Tepequém saw distributed in seven soil classes including Cambisol, Udorthent, Quartzipsamment, Plinthosol Petrico, Oxisol, Epiaquic Haplustult and red Argisol. The integrated analysis of these products relief and soil x the top of the mountain vegetation presented important results, even a visual analysis of overlap of maps you can see significant relationship between landscape elements. In the statistical treatment of data between the relationships of the elements involved, we used the simple ratio of the observed frequency and expected frequency (F_o / F_e) obtained from the intersections of classes. We used the X^2 test (chi-square) and submitted the analysis to Yates. Statistical results confirm significant relationship between vegetation and vegetation x x Geomorphology Pedology, then determining the rejection of the hypothesis H_0 (no relationship between landscape elements) and acceptance of the hypothesis H_1 (there is a relationship between landscape elements). The forest area showed higher with Cambisols and deep valleys. The tree savannah showed affinity with Neossolos and slope while graminosa Savannah had a greater relationship with Gleysol and reliefs lined hills and plains.

Keywords: Vegetation type. Soils. Geomorphology.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1-	Articulação para localização da serra do Tepequém, Município de Amajari – Roraima, destaca-se a imagem OLI/Landsat 8, na composição colorida 6R5G8B mostrando o topo da serra.....	33
Figura 2-	Fluxograma da metodologia utilizada para tratamento dos dados..	35
Figura 3-	Imagem OLI Landsat 8 da banda 5 segmentada, destaca-se o topo da serra do Tepequém, cuja variação tonal delimitada pela segmentação apresenta significativa similaridade com as diferentes classes fitofisionômicas caracterizadas durante o levantamento de campo.....	37
Figura 4-	Imagem OLI banda 5 segmentada, demonstrando a fase de treinamento, ressaltando a amostragem dos pixels dentro de suas respectivas classes fitofisionômicas.....	38
Figura 5-	Fitofisionomias da serra do Tepequém, Floresta (a), e Savana Arbórea (b) e savana Gramíneo-lenhosa (c).....	39
Figura 6-	Imagem da serra do Tepequém, destacando as fitopaisagens com a distribuição das parcelas amostrais no topo da serra.....	40
Figura 7-	Forma de delimitação das unidades/parcelas amostrais na área de estudo.....	41
Figura 8-	Acesso às parcelas com veículo (a), motocicleta (b) e por caminhada (c).....	41
Figura 9-	Abertura das trincheiras (a), trincheira pronta (b) e material para análise (c).....	42
Figura 10-	Descrição dos perfis do solo (a), coleta de amostra (b) e identificação das amostras para transporte (c).....	42
Figura 11-	Imagem com a espacialização geográfica das 11 parcelas selecionadas para coleta de solo para análises químicas, físicas e matéria orgânica.....	43
Figura 12-	Medição da CAP nos indivíduos de floresta (a, b) e CAS na vegetação de savana arbórea (c).....	44
Figura 13-	Anotações de campo (a) e identificação dos indivíduos com plaquetas numeradas (b, c).....	45
Figura 14-	Utilização do podão florestal do solo (a), escalando árvores (b) e podão florestal telescópico.....	45
Figura 15-	Estimativa de altura com vara de 5m, em vegetação de floresta (a, b) e vegetação de savana (c).....	46
Figura 16-	Montagem das exsiccatas (a, b) e secagem na estufa (c).....	46
Figura 17-	Apresentação dos cinco formas de relevo que constituem a geomorfologia da serra do Tepequém.....	53
Figura 18-	Morfologia de relevo referente à Escarpa de Recuo de Falha, com destaque para o nível de dissecação e estrutura correlacionadas, como zonas de cisalhamentos que condicionam a escarpa.....	54

Figura 19-	Panorama da escarpa de recuo de falha da serra do Tepequém (porção sudeste). No primeiro plano, se observa a vertente abrupta e no segundo plano a escarpa da face sul.....	55
Figura 20-	Encostas íngremes que bordejam a serra do Tepequém, constituindo os setores mais elevados da serra. A) Encosta noroeste; B) Encosta nordeste; C) Encosta sudeste, a mais representativa destas, com cerca de 1.120 metros.....	56
Figura 21-	Panorama de morros e colinhas alinhados nas proximidades do igarapé Cabo Sobral, setor norte da serra. A) Orientação preferencial dos morros em direção NE-SW e em destaque morfologia das vertentes. B) Detalhe para o topo côncavos em cristas alinhadas dos morros e depósitos de colúvios na base destes.....	57
Figura 22-	Esquema referente ao arranjo estrutural dos morros residuais alinhados na serra do Tepequém, com detalhe para as morfologias orientadas com direção preferencial NE-SW.....	58
Figura 23-	Panorama dos vales encaixados das drenagens no topo da serra do Tepequém, constituindo um grande vale em forma de “U”. No detalhe, leito do igarapé Cabo Sobral.....	59
Figura 24-	Morfologia da planície intermontana, no topo da serra do Tepequém, com detalhe para o arranjo estrutural que condiciona o relevo. Em detalhe, evidencia-se a planície entre os morros residuais e as encostas íngremes.....	60
Figura 25-	Panorama das planícies intermontanas no topo da serra do Tepequém, a exemplo da localizada nas proximidades do igarapé Cabo Sobral (A) e Igarapé Paiva (B).....	61
Figura 26-	Mapa das classes de solos do topo da serra do Tepequém.....	66
Figura 27-	Imagem da fitofisionomias da serra do Tepequém após aplicação do classificador MAXVER.....	67
Figura 28-	Fitopaisagem de Floresta ombrófila Densa no topo da serra do Tepequém.....	70
Figura 29-	Fitopaisagem de Savana Arbórea no topo da serra do Tepequém.....	71
Figura 30-	Fitopaisagem de Savana Gramíneo-lenhosa no topo da serra do Tepequém.....	72
Figura 31-	Mapa da classificação das fitofisionomias de Floresta Ombrófila Densa, Savana Arbórea Aberta e Savana Gramíneo-lenhosa distribuídas no topo da serra do Tepequém.....	73
Figura 32-	Distribuição quantitativa dos indivíduos nas parcelas estudadas na fitopaisagem de floresta na serra do Tepequém.....	74
Figura 33-	Distribuição dos indivíduos por centro de classe diamétrica (DAP).....	75
Figura 34-	Distribuição da área basal em (m ²) por centro de intervalo da classe de diâmetro da área de floresta estudada na serra do Tepequém.....	76
Figura 35-	Volumetria em (m ³) de madeira por centro de classe diamétrica da área de floresta estudada na serra do Tepequém.....	76
Figura 36-	Distribuição das três classes de estrato da altura da floresta estudada na serra do Tepequém.....	77

Figura 37-	Distribuição quantitativa dos indivíduos nas parcelas estudadas na fitopaisagem de savana arbórea.....	78
Figura 38-	Distribuição diamétrica por centro de classe de diâmetro dos indivíduos mensurados na vegetação savânica na serra do Tepequém.....	79
Figura 39-	Distribuição da área basal dos indivíduos amostrados na vegetação savânica na serra do Tepequém.....	79
Figura 40-	Distribuição volumétrica (m ²) por centro de classes de diâmetro da área savânica estudada na serra do Tepequém.....	80
Figura 41-	Distribuição quantitativa dos indivíduos nas parcelas estudadas na fitopaisagem de savana arbórea.....	81
Figura 42-	Análise visual da integração dos mapas dos elementos da paisagem da serra do Tepequém: imagem da serra (a), mapa do relevo (b), mapa da vegetação (c) e mapa do solo (d).....	82

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	- Descrição das características das unidades/parcelas.....	40
Tabela 2	- Tipos de relevos com suas respectivas áreas de distribuição na cobertura total e percentual na serra do Tepequém.....	61
Tabela 3	- Tipos de solos com suas respectivas áreas de distribuição na cobertura total e percentual na serra do Tepequém.....	64
Tabela 4	- Matriz de confusão dos dados da análise de Sensoriamento Remoto.....	68
Tabela 5	- Tipos de vegetação com suas respectivas áreas de distribuição na cobertura total e percentual na serra do Tepequém.....	72
Tabela 6	- Relação da área da fitofisionomia coma geomorfologia e pedologia da serra do Tepequém.....	83
Tabela 7	- Freqüências observadas resultantes do cruzamento entre fitofisionomia e geomorfologia no topo da serra do Tepequém.....	84
Tabela 8	- Freqüências esperadas resultantes do cruzamento entre fitofisionomia e geomorfologia no topo da serra do Tepequém.....	84
Tabela 9	- Freqüências observadas resultantes do cruzamento entre fitofisionomia e classes de solos no topo da serra do Tepequém....	85
Tabela 10	- Freqüências esperadas resultantes do cruzamento entre fitofisionomia e classes de solos no topo da serra do Tepequém...	85
Tabela 11	- Relação entre as classes fitofisionômicas e as classes de relevo do topo da serra do Tepequém.....	86
Tabela 12	- Relação entre as classes fitofisionômicas e as classes de solos do topo da serra do Tepequém.....	86
Tabela 13	(Apêndice A) Ficha de levantamento fitossociológico da serra do Tepequém.....	100
Tabela 14	- (Apêndice B) Classes de solos com valores dos parâmetros químicos por profundidade dos perfis.....	101
Tabela 15	- (Apêndice C) Classes de solos com valores dos parâmetros físicos por profundidade dos perfis.....	104

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	RELEVÂNCIA.....	14
1.2	REFERENCIAL TEÓRICO METODOLÓGICO.....	15
1.2.1	A interação dos processos geológicos, geomorfológicos e pedológicos na evolução da paisagem	18
1.2.2	Geotecnologias aplicadas aos recursos naturais	24
2	OBJETIVOS	31
2.1	OBJETIVO GERAL.....	31
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	31
3	MATERIAL E MÉTODO	32
3.1	LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO FISIAGRÁFICA DA ÁREA.....	32
3.2	MATERIAL UTILIZADO.....	34
3.3	SENSORIAMENTO REMOTO.....	36
3.4	CLASSIFICAÇÃO PEDOLÓGICA.....	38
3.5	INVENTÁRIO FLORESTAL.....	44
3.5.1	Estrutura Horizontal	47
3.5.2	Estrutura Vertical	48
3.6	CATEGORIZAÇÃO GEOMORFOLÓGICA.....	49
3.7	ANÁLISE INTEGRADA.....	50
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	52
4.1	COMPARTIMENTAÇÃO GEOMORFOLÓGICA.....	52
4.1.1	Escarpa de Recuo de Falha	54
4.1.2	Encostas Íngremes	55
4.1.3	Morros Residuais Alinhados	57
4.1.4	Vales Encaixados	58
4.1.5	Planície Intermontana	59
4.2	CARACTERIZAÇÃO DAS CLASSES DE SOLOS.....	62
4.2.1	Caracterização do NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico – RLd	62
4.2.2	Caracterização do NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico – RQo	62
4.2.3	Caracterização do ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico – PVAd	63
4.2.4	Caracterização do CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico – CXbd	63
4.2.5	Caracterização do PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário – FFc ...	63
4.2.6	Caracterização do LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico Cambissólico – LVAd	64
4.2.7	Caracterização do GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico – GXbd	64
4.3	CLASSIFICAÇÃO FITOFISIONÔMICA.....	67
4.3.1	Floresta Ombrófila Densa	69
4.3.2	Savana Arbórea	70
4.3.3	Savana Gramíneo-lenhosa	71
4.3.4	Levantamento fitossociológico na Floresta Ombrófila Densa	74
4.3.5	Levantamento fitossociológico na Savana Arbórea	78
4.4	ANÁLISE INTEGRADA DOS ELEMENTOS DA PAISAGEM.....	81
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	88
	REFERÊNCIAS.....	90
	APÊNDICES.....	99

1 INTRODUÇÃO

Os recursos naturais, nas interações de suas dinâmicas ecológicas, possuem uma estreita relação entre si no desenvolvimento de funções no ecossistema, havendo de certa forma interferências direta ou indireta nas condições físicas, químicas e biológicas das características de cada elemento como resultado dessa interação (VALE JUNIOR; SCHAEFER, 2010).

A interatividade do solo, vegetação e clima são responsáveis por muitas modificações presentes no ambiente, ocorrendo essas mudanças em certo período de tempo, onde os recursos naturais se moldam durante o ciclo da evolução ecossistêmica (VALE JUNIOR; SCHAEFER, 2010).

O estado de Roraima possui uma diversidade fitopedológica e geomorfológica bem singular. Essa diversidade de paisagem é fruto da contribuição de atividades geológicas e ação climática nos tempos pretéritos (VALE JUNIOR; SCHAEFER, 2010).

Como exemplo, a serra do Tepequém no município de Amajari, Norte do Estado de Roraima, possui características singulares que expressam essa inter-relação natural do ciclo de sua evolução, apresentando vários gradientes fitogeomorfopedológicos.

A serra do Tepequém possui pluralidade fisionômica, resultante de intensa atividade geodinâmica, caracterizada por formações florestais e ambientes savânicos de acordo com a classificação da vegetação brasileira do IBGE (1992). Essa região apresenta características próprias, bem como variedades de tipologias vegetacionais, contendo florestas úmidas com dossel fechado, várias tipologias de ambientes savânicos, áreas de campo limpo e outras áreas com formações rochosas (MELO; ALMEIDA FILHO, 1996).

De acordo com Farias, Veras e Santos (2013), no final da década de 30, a região da serra do Tepequém ficou conhecida internacionalmente por ser uma das maiores produtoras de diamante. A exploração do diamante transformou a região em um “Eldorado”, aonde centenas de pessoas chegavam a pé ou em lombos de mulas, ao topo da serra do Tepequém.

No ano de 2001, com um decreto de suspensão da prática do garimpo, a situação da pequena comunidade foi agravada, em razão das dificuldades de acesso à região e pela falta de informações sobre novas alternativas econômicas,

que oportunizassem negócios e sua viabilidade de implantação (MONTEIRO; LIMA 2011).

Com mais de uma década do fechamento do garimpo, ainda permanecem na paisagem as marcas deixadas pelo antropismo, como erosão, assoreamento dos igarapés e enormes crateras integrando a paisagem da serra.

Sob essas características fisiográficas, o impacto da atividade garimpeira foi intenso, causando destruição ambiental significativa ao longo dos igarapés que drenam a serra, destruindo matas ciliares, causando assoreamento dos leitos dos cursos d'água, com contaminação e desaparecimento de peixes.

A lavra na região da serra Tepequém concentrava-se nos igarapés Cabo Sobral e Paiva, realizada através de desmonte hidráulico e concentração em “*jigue*”, conhecida popularmente por “máquina resumidora”, responsável pela maior parte da produção (MELO; ALMEIDA FILHO, 1996).

De acordo com Barbosa (1992), manchas de vegetação arbórea são apenas encontradas nas nascentes ou nas quedas d'água. Toda a mata de galeria dos igarapés foi destruída pela intensa movimentação do solo em suas margens, já que se trata de um garimpo de aluvião. Florestas de maior envergadura estão concentradas nas áreas de menor declive, situadas na encosta oeste, e formam um elo com a mata que circunda o Tepequém.

1.1 RELEVÂNCIA

Recentemente, devido à inovação tecnológica associada à busca crescente do desenvolvimento tem surgido na serra a idealização de vários projetos agrônômicos no campo da fruticultura, horticultura e olericultura, sendo que tal evento tem sido veiculado na mídia como uma solução agrícola plausível para o desenvolvimento local da população, mas que até o momento não obtiveram resultados significativos (RORAIMA, 2012).

A serra do Tepequém é vista como uma região com grande potencial de riquezas naturais e históricas, favoráveis ao desenvolvimento de várias modalidades turísticas, pois possui uma crescente demanda dessas atividades devido à grandeza de sua beleza cênica e paisagens modeladas pela natureza, conforme descreve (FARIAS; VERAS; SANTOS, 2013).

Um estudo envolvendo conjuntamente as características do relevo, solo e vegetação da serra do Tepequém é interessante para conhecer as potencialidades

naturais do ambiente, contribuindo assim para o desenvolvimento racional, sustentável e a recuperação dos recursos naturais ainda existentes.

Este trabalho visa caracterizar fisionomicamente e compreender a interferência dos compartimentos geomorfológicos e da pedogênese na distribuição dos tipos de vegetação que cobrem a serra do Tepequém.

1.2 REFERENCIALTEÓRICO METODOLÓGICO

Entre as décadas de 30 e 80, houve exploração de diamantes em grandes proporções na serra, anos conhecidos como “Tempos Áureos” da mineração no Tepequém, de acordo com Cavalcante *et al.* (2011).

A serra do Tepequém, local onde aconteceu a maior pressão em busca do minério, teve sua vegetação alterada, ficando o solo exposto em razão da supressão da vegetação ciliar, maiormente nos trechos onde os igarapés foram dinamitados, criando condições para o processo inicial da erosão, onde alguns igarapés apresentam assoreamentos (FARIAS; VERAS; SANTOS, 2013).

Apesar da garimpagem constituir um grave problema ambiental, tem sido dada pouca atenção aos estudos do impacto causado pelas atividades de mineração de ouro informais (garimpos) na Amazônia brasileira (MELO; ALMEIDA-FILHO, 1996).

No ano de 2001, quando houve maior atenção em controlar os danos ambientais causados pelo garimpo, a comunidade da vila do Tepequém deparou-se com um problema que colocou em dificuldade a sobrevivência tanto econômica como social, pois receberam uma ordem da Justiça que determinou a proibição de qualquer atividade de garimpo que utilizasse máquinas, ficando acordado que apenas o garimpo manual permanecesse em atividade. A comunidade passou a enfrentar grandes dificuldades de geração de renda, pois a única forma que garantia a economia local era o garimpo, conforme Monteiro e Lima (2011).

Segundo Brasil (2010), os antigos vilarejos de garimpo como a Vila Tepequém e Vila Cabo Sobral, localizadas no topo da serra do Tepequém, testemunharam o ciclo do garimpo na região que teve início ainda na década de 1930. Essas Vilas, servem de atrativos culturais e turísticos, apesar de serem pequenasja possuem infra-estrutura de acomodação, principalmente em áreas para camping e serviços de alimentação.

Com a restrição imposta ao garimpo devido ao uso de maquinários, a comunidade local tem adotado o turismo como atividade econômica sustentável, conforme Cavalcante *et al.* (2011).

O início da atividade turística no Tepequém passou por momentos difíceis, mesmo a comunidade percebendo que os recursos naturais eram suas grandes riquezas, a mesma ainda não estava preparada para explorá-los, faltando muita infra-estrutura de apoio ao turismo ocasionando assim um serviço sem qualidade aos visitantes, conforme Monteiro e Lima (2011).

Para Cavalcante *et al.* (2011), a serra do Tepequém, é um campo riquíssimo que possui muitas possibilidades a serem trabalhadas para o crescimento econômico sustentável da região, incluindo atividades turísticas como o Turismo Cultural, Turismo de Aventura e o Ecoturismo.

Para Ghedin (2007), no que diz respeito às potencialidades turísticas da serra do Tepequém, o potencial existente é capaz de captar fluxo de turistas nacionais a curto e médio prazo e internacionais, em longo prazo.

De acordo com Martins e Oaigen (2013), a serra do Tepequém, patrimônio do Estado de Roraima, é um ponto turístico incomparável, com trilhas esplendorosas, vegetação contrastante e relevo movimentado proporcionando diferentes paisagens que podem ser apreciadas por visitantes

Conforme Cunha (2013), a serra do Tepequém é formada por uma paisagem ímpar, revelada a partir dos fatores geológicos e geomorfológicos que sustentam e modelam sua morfologia, associada à história econômica da região através da atividade garimpeira diamantífera.

A serra denota significativo potencial geoturístico constituído por cachoeiras, morros, mirantes e cavernas, sendo o relevo o seu principal destaque na paisagem. Em virtude de suas características geológicas e geomorfológicas, a serra pode ser indicada como um sítio geomorfológico/geomorfossítio, com importância semelhante ao reconhecimento dos sítios Monte Roraima e Pedra Pintada encontrados também no Estado de Roraima.

Embora detentora de exuberante paisagem cênica, nota-se na serra uma deficiência no aproveitamento do potencial geológico/geomorfológico na atividade de geoturismo, aliado ao desenvolvimento socioambiental para o aproveitamento da grande riqueza natural em conjunto com a comunidade da Vila Tepequém.

Diante da beleza paisagística da serra e da necessidade de sua proteção, torna-se imprescindível a apresentação do potencial geoturístico para o aproveitamento de sua beleza, sendo aludida nos aspectos direcionados a educação, turismo e geoconservação (CUNHA, 2013). Ainda a flora do topo da serra do Tepequém é constituída por ambientes savânicos e floresta ombrófila densa, com predominância de ipês amarelos (*Tabebuia serratifolia*) durante todo o percurso da subida à serra, (CAVALCANTE *et al.*2011).

A paisagem atual descreve a ação humana sobre o processo histórico da serra do Tepequém, esta ação acumula ainda valores significativos, na cultura, crenças, folclore e etc., conforme Nascimento, Beserra Neta e Tavares Júnior (2012).

Na tentativa de desenvolver algum mecanismo que rendesse uma atividade lucrativa, a comunidade juntamente com organismos governamentais tem procurado criar alguns projetos com intuito de melhorar as condições da Vila e das famílias residentes.

De acordo com Brasil (2010), a piscicultura na serra iniciou com um projeto comunitário assessorado pelo SEBRAE, para o aproveitamento das covas deixadas na área após a atividade garimpeira da extração de diamantes, porém, a produção de peixes nessa área não atingiu as expectativas esperadas pelo projeto.

Outro projeto da Secretaria de Agricultura que previa o plantio de doze culturas como a uva (*Vitis vinifera* L.), pêra (*Pyrus communis*), pêssego (*Prunus persica*), maçã (*Malus domestica*, Borkh.), morango (*Fragaria chiloensis*), nectarina (*Prunus persica*), nêspira (*Eriobothrya japonica*), caqui (*Diospyros kaki* L.), figo (*Ficus carica* L.), kiwi (*Actinidia deliciosa*), poncã (*Citrus reticulata*) e ameixa (*Prunus serrulata*). O projeto previa ainda a instalação de uma unidade de floricultura (RORAIMA, 2012).

É importante atentar que muitas dessas espécies, como exemplo morango (*Fragaria chiloensis*), uva (*Vitis vinifera* L.), figo (*Ficus carica* L.), maçã (*Malus domestica*, Borkh.) são exóticas ao ecossistema local, podendo causar problemas fitossanitários com o deslocamento de fitopatologias de outras regiões do País e até mesmo causar interferências na dispersão e sobrevivência das espécies endêmicas, por se tratar de um ecossistema fragilizado pela mineração.

1.2.1 A interação dos processos geológicos, geomorfológicos e pedológicos na evolução da paisagem

A busca por melhores condições de vida está estreitamente relacionada com a capacidade do meio em produzir alimentos, o que é controlado pela disponibilidade hídrica e pelas características edáficas locais. Ressalta-se que o uso da terra para produção de alimento tem sido intensificado nos últimos anos pelo crescimento populacional e redução da fauna e flora (MELO *et al.*, 2010).

Atualmente, fala-se muito na mídia sobre as problemáticas do desmatamento da Amazônia, escassez da água potável, aquecimento global, entre outros assuntos. De certa forma o solo é utilizado de maneira indevida, mesmo sabendo-se que compõem parte indispensável das realizações das diversas atividades do homem no meio ambiente (RIBEIRO; MELO FILHO; BENEDETTI, 2012).

Diante da necessidade de produzir alimentos, os recursos naturais do estado de Roraima sofrem forte pressão. Esta situação traz, muitas vezes, resultados indesejáveis à sustentabilidade do ambiente, já que a agricultura em sua maioria ainda persiste no modelo rudimentar (MELO *et al.*, 2006).

Para Figueiredo (2008), as informações advindas de um levantamento de solos são importantes para o planejamento em questões relativas à gestão de recursos naturais e preservação ambiental. Para Campos *et al.* (2012), o conhecimento das condições dos pedoambientes permite entender o funcionamento dos ecossistemas, além de ser uma premissa básica para o estabelecimento de práticas adequadas de manejo do solo.

Os fenômenos terrestres vêm sendo, a cada dia mais bem compreendidos com a adoção de uma abordagem multi e interdisciplinar, por meio da integração do estudo das diversas variáveis que controlam os sistemas naturais, mesmo que modificados em relação aos originais, como, por exemplo, os ecossistemas agrícolas.

Nesse contexto, quanto mais atributos e fenômenos ocorrentes na pedosfera forem enfocados, melhor será o entendimento da origem, evolução, constituição, propriedades, qualidades e distribuição espacial dos solos, (VIDAL-TORRADO; LEPSCH; CASTRO, 2005).

O levantamento de solos fornece informações básicas sobre as propriedades dos solos, a partir das quais de acordo com Klamt *et al.* (2004), pode-

se gerar uma multiplicidade de informações aplicadas, como a determinação da aptidão agrícola das terras ou a escolha de áreas preferenciais para implementação de projetos.

Para Menezes *et al.* (2011), apesar de toda a ênfase dada aos fatores climáticos, à topografia e à drenagem na intensidade do processo de intemperismo, não se pode ignorar a influência dos atributos dos litotipos na profundidade dos solos e, ou, do manto de alteração.

O conhecimento das condições dos pedoambientes permite entender o funcionamento dos ecossistemas, além de ser uma premissa básica para o estabelecimento de práticas adequadas de manejo do solo (CAMPOS *et al.*, 2010).

O inadequado manejo do solo no controle da erosão é um problema relevante, onde o homem participa atuando como agente acelerador do processo erosivo, porém, o homem poderá também ser o agente transformador e controlador desse processo. Na Amazônia, o grande volume de chuva e um solo predominantemente arenoso facilitam a erosão que é acelerada pelo antropismo por meio de práticas exploratórias inadequadas (RIBEIRO; MELO FILHO; BENEDETTI, 2012).

As variáveis físicas consideradas nos estudos de erodibilidade do solo como profundidade, textura, permeabilidade e estrutura, determinam a tolerância à perda de solo das diversas classes de solo (BARROS *et al.*, 2009).

Na avaliação das características dos solos é imprescindível a análise da cor, pois é considerada uma das propriedades morfológicas mais importantes, pois auxilia na distinção das classes e na delimitação de horizontes nos perfis. Permite fazer deduções lógicas sobre os atributos físicos, químicos, biológicos e reflete características mineralógicas básicas que podem refletir a história biogeoquímica (CAMPOS; DEMATTÊ, 2004).

A região amazônica apesar de ser vista de modo geral como uma região de característica aparentemente uniforme, apresenta processos diferenciados de uso e cobertura da terra, muitos deles ainda pouco conhecidos em determinadas sub-regiões (XAUD; EPIPHANIO; XAUD, 2011).

Em geral os solos do Estado de Roraima guardam estreita relação com a geomorfologia, sendo caracterizados como de baixa fertilidade, baixa saturação por bases e elevada saturação por alumínio, embora apresentem boas características morfológicas e físicas (BENEDETTI, 2011).

De acordo Barbosa *et al.* (2007), nas savanas de Roraima, essas interações associada, por exemplo, com o tipo de solo e as dinâmicas de flutuação do lençol freático, produzem ecossistemas em mosaicos, formando buritizais, lagos, florestas ribeirinhas, ilhas de florestas e matas de altitude. As interações naturais desses ambientes produzem "rotas" de dispersão e intercâmbio genético que são muito específicas para ambiente amazônico.

Conhecer a associação entre os atributos do solo no qual a vegetação está inserida e pelos quais é diretamente influenciada, contribui para o estabelecimento de critérios para a manutenção da sustentabilidade destes ecossistemas (FEITOSA, 2009).

Os trabalhos sobre as interrelações geologia/geomorfologia/solos/vegetação são importantes para compreender a dinâmica dos diferentes ecossistemas. As informações geradas por estes estudos podem subsidiar operações de planejamento, gerenciamento e monitoramento ambiental (SANTOS *et al.*, 1996). De acordo com Santos *et al.* (2012), o estudo interdisciplinar da interação pedo-geomorfológica nos permite o melhor entendimento da evolução e conformação da paisagem como um todo.

Condições climáticas, características geológicas e os aspectos hidrológicos são também fundamentais para o entendimento da relação solo-paisagem (CAMPOS *et al.*, 2011).

Na paisagem, os solos diferenciam-se devido à ação dos fatores de formação, cuja atuação é de caráter interdependente. De acordo com Vale Júnior e Schaefer (2010), a diversidade pedo-geomorfológica da savana roraimense está associada a processos de erosão e deposição cíclicos, desde o jurássico e a alternâncias climáticas.

A Geomorfologia é a ciência que estuda as formas de relevo, através de sua gênese, composição (materiais) e os processos atuantes no desenvolvimento do relevo e da paisagem, segundo Nascimento, Tavares Júnior e Beserra Neta (2012).

Os conceitos de modelos de paisagem que consideram relevantes as pequenas variações no gradiente do relevo constituem uma evolução importante no entendimento do binômio solo-geomorfologia e acabam por se tornar ferramentas imprescindíveis para identificar e mapear áreas de solos mais homogêneos, segundo (CAMPOS; CARDOZO; MARQUES JÚNIOR, 2006).

Ainda esclarece Campos *et al.* (2012), que a associação entre os conceitos de superfícies geomórficas e os atributos do solo pode ser uma forma eficiente de compreender as variações dos solos na paisagem.

A interatividade da geomorfologia e a pedologia são comentadas por Teramoto, Lepsch e Vidal-Torrado (2001), explicando que a variabilidade dos atributos químicos e físicos dos solos é influenciada principalmente pela natureza química e física do substrato geológico, enquanto que os atributos morfológicos são determinados principalmente pela interação dos processos endógenos (tectônicos e litológicos) e exógenos (climáticos).

Assim sendo, a sucessão de rochas siliciclásticas, que atualmente compõem a serra do Tepequém, pertencentes aos grupos Araí e Suapi, base do Supergrupo Roraima, constitui parte preservada de uma ampla bacia seccionada por soerguimentos e erosão, conforme descreve Fernandes Filho *et al.* (2012).

A ação erosiva linear na serra do Tepequém promove mudanças significativas na paisagem, visto que canais de profundidades variadas denotam nas áreas de planícies intermontanas surgimento de vales adaptados a estruturas geológicas, de acordo com Nascimento, Beserra Neta e Tavares Júnior (2012).

De acordo com Rodrigues *et al.* (2013), o predomínio da textura areia fina nas franjas coluvionares, sugere um forte retrabalhamento erosivo nas vertentes de morros e colinas, potencializados pelo baixo recobrimento vegetal do solo, além do fator declividade e altos índices pluviométricos, e por conseqüência o remodelamento da paisagem.

Para Almeida *et al.* (2009), conhecer as características do solo e da chuva de uma região, num contexto de relações paisagística é preponderante para o entendimento do processo erosivo.

A formação dos solos e das diferentes geoformas, em linhas gerais, podem ser entendida a partir das dinâmicas dos meios físico, biótico e abiótico, pretéritas e presentes. Acrescentam-se ainda os agentes endógenos, responsáveis por alterações significativas da paisagem (SANTOS *et al.*, 2012).

Na serra do Tepequém, devido às características do solo e o favorecimento do relevo, o processo erosivo é desencadeado facilmente, sendo que nas áreas que apresentam o solo coberto pela vegetação, o processo erosivo tem sido menos intenso, de acordo com Nascimento, Beserra Neta e Tavares Júnior (2012).

A deflagração desses fenômenos erosivos na serra do Tepequém tem sido atribuída ora aos impactos ambientais provocado pela atividade garimpeira diamantífera ora a vulnerabilidade física, química e mineralógica dos solos da área (BESERRA NETA; TAVARES JÚNIOR, 2012).

Os solos presentes na serra do Tepequém são em sua maior parte constituídos por areia. Esta característica associada aos fatores físico-ambientais locais, como a formação sedimentar, vertentes apresentando alta declividade nas bordas da serra, e uma vegetação rasteira formada por “savanas” que expõe o solo ao regime pluviométrico elevado e concentrado em poucos meses do ano, são fatores que atuam de forma sinérgica para tornar solos frágeis e altamente suscetíveis aos processos erosivos, de acordo descreve os autores Almeida *et al.* (2009).

Para os autores Beserra Neta e Tavares Júnior (2012), além da influência antrópica, a vulnerabilidade física, química e mineralógica dos solos foram determinantes na formação e evolução dessas frentes erosivas por voçorocamento.

Conforme Rodrigues *et al.* (2013), a partir dos resultados obtidos por meio da observação “*in situ*” e análise das características granulométricas dos sedimentos coluvionares que constituem os terrenos das planícies intravales da serra do Tepequém, indicam que são materiais com domínio de fração arenosa incoesa, com predomínio da textura areia fina, com baixos teores de silte e argila.

Segundo Rodrigues *et al.* (2013), estes quando expostos à ação erosiva do fluxo aquoso superficial e subsuperficial, tendem a desenvolver dutos e grandes voçorocas que chegam atingir mais de 10m de profundidade.

Para Beserra Neta e Tavares Júnior (2012), as características granulométricas, mineralógicas e químicas dos materiais (solo/ sedimento) que constituem os terrenos das planícies intravales da serra do Tepequém, submetidas a intenso processo erosivo linear (ravinas e voçorocas), indicam que estes são de alta vulnerabilidade física perante aos processos erosivos.

De acordo com Nascimento *et al.* (2013), a ação erosiva linear na serra do Tepequém promove mudanças significativas na paisagem, visto que voçorocas de morfologias variadas ressaltam-se na paisagem atual.

Associados às características físicas e mineralógicas dos solos da serra Tepequém, deve-se considerar os elevados índices pluviométricos em média 2.250 mm anuais e a altitude (diferença de potencial) que aliados à baixa densidade de

cobertura vegetal no topo da serra, deixam o solo mais exposto à ação erosiva da chuva, facilitando o transporte do material superficial (BESERRA NETA; TAVARES JÚNIOR, 2012).

Estudo recente realizado por Santos, Beserra Neta e Tavares Junior (2011), demonstrou que popularmente os resíduos da garimpagem são conhecidos e os ex-garimpeiros classificam os sedimentos como: azulinha, pretinha, lacre, chifre, enchimento, forma e ferro. A morfologia dos grãos (resíduos de suruca) é variada, caracterizados como angular (12%), subangular (20%), subarredondado (41%), arredondado (23%) e bem arredondado (4%). Os grãos mais abundantes predominam na cor rosa de composição quartzosa, grãos de cores preta e avermelhadas indicam presença de oxi-hidróxido de ferro (hematita e goetita).

Para Nascimento *et al.* (2012), isto indica a presença marcante dos seguintes minerais satélites, que acompanham o diamante nos depósitos secundários, nos quais as amostras foram coletadas: goethita (conhecida como pretinha), hematita (lacre) e como era de se esperar o carbono (correspondente ao diamante), confirmando a presença de diamante no local, visto que a área é reconhecidamente de exploração deste mineral.

Segundo Ponte e Furtado (2012), a necessidade do levantamento de questões relacionada ao meio físico, no que tange ao seu uso e ocupação, vem a merecer uma abordagem interdisciplinar integrada, que visa detectar possíveis problemas ambientais em vários municípios brasileiros.

Para os autores Ponte e Furtado (2012), são áreas com limitações do seu potencial natural, resultando num aglomerado de aspectos que se tornaram inaproveitáveis, ora pela falta de um planejamento adequado ou ignorado, por desconsiderar onde as vocações do terreno não são respeitadas, fato este que vem ocorrendo em diversas áreas municipais, nas quais não existe uma preocupação com a preservação ou conservação do solo.

Portanto, para um melhor entendimento da evolução da paisagem da serra do Tepequém, ressalta-se à atividade antrópica a exemplo da diamantífera no topo da serra, que promoveu modificações expressivas na paisagem natural, modificando tanto parte do relevo como também da vegetação incidindo assim uma mudança característica na fitofisionomia da paisagem (NASCIMENTO *et al.*, 2013).

1.2.2 Geotecnologias aplicadas aos recursos naturais

Desde os remotos tempos até a atualidade, as informações e dados espaciais foram descritos de forma gráfica pelos antigos cartógrafos e utilizados por navegadores e demais profissionais (BOLFE, 2006).

O Sensoriamento remoto originou-se nos anos 60, cuja década foi de grande importância no desenvolvimento espacial ficando conhecida como a década da corrida espacial. Foi também a década em que satélites tripulados foram ao espaço e puderam ser tomadas as primeiras imagens orbitais da superfície. Tiveram início os experimentos dos programas espaciais tripulados Mercury, Gemini, e Apollo, que garantiram o desenvolvimento do Sensoriamento Remoto (MENESES e ALMEIDA, 2012).

De acordo com a definição de Novo (2010), Sensoriamento Remoto é a utilização conjunta de sensores, equipamentos para processamentos de dados, equipamentos de transmissão de dados colocados a bordo de aeronaves, espaçonaves, ou outras plataformas, com o objetivo de estudar eventos, fenômenos e processos que ocorrem na superfície do planeta Terra a partir do registro e da análise das interações entre a radiação eletromagnética e as substâncias que o compõem em suas mais diversas manifestações.

Diante da conceituação de Sensoriamento Remoto há varias colocações, de forma mais globalizante é a aquisição de dados sobre um objeto sem tocá-lo. Já numa abordagem mais focada no Sensoriamento Remoto, é o registro da informação das regiões do ultravioleta visível, infravermelho e micro-ondas do espectro eletromagnético, por meio de instrumentos tais como câmeras, escâneres, lasers, dispositivos lineares e/ou matriciais localizados em plataformas tais como aeronaves ou satélites, e a análise da informação adquirida por meio visual ou processamento digital de imagens (JENSEN, 2009).

De acordo com Figueiredo (2012), o Sensoriamento Remoto é um processo de captação de informações dos fenômenos e feições terrestres, por meio de sensores, sem contato direto com os mesmos.

O objeto imageado é registrado pelo sensor por meio de medições da radiação eletromagnética, tal como a luz solar refletida pela superfície de qualquer objeto. Nenhum outro tipo de sensor que obtenha imagens que não seja pela detecção da radiação eletromagnética deve ser classificado como Sensoriamento Remoto (MENESES; ALMEIDA, 2012).

O conjunto das tecnologias empregadas na aquisição, armazenamento, manipulação e distribuição de informações geográficas caracterizam relativamente o recente conceito de geotecnologias (SILVA; SANTOS, 2012).

Atualmente, o somatório dos esforços de inúmeros setores tem possibilitado a aproximação interdisciplinar relacionadas com a aquisição, o registro, à análise e a representação dos fenômenos geográficos através de informações espaciais, estabelecendo um novo conceito, o das “Geotecnologias” (BOLFE, 2006).

Segundo Silva e Santos (2012), as geotecnologias abrangem as técnicas e equipamentos para obtenção de dados geográficos em campo, as técnicas de Sensoriamento Remoto (aerofotogrametria, fotointerpretação e processamento de imagens de radar e satélite), os softwares específicos e as metodologias empregadas, além dos recursos humanos envolvidos.

Devido às características multiespectrais, multitemporais e multiespaciais, aliadas ao baixo custo em relação às fotos aéreas, as imagens de satélites são amplamente utilizadas como ferramenta imprescindível no desenvolvimento do conhecimento em todo o mundo (SILVA *et al.*, 1998).

Segundo Bolfe (2006), o desenvolvimento e aplicação de procedimentos metodológicos envolvendo o Sensoriamento Remoto, sistemas de informações geográficas e sistemas de posicionamento global por satélite desempenham um papel imprescindível na elevação do conhecimento, análises e integrações relativas aos recursos naturais, passos necessários e promissores para o planejamento e gestão territorial.

Para Nascimento *et al.* (2012), o Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento constituem ferramentas úteis para o planejamento, ordenamento territorial e estudo de impactos ambientais e são importantes para os gestores públicos, pois estas ferramentas proporcionam a geração de soluções para os problemas analisados e seus produtos são suporte para novas políticas de desenvolvimento.

Outra relevante face das geotecnologias é o crescente desenvolvimento dos SIG's (Sistema de Informações Geográficas), pois através de sua utilização pode-se planejar e executar ações de cunho técnico-científico de grande espectro de aplicações na gestão dos recursos naturais (BOLFE, 2006).

O desenvolvimento dos SIG's contribuíram para a difusão de informações obtidas por sensores remotos, pois tais sistemas gerenciam a informação espacial e

permitem integrar mapas de diferentes temas, relacionando e integrando as informações e, assim, facilitando a percepção de padrões e relações entre eles (RUGGIERO *et al.*, 2006).

Para Flauzino *et al.* (2010), a utilização das geotecnologias se torna um instrumento de grande potencial para o estabelecimento de planos integrados de conservação do solo e da água.

Essa diversidade de aplicações dessas Geotecnologias em projetos de gestão dos recursos naturais reflete também na elevada qualidade das informações geradas. Essas ferramentas são relevantes para avaliar a compatibilidade de usos múltiplos dos recursos naturais e harmonizar valores que competem entre si, facilitando assim o desenvolvimento de metodologias eficientes para a gestão desses recursos (BOLFE, 2006).

Os dados levantados e as informações geradas por geotecnologias permitem agilizar estudos interdisciplinares sobre diagnósticos das condições ambientais, subsídio à recuperação de áreas degradadas e o planejamento do uso do solo e dos recursos naturais (BOLFE, 2006).

Destaca-se a utilização dos SIG's como ferramenta para mapear e obter respostas às várias questões sobre planejamento e levantamento do meio físico, ao descrever os mecanismos das evoluções que operam no meio ambiente, além de auxiliar o planejamento e manejo dos recursos naturais existentes (FLAUZINO *et al.*, 2010).

Portanto, as geotecnologias constituíram-se e estão cada vez mais atuantes como um instrumento capaz de atender as necessidades de estudos e pesquisas. Pois a aquisição dos produtos georreferenciados incorporados as ferramentas tecnológicas do Sensoriamento remoto e dos SIG's, permitem a geração e manipulação de diversos produtos (mapas, tabelas, etc.), no sentido de conhecer e diagnosticar condições ambientais diversas (FLAUZINO *et al.*, 2010).

A partir da utilização da fotografia, a geomorfologia começou a se beneficiar do Sensoriamento Remoto, obtendo informações sobre o relevo o uso e cobertura da terra, dos sistemas hidrológicos, da estrutura geológica, entre outros conforme Silva e Santos (2012).

A identificação, o entendimento e a avaliação das formas de relevo visíveis em imagens de sensores remotos é um dos grandes benefícios do Sensoriamento Remoto (JENSEN, 2009).

Com o avanço das tecnologias, segundo Frota, Silva e Seabra (2012), a confecção dos mapas de relevo contam hoje com uma série de novas técnicas com utilização mais acessível, pois a quantidade de áreas imageadas por satélites orbitais atende à perspectiva das análises geomorfológica.

De acordo com Nunes *et al.* (2012), a elaboração do mapa geomorfológico é um instrumento importante na pesquisa e compreensão da paisagem e do relevo.

Segundo Sampaio, Souza Sá e Lima (2012), os modelos digitais de elevação (DEM) são também importantes ferramentas que podem ser utilizadas na compreensão da paisagem, sendo empregadas em estudos sobre formas do relevo, áreas de risco e fragilidade, apropriados para representar padrões distintos do relevo e da paisagem.

Segundo Jensen (2009), o Sensoriamento Remoto pode desempenhar importante função na identificação, inventário e mapeamento dos solos superficiais terrestres, especialmente quando não estão recobertos por vegetação.

O processamento digital de imagens apresenta diversas ferramentas que melhoram a extração da informação da análise desejada, assim sendo, tem apresentado grande importância na observação e compreensão do dinamismo nos acontecimentos das modificações de uso e cobertura da terra (XAUD; EPIPHANIO; XAUD, 2013).

Diante dos esforços tecnológicos desenvolvidos pelo homem na busca de aquisição de novos métodos de identificação remota, os sensores ópticos estão na origem dos principais esforços de mapeamento, principalmente em estudos referentes ao tipo de cobertura vegetal (AMARO; COSTA, 2012).

Dados de Sensoriamento Remoto em nível orbital, para Liesenberg, Galvão e Ponzoni (2005), são uma boa alternativa para a realização de estudos da cobertura vegetal.

De acordo com Nunes, Souza Filho e Ferreira (2012), o Sensoriamento remoto proporciona observação, análise e estudos de áreas extensas de uso/cobertura em uma visão sinótica com menos tempo e recurso financeiro. A identificação e discriminação de alguns tipos de vegetação estão condicionadas à escala de estudo e resolução espacial dos dados de Sensoriamento remoto utilizado.

A identificação/classificação de área de diferentes tipos fisionômicos de cobertura vegetal mediante o uso de imagens tem sido realizada com algum grau de sucesso em locais onde a cobertura vegetal é uniforme e homogênea, de acordo com Ponzoni e Shimabukuro (2009).

Aplicar dados de satélites no estudo dos ecossistemas é de muita utilidade na avaliação e monitoramento dos padrões temporais e espaciais da vegetação, para a compreensão entre suas estruturas e funções e a variabilidade climática incluindo as mudanças no uso e cobertura da terra (NOVO *et al.*, 2005).

Para Xaud e Carvalho (1999), com base em mapa de unidades de paisagem natural é possível que sejam feitas observações sobre modificações que estejam ocorrendo na área em termos de associações de classes de vegetação, geomorfologia e solos.

Para Santos *et al.* (2012), o geoprocessamento tem se mostrado como uma técnica importante para alcançar resultados mais confiáveis e precisos, possibilitando a integração de dados de campo, de laboratório e documentos cartográficos, que quando integrados, podem fornecer informações importantes para o entendimento da paisagem.

Segundo Xaud (2011), a abordagem de classificação orientada a objetos mostrou-se capaz de integrar as diferentes fontes de dados, quer sejam as imagens de diferentes sensores e ainda proporcionou uma análise exploratória dos melhores atributos para serem utilizados na obtenção de classificações de qualidade.

Dada a dificuldade de acesso na região amazônica, o Sensoriamento Remoto é o único meio viável para mapear e acompanhar a evolução de áreas degradadas. No entanto, a presença frequente de nuvens faz com que o uso das imagens de radar tenha importância fundamental para mapear as mudanças de cobertura da terra na região amazônica (ALMEIDA-FILHO; SHIMABUKURO, 2000).

Por outro lado, quando estes mesmos tipos de dados são utilizados de forma integrada, por meio de fusões de imagens utilizando técnicas de processamento digital, informações litológicas e estruturais que muitas vezes são imperceptíveis nas imagens individuais tornam-se mais evidentes à visão humana (CARNEIRO *et al.*, 2006).

No Sensoriamento Remoto, os estudos de detecção de mudanças no ambiente são baseados no fato de que as modificações na cobertura da terra produzem variações detectáveis na resposta espectral dos alvos terrestres (ALMEIDA-FILHO; SHIMABUKURO, 2002).

O uso combinado de técnicas de realce e geoprocessamento, aplicadas a imagens de épocas diferentes, permite fornecer um diagnóstico sobre a dinâmica de ocupação de uma área. Através de mapas obtidos a partir de imagens multitemporais, é possível definir quantitativamente a extensão de áreas degradadas (MELO; ALMEIDA FILHO, 1996).

Desta forma, imagens Landsat-TM mostraram-se adequadas para o levantamento de áreas degradadas pela atividade garimpeira na região da serra do Tepequém no estado de Roraima, de acordo com estudo realizado por Melo e Almeida Filho (1996).

Segundo Bolfe (2006), a observação e a representação da superfície terrestre têm sido de grande relevância na organização e desenvolvimento das sociedades, desde os primórdios da história da humanidade acompanhando sua evolução até os dias atuais.

Novo *et al.* (2005), Amaro e Costa (2012) e Nascimento *et al.* (2012), a partir dos procedimentos de fotointerpretação em imagens digitais, aplicaram a correção atmosférica por meio da técnica de subtração do *pixel* escuro e técnicas de classificação de pixels em imagens através do método de classificação MAXVER (máxima verossimilhança), onde são calculados os pixels que contem o mesmo valor digital. Essas técnicas utilizadas se mostraram eficientes na avaliação dos objetivos propostos nesses estudos.

Couto (2005), Spínola, Bechara e Barretto (2007), realizaram através de métodos computacionais de classificação supervisionada e não-supervisionada tratamentos de imagens e cruzamentos dos planos de informação para análise da paisagem.

Xaud, Epiphanyo e Xaud (2011), ao analisarem as mudanças de uso e cobertura da terra, aplicaram nas imagens de sensores técnicas de pré-processamento. A segmentação foi aplicada com o objetivo de identificar as classes de uso e cobertura de interesse para o estudo. Realizaram a classificação multitemporal para detectar as mudanças ocorridas e tabulação cruzada entre os planos temáticos para quantificação.

Xaud, Epiphanio e Xaud (2013) utilizaram com sucesso as técnicas de segmentação e classificação por regiões e interpretação visual em imagem de sensores remotos para analisarem as dinâmicas de uso e cobertura da terra.

Teramoto, Lepsch e Vidal-Torrado (2001), Frota, Silva e Seabra (2012), analisaram com êxito as interações entre solos, geologia e geomorfologia e classes do sistema de relevo através do cruzamento de layers dos mapas temáticos.

A metodologia de cruzamento de mapas do plano de informação, associado à aplicação do teste estatístico do Qui-quadrado (X^2) mostrou-se eficiente no estudo da relação entre solo, vegetação e relevo de acordo trabalho realizado por Ruggiero *et al.*, (2006).

Xaud e Carvalho (1999), estudando a relação entre solos, vegetação e geomorfologia, trabalharam com a elaboração e cruzamento de mapas temáticos desses elementos. Na busca de melhor compreender essa interatividade, utilizou o método de estatística não-paramétrica e aplicou o teste do Qui-quadrado (X^2), Coeficiente de Contingência (C) e da razão simples entre a frequência observada e frequência esperada (F_o/F_e), que esclareceram estatisticamente as relações entre os elementos da paisagem estudados.

2 OBJETIVOS

Os objetivos apresentam-se com a finalidade de conduzir os trabalhos dessa pesquisa a chegar a um paradigma sobre a relação entre os elementos da paisagem na serra do Tepequém. O objetivo geral dessa pesquisa compreende uma investigação ampla buscando encontrar resultados dessa interferência do relevo e solo na distribuição da vegetação na paisagem. Procurando encontrar de maneira mais detalhada essas interatividades, os objetivos específicos orientam de maneira eficaz o direcionamento dessa análise, uma vez que procuram caracterizar, classificar e mapear toda a área envolvida na pesquisa, com intuito de esclarecer essa relação de forma convincente. Para isso, contando com a disponibilidade de materiais, equipamentos e softwares específicos que auxiliaram na execução das tarefas para o bom cumprimento dos objetivos propostos.

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar a influência da compartimentação geomorfológica e pedológica na distribuição tipológica das fitofisionomias na serra do Tepequém no estado de Roraima.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar, classificar e mapear os solos;
- Realizar inventário florestal e analisar a estrutura;
- Mapear as fitofisionomias por meio de classificação supervisionada com uso do algoritmo MAXVER;
- Analisar integradamente os mapas temáticos referentes à geomorfologia e pedologia com a fitofisionomia.

3 MATERIAL E MÉTODO

Para realização dos trabalhos envolvidos nessa pesquisa, foram utilizados materiais e equipamentos afins, através de uma metodologia que fosse possível ser utilizada na área da análise, em virtude de ser uma região com características muito singulares de difícil acesso em determinadas locais, principalmente no tocante aos elementos de altitude e declividade, em razão dessa área apresentar relevo muito movimentado.

Por apresentar em certas partes da área relevo íngreme de difícil locomoção ocasionando dificuldades no deslocamento, foram ajustados os materiais, equipamentos, metodologia a ser utilizada e a dinâmica da equipe em campo para aprimorar a coleta de dados com intuito de otimizar o desenvolvimento e resultados das análises posteriores.

3.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO FÍSIOGRÁFICA DA ÁREA

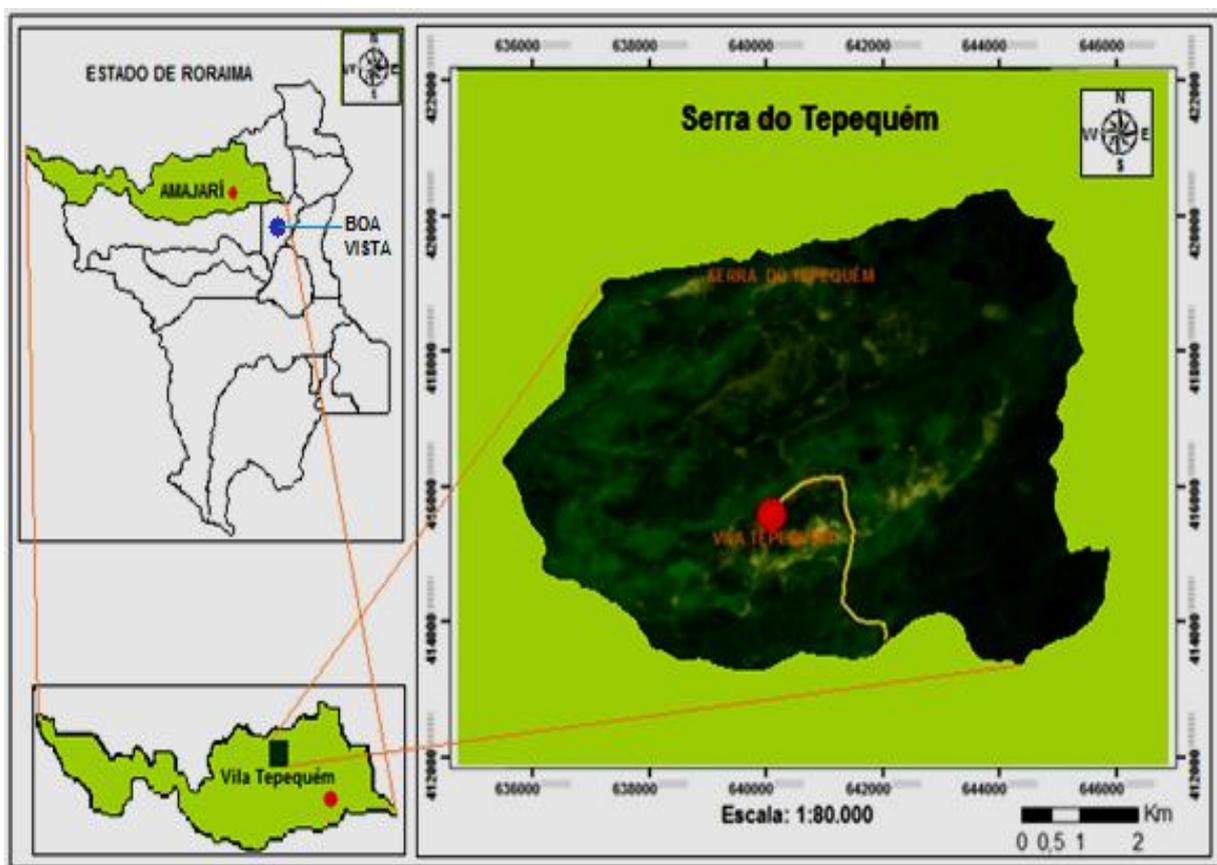
A serra do Tepequém integra a porção norte do estado de Roraima e está localizada no município de Amajari, abrangendo uma área de cerca de 130 km², na margem direita do rio Amajari, bacia hidrográfica do rio Uraricoera, entre as coordenadas geográficas de 411450 e 423855 N / e 633600 e 650580 W.

A paisagem geomorfológica regional que compõe as áreas de entorno da serra do Tepequém é caracterizada por uma diversificação de formas de relevo. Ao norte é evidenciado um conjunto de relevos que compõem o Planalto do Interflúvio Amazonas-Orenoco e ao sul e a oeste, a serra é rodeada por relevos fortemente ondulados, formado por morros e colinas que compreendem o Planalto Dissecado Norte da Amazônia.

O modelado que compõe a paisagem atual da serra do Tepequém apresenta uma variação de formas de relevo distintas que a difere dos relevos regionais. A serra caracteriza-se por morfologias diferenciadas que apresentam um desnível altimétrico entre 575 e 1.100 metros e escarpa erosiva de entorno elaborada predominantemente nas rochas da Formação Tepequém (NASCIMENTO, 2013).

A serra do Tepequém é considerada um testemunho residual de antigas superfícies de erosão, pertencente a unidade morfoestrutural de relevo Planalto Sedimentar de Roraima, com altitude máxima de aproximadamente 1.100 metros (FRANCO *et al.* 1975), conforme mostra (Figura 1).

Figura 1. Articulação para localização da serra do Tepequém, Município de Amajari - Roraima, destaca-se a imagem OLI/Landsat 8, na composição colorida 6R5G8B mostrando o topo da serra.



A serra do Tepequém representa geologicamente um testemunho de rochas paleoproterozóicas do Supergrupo Roraima, assentadas discordantemente sobre as rochas vulcânicas do Grupo Surumu.

As rochas siliciclásticas da sucessão sedimentar da serra são correlatas aos depósitos dos Grupos Arai e Suapi, unidades basais do Supergrupo Roraima, e encontram-se parcialmente deformadas. Essa região tem como embasamento cristalino as rochas vulcânicas ácidas a intermediárias do Grupo Surumu, de 2,0 a 1,95.

O clima da região é caracterizado por duas estações bem definidas: uma estação seca, com início no final de dezembro, estendendo-se até meados de abril e uma estação chuvosa, entre maio e novembro, com precipitações pluviométricas anuais de cerca de 2.250mm.

As médias das temperaturas máximas e mínimas giram em torno de 32°C e 20°C, respectivamente. Já nas áreas de maior altitude registram-se temperaturas mais baixas (MELO; ALMEIDA FILHO, 1996).

Quanto à vegetação, apresenta forte contraste na cobertura vegetal, pois a serra do Tepequém é composta de campos abertos com a presença de ambientes savânicos e em seus arredores e algumas partes do topo por agrupamentos de Floresta Ombrófila Densa (MELO; ALMEIDA FILHO, 1996).

A hidrografia na serra do Tepequém mostra forte adaptação ao arranjo estrutural. No topo, os igarapés que cortam a serra apresentam-se encaixados em linhas de fraqueza crustal (falhas e fraturas).

Estas drenagens pertencem à bacia hidrográfica do rio Amajari, tributário da margem esquerda do rio Uraricoera, um dos principais tributários do rio Branco.

As principais drenagens que formam os igarapés no topo da serra são constituídas pelos igarapés Paiva, Cabo Sobral, do Meio e Barata.

Ao longo dos leitos dos igarapés Cabo Sobral e Paiva ocorrem a formação de aluviões, resultantes do intenso trabalho de erosão e deposição de material oriundo das encostas e morros residuais (BESERRA NETA, 2007).

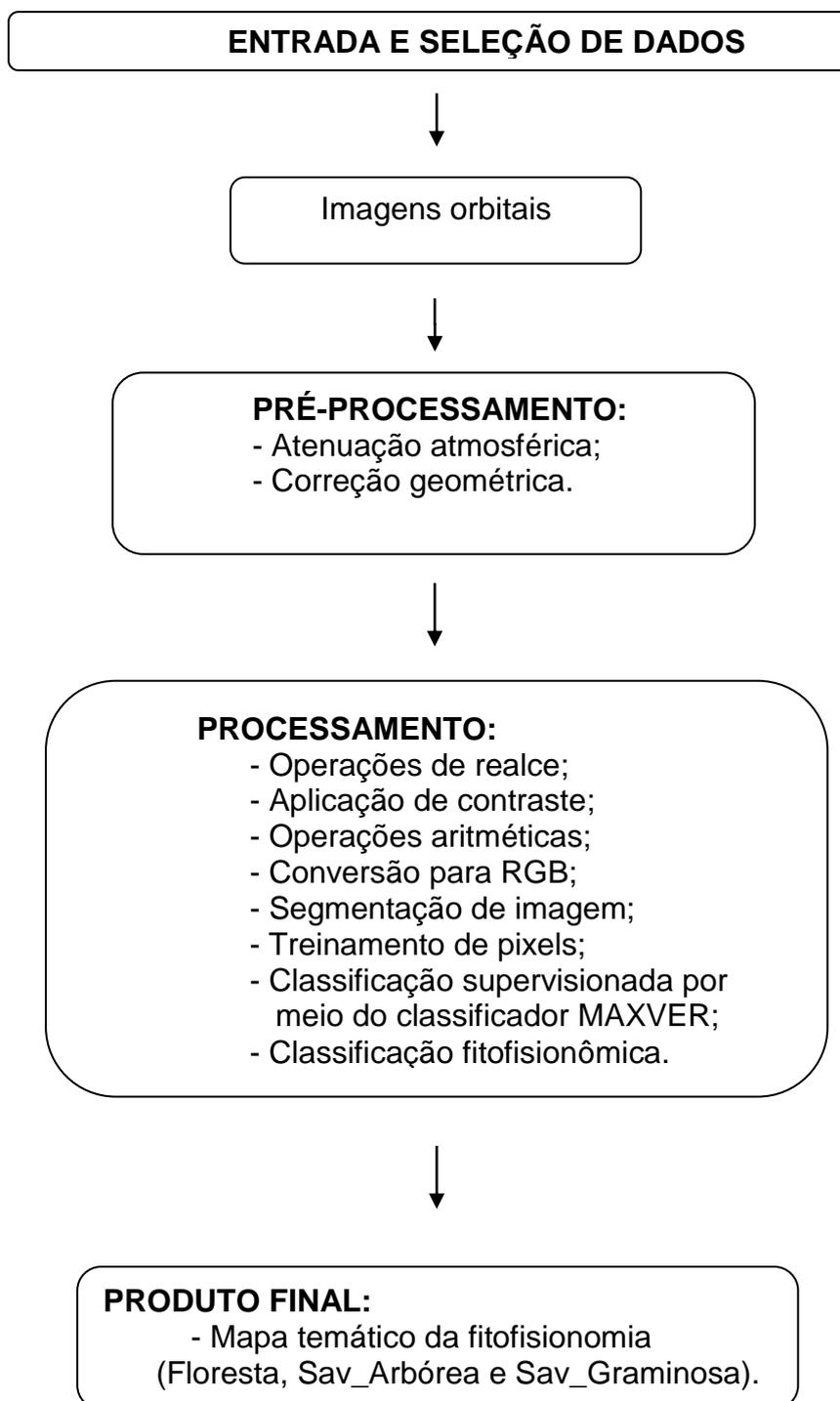
3.2 MATERIAL UTILIZADO

As imagens de Sensoriamento remoto utilizadas consistem em um produto de média resolução espacial, provenientes do sensor OLI a bordo do satélite Landsat-8.

Foi adquirida apenas uma cena no formato Geotiff, correspondente à órbita/ponto 233/57, datada de 25/Jan./2014 com resolução espacial de 15 metros e três bandas (5, 6 e 8), adquiridas por meio de cortesia do *United States Geological Survey* (USGS) através do site <http://earthexplorer.usgs.gov>.

Segue o fluxograma da metodologia utilizada no processamento das imagens de sensoriamento remoto.

Figura 2. Fluxograma da metodologia utilizada para tratamento dos dados.



Os procedimentos referentes ao processamento das imagens de sensoriamento remoto, incluindo a aplicação do classificador MAXVER foram realizados no aplicativo PCI Geomatica, versão 10.2, enquanto que a geração da imagem segmentada foi feita no Spring versão 5,2. O ArcGis, versão 10 foi utilizado para a elaboração dos layouts dos mapas temáticos referentes a fitofisionomia, solos e compartimentação geomorfológica. Esses procedimentos foram realizados no laboratório de informática do Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFRR (PPGGEO).

Para realização dos trabalhos de campo foi utilizado GPS de navegação (Global Position System) GARMIN, modelo GPSMAP[®] 78s, bússola e trena para localização e demarcação das áreas.

Para as atividades do inventário florestal foi utilizado podão florestal de haste telescópica com alcance de 16 metros, cadeira de escalador e EPI's (equipamentos de proteção individual).

A identificação dos indivíduos foi realizada com plaquetas de alumínio no tamanho de 6cm x 4cm. Para mensuração dendrométrica foi utilizado fita métrica dupla face de 150cm e vara de 5 metros. Para as análises das mensurações do inventário florestal foi utilizado o Software Microsoft Office Excel 2007.

3.3 SENSORIAMENTO REMOTO

As imagens foram consideradas com nível excelente de correção geométrica, visto que para o georreferenciamento foram utilizados 258 pontos de controle no terreno, dos quais 107 foram verificados. Desse modo, as operações de pré-processamento realizadas consistiram da atenuação atmosférica e de realce.

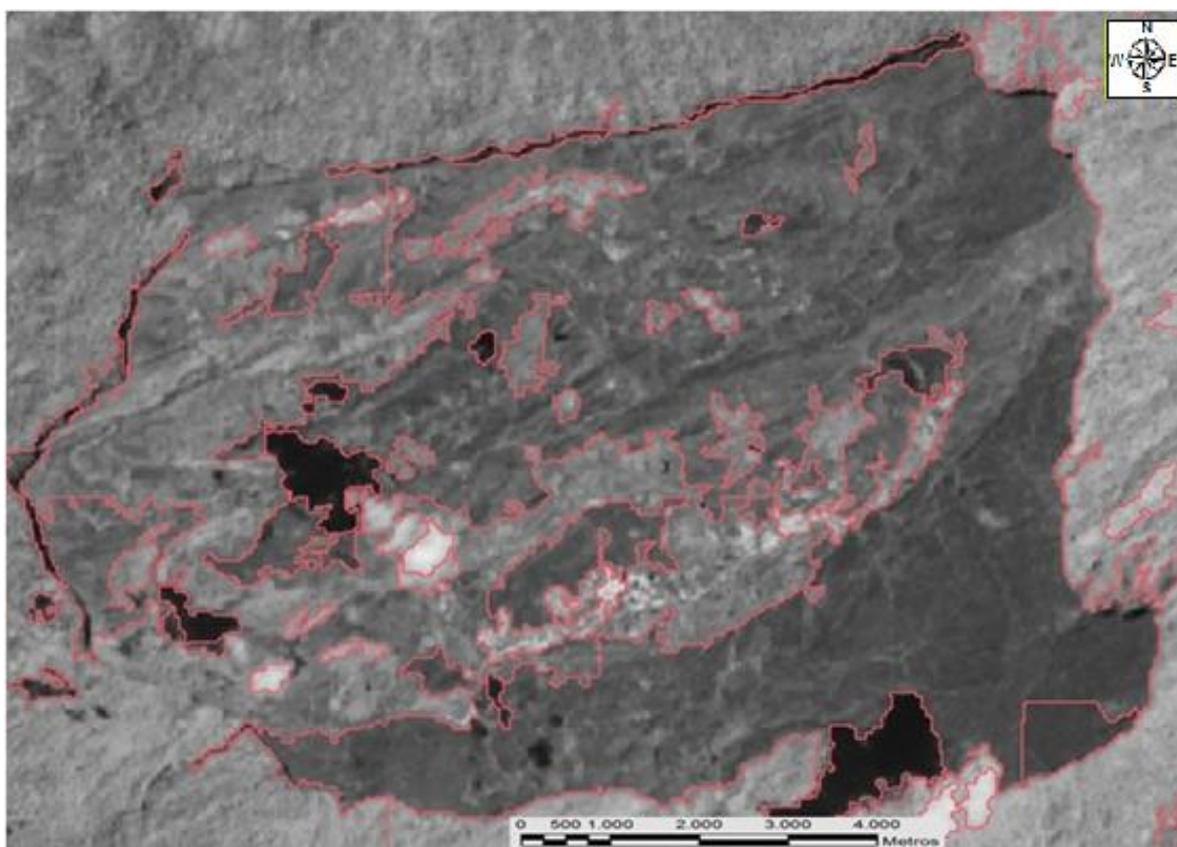
Operações de realce, como a ampliação linear do, foram aplicadas para obtenção de imagens de melhor qualidade visual.

A imagem da banda 5 serviu de referência para a classificação supervisionada por meio do classificador pixel a pixel de máxima verossimilhança (MAXVER), a fim de determinar classes fitofisionômicas correspondentes às formações de floresta ombrófila, savana arbórea e savana gramíneo-lenhosa no topo da serra do Tepequém.

Estas classes foram definidas em decorrência do levantamento realizado em campo das três fitofisionomias existentes na área.

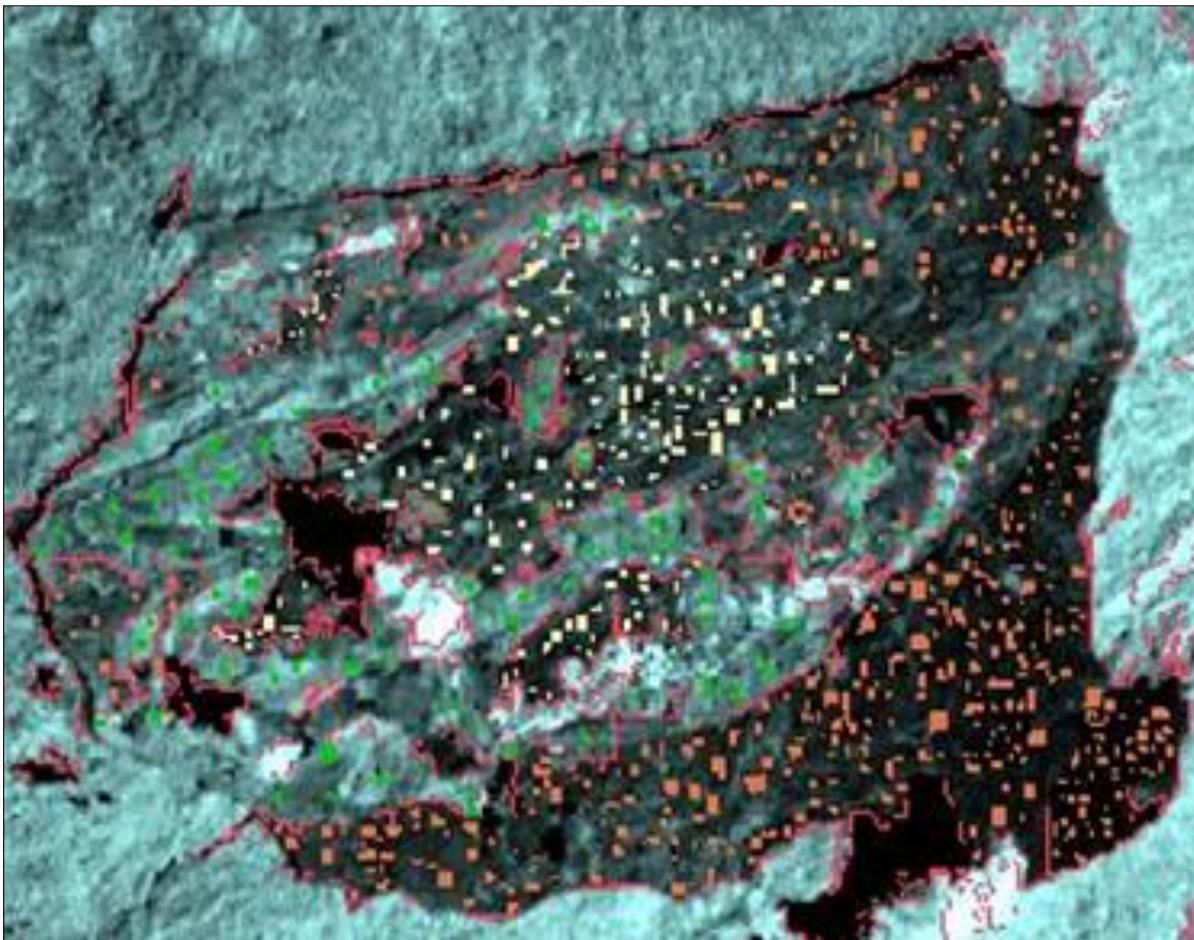
A classificação foi realizada em uma imagem da banda 5, a partir da técnica estatística de crescimento de regiões, cuja área mínima para esse crescimento foi delimitada em 200 pixels e de 20 para análise da similaridade na tonalidade de cinza, sendo determinado esses limiares por ser os que melhor determinaram a finalidade proposta (Figura 3).

Figura 3. Imagem OLI Landsat 8 da banda 5 segmentada, destaca-se o topo da serra do Tepequém, cuja variação tonal delimitada pela segmentação apresenta significativa similaridade com as diferentes classes fitofisionômicas caracterizadas durante o levantamento de campo.



Em seguida procedeu-se com a fase de treinamento, onde identificou-se na imagem segmentada os diversos pixels selecionados automaticamente correspondentes às classes dos três tipos de paisagens fitofisionômicas existentes no topo da serra, as quais já haviam sido caracterizadas anteriormente em levantamento de campo, orientado por meio da imagem segmentada mostrada anteriormente (Figura 4).

Figura 4. Imagem OLI banda 5 segmentada, demonstrando a fase de treinamento, ressaltando a amostragem dos pixels dentro de suas respectivas classes fitofisionômicas.

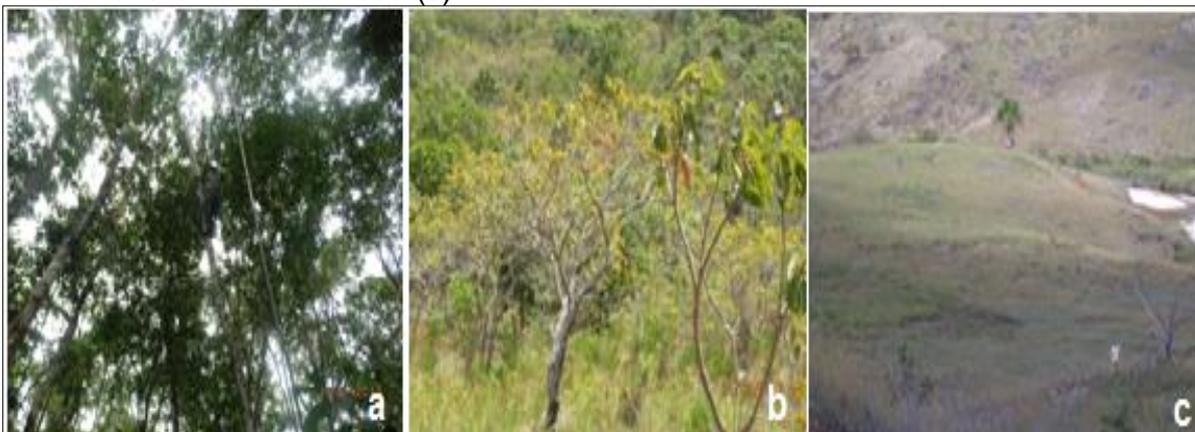


3.4 CLASSIFICAÇÃO PEDOLÓGICA

Inicialmente foi realizada uma visita a campo para reconhecimento da área com a imagem OLI banda 5 segmentada para dar suporte na localização das fitopaisagens.

Para realização do levantamento pedológico foi realizado amostragens nas três fitofisionomias escolhidas para estudo, parte composta por ambiente de Floresta Ombrófila Densa, de acordo (BESERRA NETA, 2007), outra apresentando Savana Arbórea Aberta (Sa) e parte da área com vegetação de Savana gramíneo-lenhosa (Sg), de acordo com a classificação das savanas de Roraima estabelecidas por Barbosa e Miranda (2005), conforme (Figura 5).

Figura 5. Fitofisionomias da serra do Tepequém, Floresta (a), e Savana Arbórea (b) e savana Gramíneo-lenhosa (c).



A marcação das parcelas na área foi aleatória, utilizando o método de área fixa com unidades de amostra retangulares, pois, de acordo com Sanquetta *et al.* (2006), esse é um método de simples utilização e possibilita uma vasta gama de estimativas possíveis, sendo nesse caso relevado um maior efeito de borda.

A área de estudo foi dividida em três setores conforme as grandes fitopaisagens (Floresta Ombrófila Densa, Savana Arbórea Aberta e Savana Gramíneo-lenhosa) já descritos e ilustrados.

A partir do ponto inicial sorteado, foram marcadas seis unidades amostrais em cada fitopaisagem, com 100 metros de comprimento e 20 metros de largura formando assim uma parcela de 100m x 20m (2000m²), constituindo um conjunto de seis parcelas retangulares iguais tornando, mais viável o deslocamento e orientação na área, pois, de acordo com Sanquetta *et al.* (2006), as parcelas retangulares mais estreitas e longas facilitam a instalação e conseqüentemente as medições na área.

As parcelas foram estabelecidas nos setores por sorteio, sendo alocadas de acordo com o tipo de relevo existente, por exemplo, duas unidades/parcelas no relevo plano, duas em relevo de encosta e duas em topo de morros, de forma que cada fitopaisagem foi amostrada em todos os tipos de relevo formando assim um conjunto de 6 parcelas por cada fitofisionomia, um total geral de 18 parcelas aleatorizadas na área (Figura 6 e tabela 1).

As parcelas inseridas em relevo de encostas tiveram seu comprimento estabelecido no sentido transversal ao declive/active, conforme descrito a seguir (tabela 1).

Figura 6. Imagem da serra do Tepequém, destacando as fitopaisagens com a distribuição das parcelas amostrais no topo da serra.

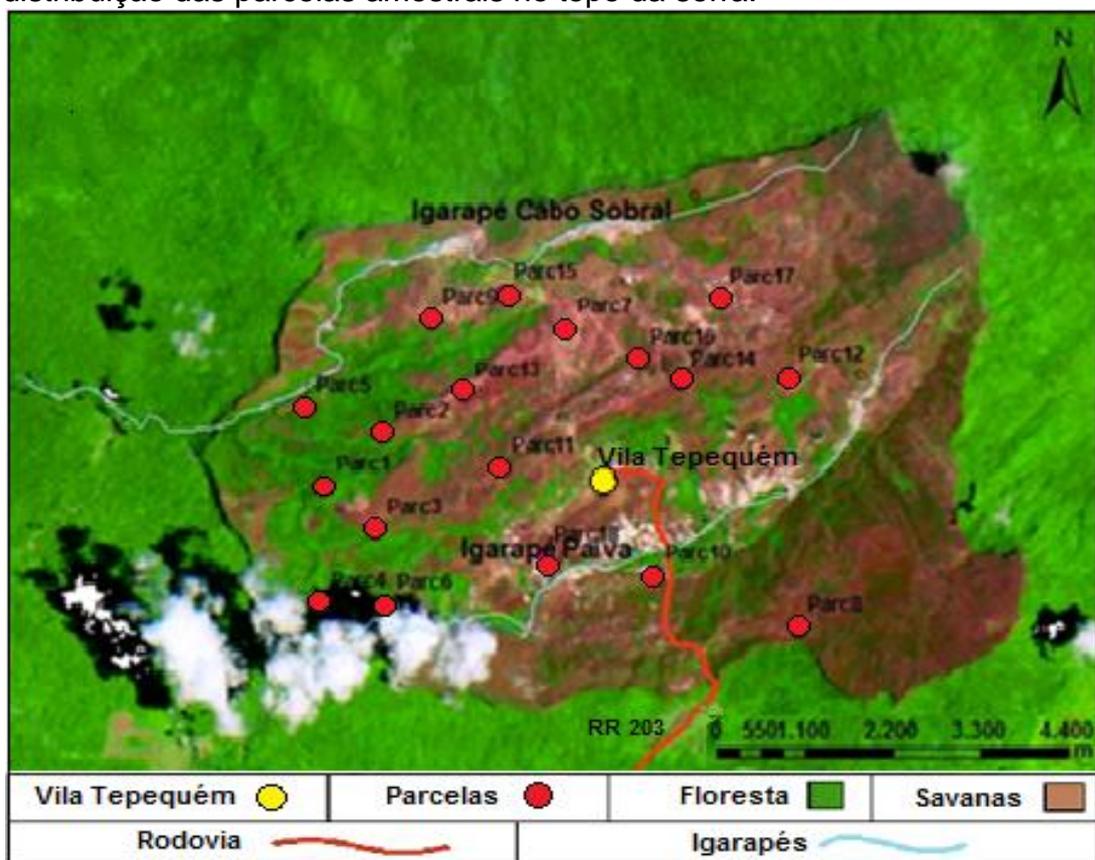


Tabela 1. Descrição das características das unidades/parcelas.

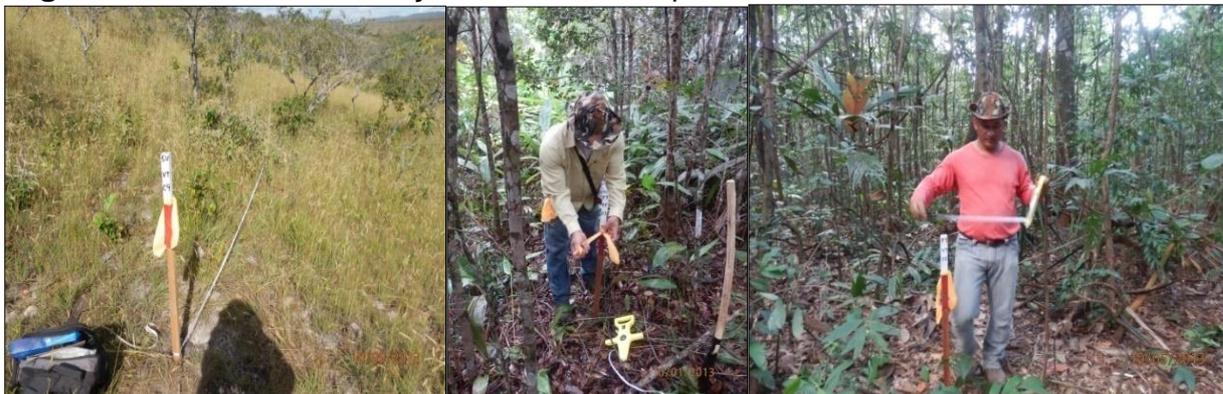
PARC.	VEGET.	RELEVO	ELEV.	COORDENADAS - UTM		SENTIDO
1	Fd	Topo	656m	20N 0637591	O 0417815	SO/NE
2	Fd	Topo	609m	20N 0638310	O 0418474	SO/NE
3	Fd	Vertente	672m	20N 0638232	O 0417286	E/O
4	Fd	Vertente	622m	20N 0637534	O 0416385	S/N
5	Fd	Planície	503m	20N 0637355	O 0418805	O/E
6	Fd	Planície	617m	20N 0638354	O 0416371	SO/NE
7	As	Topo	659m	20N 0640640	O 0419761	SO/NE
8	As	Topo	834m	20N 0643533	O 0416082	SO/NE
9	As	Vertente	615m	20N 0638923	O 0419876	O/E
10	As	Vertente	638m	20N 0641764	O 0416729	SO/NE
11	As	Planície	670m	20N 0639794	O 0418051	SE/NO
12	As	Planície	641m	20N 0643439	O 0419169	SO/NE
13	Sg	Topo	660m	20N 0639338	O 0418989	SO/NE
14	Sg	Topo	704m	20N 0642076	O 0419134	SO/NE
15	Sg	Vertente	627m	20N 0639844	O 0420184	SO/NE
16	Sg	Vertente	696m	20N 0641569	O 0419388	SO/NE
17	Sg	Planície	655m	20N 0642560	O 0420128	S/N
18	Sg	Planície	613m	20N 0640361	O 0416964	S/N

Fd=Floresta Ombrófila Densa. **Sa**=Savana Arbórea Aberta.

Sg=Savana Gramíneo-lenhosa.

A localização de cada área amostral foi realizada utilizando coordenadas geográficas (tabela 1), e o seu perímetro identificado com estacas e material colorido de fácil visualização (Figura 7).

Figura 7. Forma de delimitação das unidades/parcelas amostrais na área de estudo.



Como a escolha do local das parcelas foi aleatória, ocorreram parcelas em lugares de difícil acesso, alguns foram acessados com veículos, mas a maior parte somente foi possível com a utilização de motocicleta e outros através de caminhada por trilhas íngremes de acesso complicado e perigoso, conforme (Figura 8).

Figura 8. Acesso às parcelas com veículo (a), motocicleta (b) e por caminhada (c).



O levantamento de solo foi realizado através de caminhamento livre nas parcelas, avaliando as relações entre o solo, geomorfologia e a vegetação. O solo da área estudada foi classificado preliminarmente em campo, através da abertura de duas trincheiras por parcelas e coletado as amostras necessárias para realização posterior de análises laboratorial da química, física e matéria orgânica do solo (Figura 9 e Apêndice B e C).

Figura 9. Abertura das trincheiras (a), trincheira pronta (b) e material para análise (c).



A descrição dos perfis do solo em campo sucedeu obedecendo todos os procedimentos técnicos estabelecidos pela literatura específica, de acordo com Embrapa (1997).

Para a caracterização das propriedades físicas, morfológicas e químicas dos solos foram coletadas nas 18 parcelas em seus 36 perfis 91 amostras dos horizontes devidamente descritos e identificados, obedecendo todos os procedimentos estabelecidos no Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo (SANTOS *et al.*, 2005), (Figura 10).

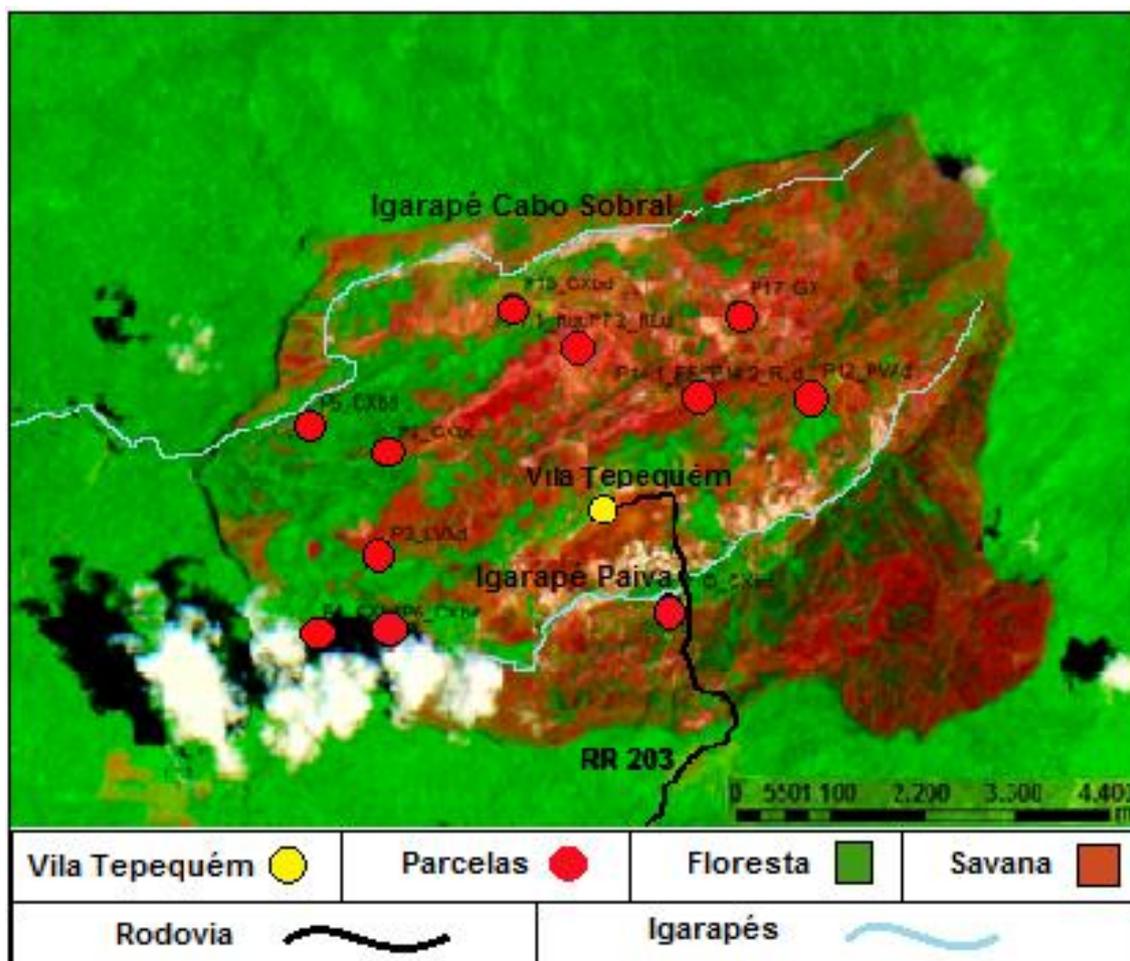
Figura10. Descrição dos perfis do solo (a), coleta de amostra (b) e identificação das amostras para transporte (c).



Para realização das análises laboratoriais das amostras, foram selecionadas algumas parcelas após criteriosa avaliação, devido à indisponibilidade de recursos financeiros para analisar todas as amostras coletadas, as quais formaram um conjunto de 11 parcelas com 22 perfis e 60 amostras (Figura 11), que foram

preparadas e enviadas para o laboratório de solos da Universidade Federal de Viçosa, onde realizaram-se as análises químicas, físicas e de matéria orgânica.

Figura 11. Imagem com a espacialização geográfica das 11 parcelas selecionadas para coleta de solo para análises químicas, físicas e matéria orgânica.



De acordo com os trabalhos realizados em campo, foi possível identificar os perfis do solo preliminarmente *"in loco"*, sendo realizada uma identificação mais acurada posteriormente após serem obtidos os resultados das análises físicas, químicas e matéria orgânica, obedecendo aos princípios básicos de identificação de solos até o 4º nível categórico do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2013), e utilizando juntamente o Sistema de cores da Carta de Munsell.

Cumprindo um dos objetivos propostos nesse estudo, com a classificação dos solos já determinadas foi criado o mapa de solos da serra do Tepequém, utilizando-se das características apresentadas (Figura 11 e Apêndice B e C).

Nesse momento, através do software ArcGis versão 10 e utilizando-se de características de cada classe de solos, foram demarcados na imagem os polígonos determinando na imagem o perímetro das manchas de cada classe de solos classificadas nesse estudo e distribuídas na área.

Deste modo, foi realizada a elaboração de um mapa das classes de solos referentes à serra do Tepequém, com a finalidade de facilitar as análises decorrentes desse estudo.

3.5 INVENTÁRIO FLORESTAL

A coleta de dados do inventário florestal transcorreu nas mesmas parcelas já estabelecidas na metodologia de classificação e caracterização dos solos, (Figura 5 e tabela 1).

Segundo Moro e Martins (2011), a metodologia de inventário da vegetação na área amostral com formação vegetal de floresta foram amostrados os indivíduos com $CAP \geq 15\text{cm}$ (circunferência à altura do peito ou 1.30m do solo) e na área com formação de savana arbórea, foram amostrados os indivíduos com $CAS \geq 10\text{cm}$ (circunferência a altura do solo), utilizando-se fita métrica comum com escala de 0-150cm (Figura 12).

Figura 12. Medição da CAP nos indivíduos de floresta (a, b) e CAS na vegetação de savana arbórea(c).



A dendrometria dos indivíduos foi realizada através de anotações em ficha de campo (Apêndice A), que incidiu na mensuração das árvores utilizando os seguintes dados dendrométrico: circunferência à altura do peito a 1.30m do solo

(CAP), circunferência à altura do solo (CAS), altura do fuste (H_f) e altura total do indivíduo (H_t), onde os indivíduos foram identificados e etiquetados com plaquetas de alumínio de 6cm x 4cm (Figura 13).

Figura 13. Anotações de campo (a) e identificação dos indivíduos com plaquetas numeradas (b, c).



Na área com formação de savana gramíneo-lenhosa não foi inventariada, devido a CAS dos indivíduos serem menor que 10cm, não atendendo aos valores estabelecidos pela metodologia do inventário proposto.

A coleta do material botânico se fez com o auxílio de 02 (dois) mateiros e 01 (um) escalador que utilizou um podão florestal com haste telescópica de 16m de alcance, cadeira de escalador florestal e equipamentos de proteção individual (EPI's) para escalar as árvores e realizar as coletas nos indivíduos mais altos (Figura 14).

Figura 14. Utilização do podão florestal do solo (a), escalando árvores (b) e podão florestal telescópico.



A mensuração da altura do fuste (H_f) e altura total (H_t) foi estimada com o auxílio de uma vara de 5m, como forma adaptada de medição da altura, de acordo Cunha (2004), (Figura 15).

Figura 15. Estimativa de altura com vara de 5m, em vegetação de floresta (a, b) e vegetação de savana (c).



O material botânico foi organizado e montado as exsicatas que foram prensadas e secadas em uma estufa de madeira com o intuito de manterem as características morfológicas das amostras florísticas coletadas (Figura 16).

Figura 16. Montagem das exsicatas (a, b) e secagem na estufa (c).



Os indivíduos inventariados tiveram suas amostras florísticas coletadas e montadas as exsicatas que foram descritas e aguardam a identificação botânica que será realizada com o auxílio de bibliografia especializada e consulta a especialista, para posterior envio ao herbário da Universidade Federal de Roraima para catalogação.

Devido os indivíduos do levantamento até o momento não terem sido identificados taxonomicamente, alguns dados das análises estruturais da vegetação que contabilizam o número de espécies não serão apresentados nesse trabalho, demonstrando somente as análises que independem do parâmetro “espécie” para os cálculos: densidade, dominância, área transversal, área basal, distribuição diamétrica, estrato de altura e volume.

Os parâmetros utilizados para a análise da estrutura da vegetação foram calculados de acordo com as fórmulas citadas por Sanquetta *et al.* (2006) e (SOARES, PAULA NETO e SOUZA, 2006). Os cálculos das mensurações dos parâmetros do inventário foram realizados no Software Microsoft Office Excel 2007.

As análises foram realizadas independentemente em cada uma das fitofisionomias de Floresta Ombrófila Densa e Savana Arbórea, por apresentarem estruturas diferenciadas.

3.5.1 Estrutura horizontal

Densidade Absoluta Total (**DA_t**): indica o número total de indivíduos de uma determinada comunidade por unidade de área:

$$DA_t = N/A$$

em que:

N = número total de indivíduos amostrados no levantamento.

A = área amostrada em hectare.

Para o parâmetro de dominância (**Do**), os índices utilizados foram dominância absoluta, área seccional e área basal.

Dominância Absoluta (**DoA**): expressa a área basal dos indivíduos por unidade de área. É expressa em m²/ha:

$$DoA = g/ha$$

em que:

g = área seccional (transversal) de cada indivíduo em m².

ha = (hectare) área de 10.000m².

A área seccional (**g**): medida importante no cálculo do volume das árvores e povoamento. Indica a área que cada indivíduo cobre em m². Foi encontrada pela seguinte expressão:

$$g = \frac{\pi \text{ DAP}^2}{40.000}$$

em que:

DAP = diâmetro do fuste medido a 1,30 m do solo.

π = constante trigonométrica pi = 3,1416.

40.000 = valor utilizado quando o DAP é medido em centímetros.

A área basal (**AB**): importante parâmetro da densidade do povoamento, normalmente expressa em m²/há, fornece o grau de ocupação de determinada área ocupada por madeira. É determinada pela seguinte expressão:

$$AB = \sum g$$

em que:

g = área seccional de cada indivíduo.

\sum = somatório de todas as áreas seccionais da área calculada (g).

3.5.2 Estrutura vertical

Valor Fitossociológico (**VF**): os estratos em altura são analisados de forma a obter um valor numérico em função da quantidade de indivíduos presentes. É expresso em percentagem:

$$VF = \frac{\text{nº de indivíduos no estrato}}{\text{nº de indivíduos observados}} \times 100$$

Os estratos de altura foram estabelecidos em estrato inferior, médio e superior conforme estabelecido a seguir (SCOLFORO, 1993):

- **H1** (sub-bosque / estrato inferior): $H_{t_{ind}} < H_{med} - 1DP$;
- **H2** (sub-dossel / estrato médio): $(H_{med} - 1 DP) \leq H_{t_{ind}} \leq (H_{med} + 1DP)$;
- **H3** (dossel / estrato superior): $H_{t_{ind}} > H_{med} + 1DP$.

em que:

$H_{t_{ind}}$ = altura individual de cada árvore (indivíduo) mensurada.

H_{med} = altura da média aritmética das árvores mensuradas no povoamento.

DP = desvio padrão quantificado para as variáveis das árvores mensuradas.

Volume cúbico (**V**): para estimativa do volume utilizou-se a fórmula geométrica para a obtenção de volume de um sólido cilíndrico, corrigido por um fator de forma, conforme segue abaixo:

$$V (m^3) = AB \times Ht \times f$$

em que:

AB = área basal

Ht = altura total (não foi utilizado o parâmetro Hc (altura comercial) por não visar fins comerciais.

f = fator de forma médio de 0,7 de acordo com a Instrução Normativa do IBAMA nº 30, de 31 de dezembro de 2002.

3.6 CATEGORIZAÇÃO GEOMORFOLÓGICA

Os pressupostos metodológicos utilizados para o desenvolvimento do estudo da geomorfologia da serra do Tepequém compreendeu na análise da compartimentação geomorfológica da serra, contidas no banco de dados dos Modelos Digitais de Elevação (DEM) das estruturas geomórficas de estudo anterior realizado por Nascimento (2013) que elaborou o mapa da compartimentação geomorfológica da serra do Tepequém.

No entanto, com o mapa da compartimentação geomorfológica já elaborado, foi trabalhado na plataforma ArcGis versão 10 as compartimentações da serra que são formadas por áreas de encosta, morros alinhados, planícies, vales encaixados e escarpa.

3.7 ANÁLISE INTEGRADA

Após a realização dos levantamentos de dados geomorfológicos, solos e fitofisionômicos bem como a confecção dos respectivos mapas temáticos, procedeu-se com a análise relacionando as ocorrências das classes fitofisionômicas com as variadas formas de relevo e tipos de solos no topo da serra do Tepequém.

Essa análise integrada contou com auxílio de operações de geoprocessamento em ambiente de SIG, como efeito de transparência na sobreposição dos mapas temáticos mais a imagem OLI/Landsat 8, pois esses produtos foram elaborados em uma mesma base cartográfica.

Na análise dos problemas propostos nesse trabalho, as hipóteses elaboradas foram testadas por tratamentos estatísticos para serem avaliadas quanto a sua aceitação ou rejeição.

1º problema: Existe relação na distribuição tipológica da fitofisionomia com a geomorfologia no topo da serra do Tepequém?

H0= Não existe relação na distribuição tipológica da fitofisionomia com a geomorfologia.

H1= Existe relação na distribuição tipológica da fitofisionomia com a geomorfologia.

2º problema: Existe relação na distribuição tipológica da fitofisionomia com as classes de solos no topo da serra do Tepequém?

H0= Não existe relação na distribuição tipológica da fitofisionomia com as classes de solos.

H1= Existe relação na distribuição tipológica da fitofisionomia com as classes de solos.

Para testar essas hipóteses o tratamento estatístico aplicado foi de Estatística Não-Paramétrica, utilizando testes da razão simples entre a frequência observada e frequência esperada (F_o/F_e) e do teste de X^2 (teste de Qui-quadrado), que avaliou a significância do afastamento entre as frequências observadas e as frequências esperadas para o resultado dos dados analisados.

A fórmula utilizada para o cálculo do X^2 é a seguinte:

$$X^2 = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^k \frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}}$$

onde:

X^2 = representa o valor calculado para aplicação do teste X^2 ;

O_{ij} = número de casos observados na linha i da coluna j ;

E_{ij} = número de casos esperados, sob H_0 , na linha i da coluna j ;

$\sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^k$ = somatório sob as r linhas e as k colunas, ou seja, sobre todas as células da tabela.

Os cálculos realizados nesse trabalho utilizando o teste X^2 , por não apresentarem um grande número de amostras foram submetidos à correção de Yates (ou correção de continuidade) para evitar que os resultados do teste X^2 apresentem um valor maior que o real.

A fórmula utilizada para aplicação da correção de Yates no teste Qui-Quadrado é a seguinte:

$$X^2 = \sum [(| o - e | - 0,5)^2 / e]$$

Onde:

X^2 = representa o valor calculado para aplicação do teste X^2 ;

o = freqüência observada;

e = freqüência esperada.

Concordantemente para aplicação da correção de Yates, o valor de Qui-Quadrado obtido nesse trabalho é maior que o X^2 crítico e o número de casos observados menor que 40.

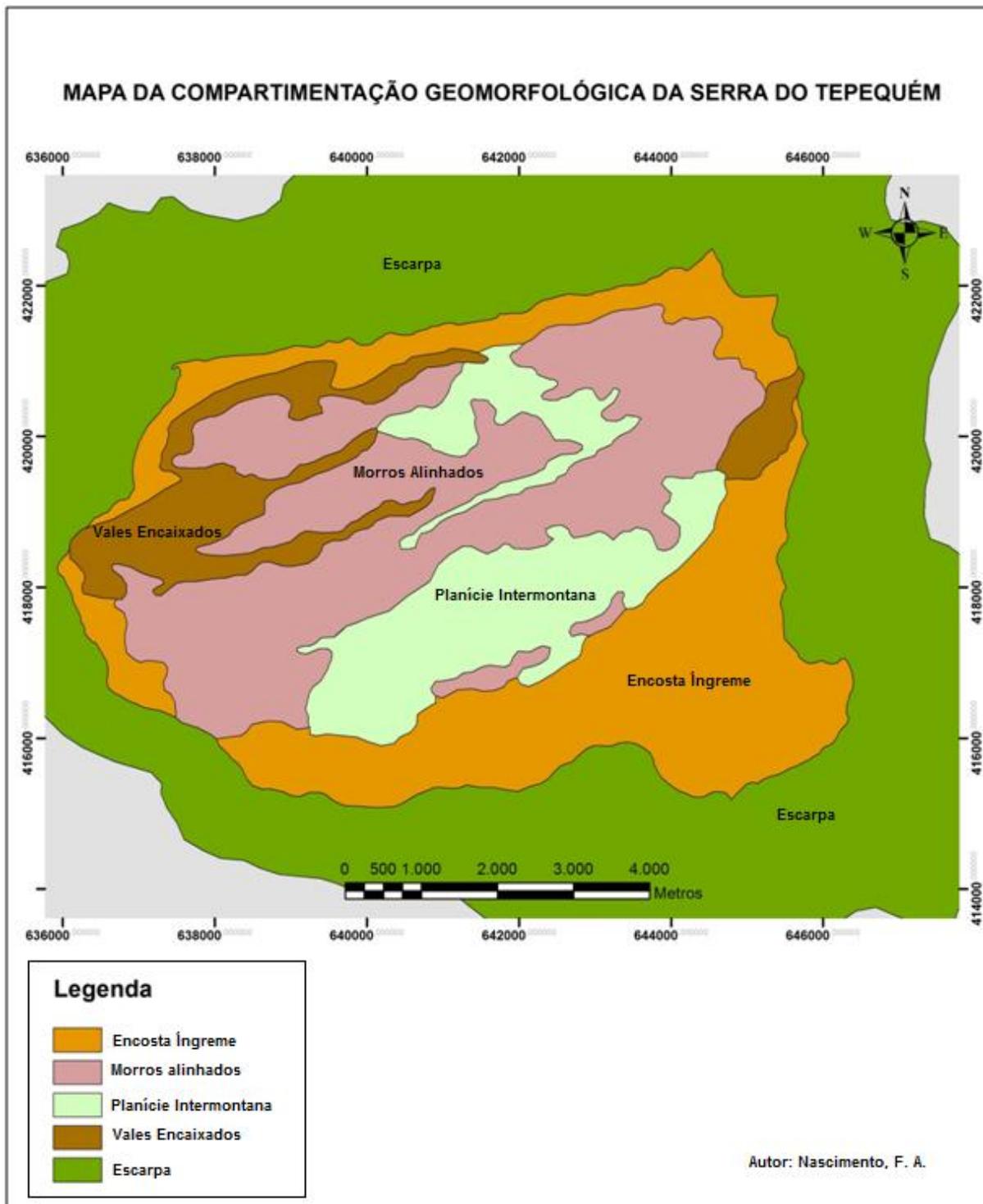
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 COMPARTIMENTAÇÃO GEOMORFOLÓGICA

De acordo Nascimento (2013), a serra do Tepequém foi classificada em cinco formas de relevo: áreas de escarpa, encosta, morros alinhados, vales encaixados e planícies demonstrando assim uma movimentação importante no relevo local, resultante da interação entre processos morfoestruturais (geológicos) e morfoclimáticos. As descrições a seguir dos compartimentos de relevo que compõem a serra do Tepequém, seguem a descrição do estudo realizado por Nascimento (2013).

A análise da compartimentação geomorfológica na interferência da distribuição da vegetação faz parte da busca realizada por esse estudo. Essa base de dados geomorfológicos foi obtida por meio de estudos anteriores realizados na serra do Tepequém por Nascimento (2013) e tomada como base para as análises desse estudo (Figura 17).

Figura 17. Apresentação das cinco formas de relevo que constituem a geomorfologia da serra do Tepequém.

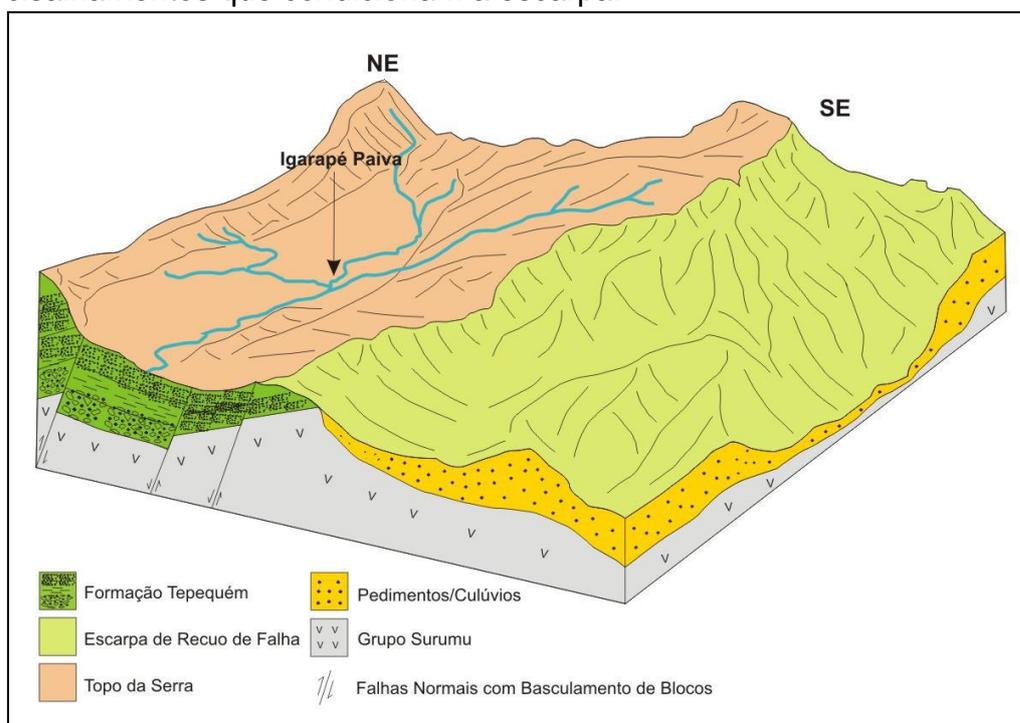


Fonte: Nascimento (2013).

4.1.1 Escarpa de Recuo de Falha

A escarpa de recuo de falha bordeja todo o topo da serra do Tepequém. Esta morfologia de relevo é resultante da ação dos processos atuantes nos litotipos da Formação Tepequém (meteorização e erosão). Os pedimentos oriundos da dissecação são depositados nas bases em forma de franja (talus), sendo compostos por colúvios pedogenizados (NASCIMENTO, 2013), (Figura 18).

Figura 18. Morfologia de relevo referente à Escarpa de Recuo de Falha, com destaque para o nível de dissecação e estrutura correlacionadas, como zonas de cisalhamentos que condicionam a escarpa.



Fonte: Nascimento (2013).

De acordo Nascimento (2013), esta unidade apresenta um elevado grau de dissecação. Suas vertentes são íngremes, superiores a 40° de inclinação, representando o recuo de planos de falhas que estão subordinados as zonas de cisalhamentos destrais que controlam a estrutura da serra.

De acordo Nascimento (2013), a escarpa de recuo de falha pode atingir até 1.100 metros, como ocorre na encosta sudeste. No topo das vertentes, as escarpas erosivas apresentam paredões abruptos elaborados nos arenitos da Formação Tepequém (CPRM, 1999), e apresentam forte declividade. Na base encontra-se colúvios pedogenizados, recobertos pela floresta ombrófila densa (Figura 19).

Figura 19. Panorama da escarpa de recuo de falha da serra do Tepequém (porção sudeste). No primeiro plano, se observa a vertente abrupta e no segundo plano a escarpa da face sul.



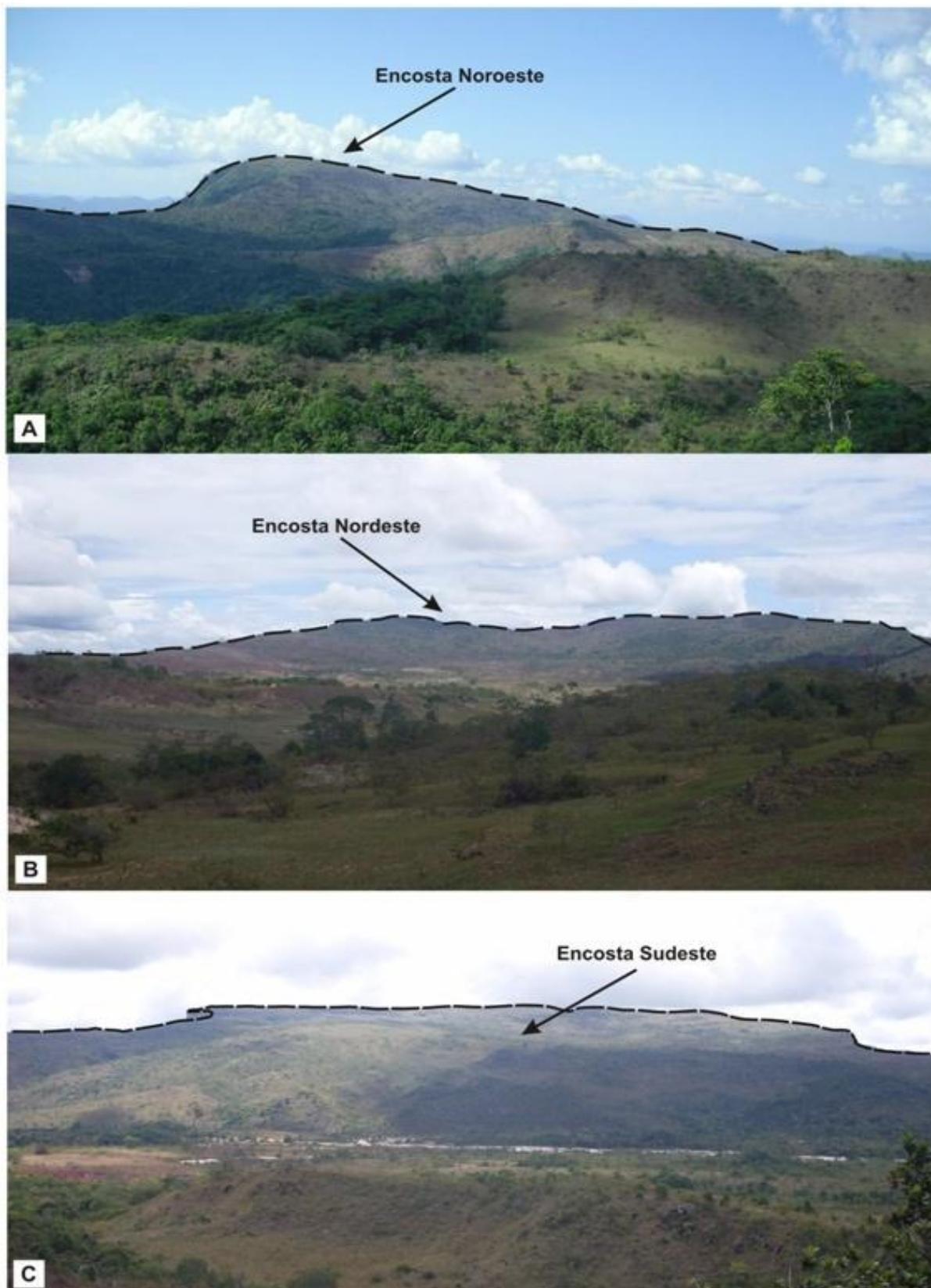
Fonte: Nascimento (2013).

4.1.2 Encostas Íngremes

As encostas que bordejam o topo da serra representam vertentes voltadas para o interior da serra, constituem a unidade geomorfológica denominada Encostas Íngremes. Esta morfologia é constituída por vertentes soergidas, devido ao basculamento de blocos em planos de falhas que condicionaram o arranjo do relevo na serra (NASCIMENTO, 2013).

Estas vertentes representam os setores mais elevados, podendo chegar a 1.120 metros. As morfologias mais representativas são as encostas noroeste com 820 metros (Figura 20 A), encosta nordeste com 950 metros (Figura 20 B) e a encosta sudeste, sendo esta a mais representativa e de fácil observação de vários pontos da serra (Figura 20 C), de acordo (NASCIMENTO, 2013).

Figura 20. Encostas íngremes que bordejam a serra do Tepequém, constituindo os setores mais elevados da serra. A) Encosta noroeste; B) Encosta nordeste; C) Encosta sudeste, a mais representativa destas, com cerca de 1.120 metros.



Fonte: Nascimento (2013).

4.1.3 Morros Residuais Alinhados

De acordo Nascimento (2013) estes morros e colinas estão elaborados em arenitos grossos com intercalações de níveis conglomeráticos da Formação Tepequém, capeados por blocos seixos rolados de arenito conglomeráticos. Na base, ocorre a formação de depósitos coluvionares e blocos rolados oriundos da alta e média encosta. Esses morros, representam os interflúvios entre os igarapés Cabo Sobral a norte, do Meio e do Barata na área central e Paiva a sul da serra.

No setor norte da serra, próximo ao igarapé Cabo Sobral, morros residuais apresentam vertentes côncavo-convexa com declividade entre 15° na base, 20° na média encosta e 32° na alta vertente. No geral, esta sequência de morros apresentam topos convexos com cristas alinhadas, seguindo direção preferência NE-SW, variando para ENE-WSW (Figura 21 A). Evidencia-se nestes morros vertentes com forte inclinação e do lado oposto, vertentes suavizadas, tendo morfologia assimétrica, refletindo a estrutura destes morros seguindo o plano de inclinação das camadas (NASCIMENTO, 2013), (Figura 21 B).

Figura 21. Panorama de morros e colinas alinhados nas proximidades do igarapé Cabo Sobral, setor norte da serra. A) Orientação preferencial dos morros em direção NE-SW e em destaque morfologia das vertentes. B) Detalhe para o topo côncavos em cristas alinhadas dos morros e depósitos de colúvios na base destes.

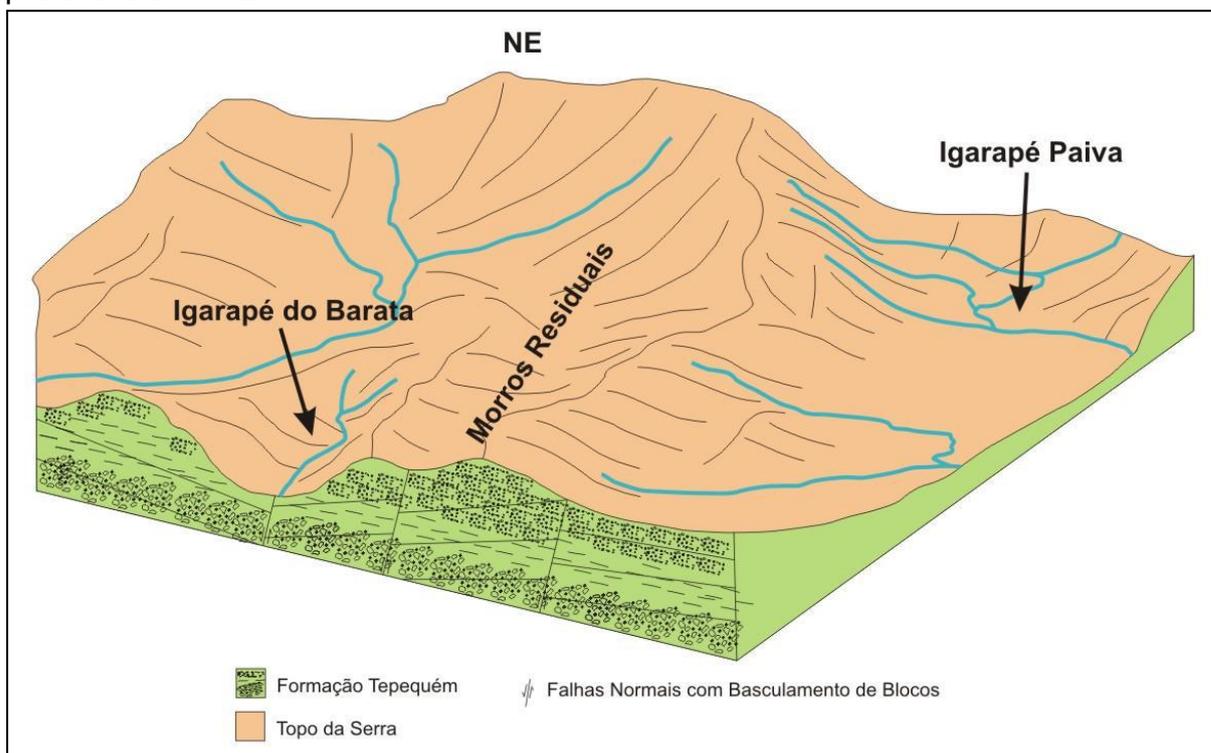


Fonte: Nascimento (2013).

No setor central da serra do Tepequém, constituindo o interflúvio entre os igarapés do Barata e Paiva, ressalta-se a mais extensa cadeias de morros e colinas. Estes constituem um extenso cinturão, condicionados pelas estruturas lineares orientadas na direção NE-SW, e ENE-WSW, perfazendo um alto morfoestrutural que se estende da encosta nordeste até a sudoeste (NASCIMENTO, 2013), (Figura 22).

Os morros que compõem este cinturão apresentam topos alongado e retilíneo em forma de cristas alinhadas na direção NE-SW. As vertentes são côncavas-convexas, com inclinação variando de 25° a 30° (setor superior), de 25° a 37° (setor mediano) e 15° a 20° (setor inferior), (NASCIMENTO, 2013).

Figura 22. Esquema referente ao arranjo estrutural dos morros residuais alinhados na serra do Tepequém, com detalhe para as morfologias orientadas com direção preferencial NE-SW.



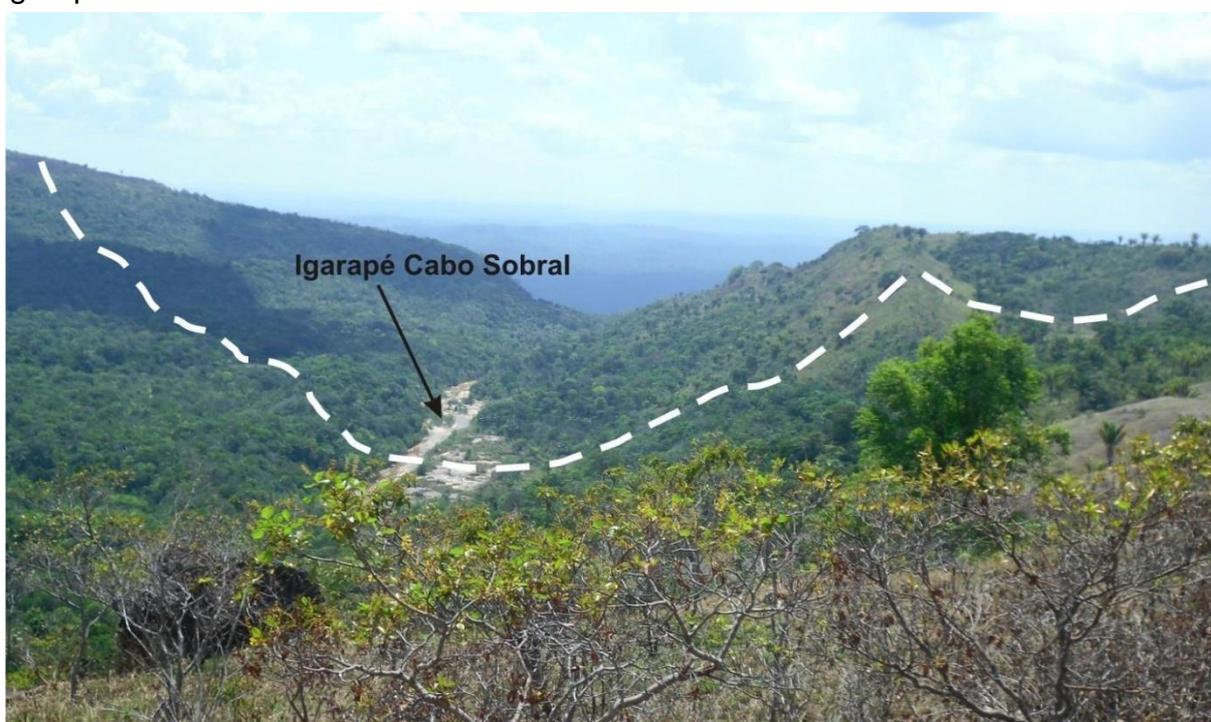
Fonte: Nascimento (2013).

4.1.4 Vales Encaixados

De acordo Nascimento (2013), os vales encaixados apresentam feições de relevo oriundas da incisão dos talwegues das drenagens, e posteriormente, da acumulação dos pedimentos e colúvios oriundos das encostas e morros residuais alinhados. Os vales estão subordinados as estruturas de blocos basculados devidos às falhas normais de direção NE-SW. As drenagens são concordantes com estes

planos de falhas, a exemplo do igarapé Paiva, que tem sua nascente no vale encaixado em forma de "U" situado entre as encostas nordeste e sudoeste. No setor oeste da serra, encontram-se vales em forma de "U" aberto, drenados pela confluência dos igarapés Cabo Sobral, do Meio e do Barata. Ao longo da rede de drenagem ocorre o acúmulo de sedimentos e a vegetação que recobre estes vales e composta por matas de galerias e floresta ombrófila (Figura 23)

Figura 23. Panorama dos vales encaixados das drenagens no topo da serra do Tepequém, constituindo um grande vale em forma de "U". No detalhe, leito do igarapé Cabo Sobral.

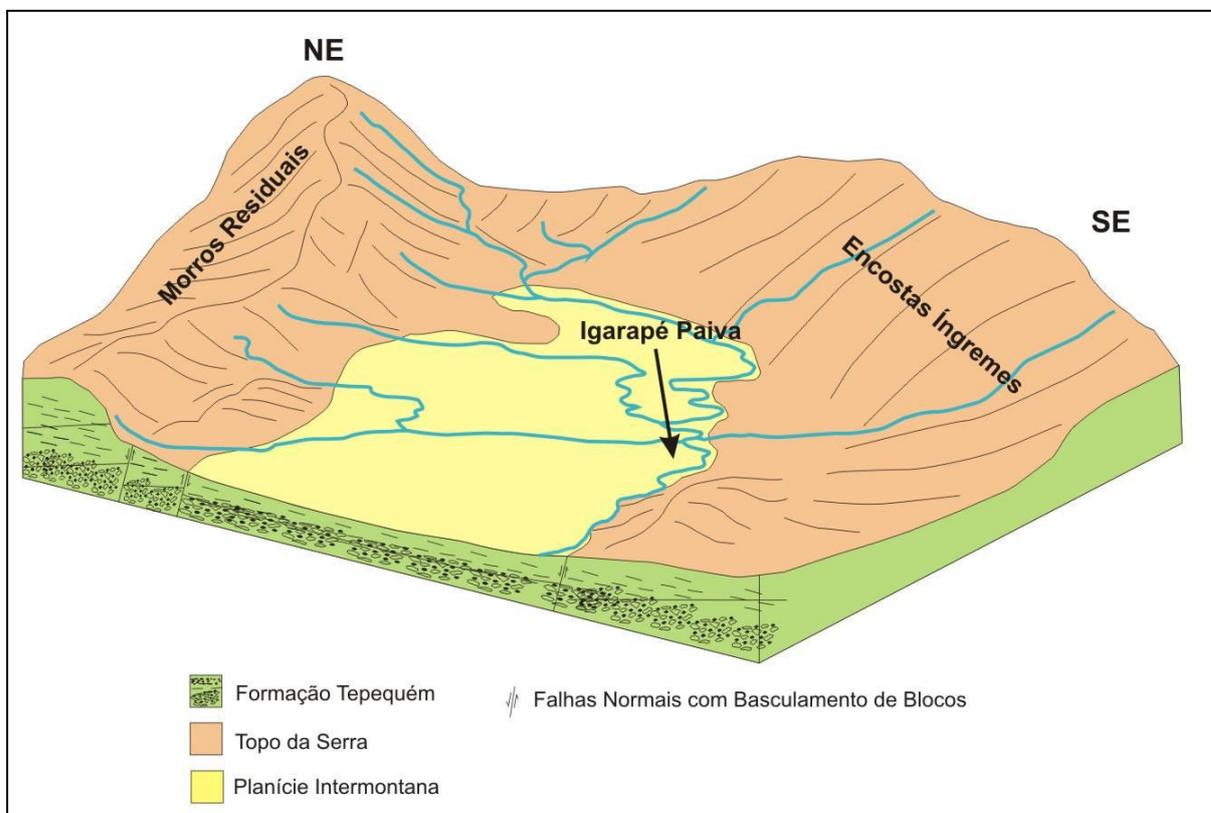


Fonte: Nascimento (2013).

4.1.5 Planície Intermontana

De acordo Nascimento (2013), a planície intermontana, representa áreas aplainadas que estão inseridas no cenário da paisagem na serra do Tepequém. Esta área aplainada está diretamente ligada com o arranjo estrutural, constituindo uma feição alongada, desenvolvida em um baixo morfoestrutural, com direção ENE-WSW, variando para E-W (Figura 24). As áreas de planície estão desenvolvidas em arenitos arcoseanos, finos e médios da Formação Tepequém. Estas morfologias são recobertas por solos arenosos, rasos e por coberturas lateríticas, sendo lixiviados e propensos aos processos erosivos.

Figura 24. Morfologia da planície intermontana, no topo da serra do Tepequém, com detalhe para o arranjo estrutural que condiciona o relevo. Em detalhe, evidencia-se a planície entre os morros residuais e as encostas íngremes.



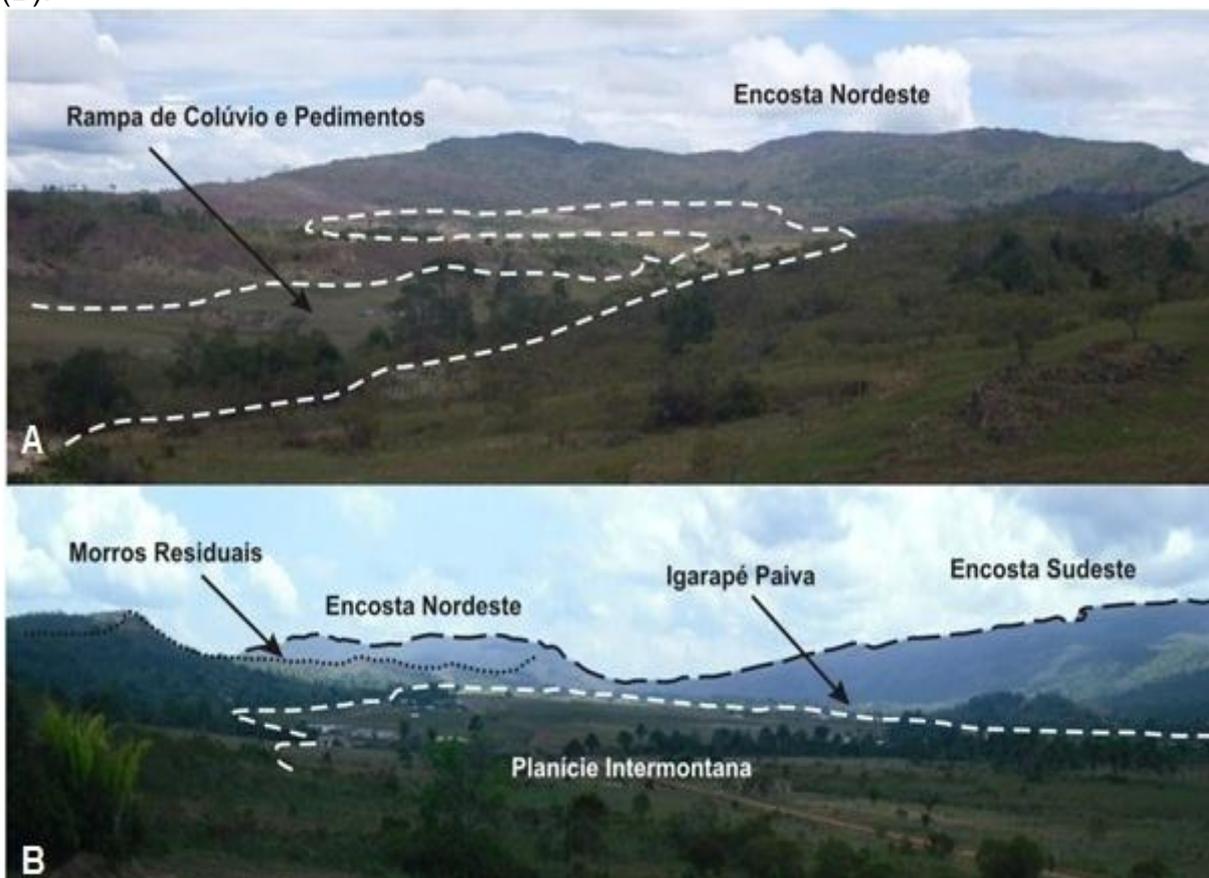
Fonte: Nascimento (2013).

Foram identificadas duas superfícies aplainadas no topo da serra do Tepequém. Ao norte, entre os morros residuais e as encostas íngremes, nas proximidades dos igarapés Cabo Sobral e do Barata, e a sul, entre o principal cinturão de morros residuais e a encosta sudeste nas proximidades do igarapé Paiva (NASCIMENTO, 2013).

Estas formas constituem superfícies suavemente aplainadas com direção ENE-WSW, altimetria variando de 590 a 620 metros e declividades entre 3 a 5° são recobertas recoberta por savana graminosa e arbustiva. Estas planícies são recobertas por solos rasos e incoesos com presença de material laterítico oriundo dos relevos adjacentes (NASCIMENTO, 2013), (Figura 25 A e B).

Ao longo das planícies, podem ser evidenciadas feições erosivas lineares resultantes do processo de modelado do relevo. Estas feições erosivas se instalam em materiais remobilizados, adaptadas às falhas normais e que favorecem a sua formação (NASCIMENTO, 2013).

Figura 25. Panorama das planícies intermontanas no topo da serra do Tepequém, a exemplo da localizada nas proximidades do igarapé Cabo Sobral (A) e Igarapé Paiva (B).



Fonte: Nascimento (2013).

Com a classificação dos compartimentos do relevo que compõem a serra do Tepequém, na (tabela 2) é demonstrado a distribuição em área (hectare= 10.000m²) da superfície da serra que cada forma de relevo se distribui.

Tabela 2. Tipos de relevo com suas respectivas áreas de distribuição na cobertura total e percentual na serra do Tepequém.

Tipos de Relevo	Área em (ha)	Área em (%)
Encostas Íngremes	1947,2	35,2
Morros Residuais Alinhados	1931,9	35,0
Vales Encaixados	580,3	10,5
Planície Intermontana	1068,4	19,3

(*) A área de Escarpa de Recuo de Falha não foi contabilizada devido não fazer parte da área de classificação desse estudo (topo da serra).

4.2 CARACTERIZAÇÃO DAS CLASSES DE SOLOS

A avaliação das características pedológicas da serra através do mapa elaborado atende aos objetivos propostos nesse estudo, que visa facilitar o entendimento da relação existente do solo com a distribuição da vegetação que cobre o topo da serra do Tepequém.

Os resultados encontrados no mapa da Figura 26, apresentam o topo da serra classificado em 7 classes de solos, de certa forma mantendo sempre dois ou mais tipos de solos agrupados, pois para uma classificação mais detalhada será necessário uma maior amostragem e um número maior de análises laboratoriais.

Devido a classificação dos solos apresentar classes agrupadas, se estabeleceu o princípio de permanecer nesses casos a cor da classe de solos dominante.

As classes de Cambissolo Háplico e Neossolo Litólico apresentaram em cada uma, dois agrupamentos diferentes, mas mesmo assim permanecendo as classes citadas como dominantes, para isso foi estabelecido dentro dos parâmetros indicado das cores para essas classes uma leve mudança na tonalidade das cores para facilitar a diferenciação em cada classe.

As classes de solos descritas a seguir, tiveram suas características definidas a partir de descrição em campo e avaliação das análises laboratoriais químicas e físicas (Apêndice B e C).

4.2.1 Caracterização do NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico - RLd

Solo em relevo de morros alinhados, vegetação savânica, com perfil muito raso, poço desenvolvido, com profundidade máxima de 50 cm. Apresenta contato com a rocha e horizonte A com coloração Brunada com matiz 10YR. Textura média a argilosa, estrutura fraca granular. Quimicamente muito pobre, apresentando no horizonte A baixos valores de saturação por bases (4,4), baixa capacidade de troca de catiônica (2,72), elevada saturação por alumínio (85,4) e elevada acidez pH (5,0).

4.2.2 Caracterização do NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico - RQo

Solos em relevo de morros alinhados, vegetação savânica, com perfil profundo, muito drenado. Apresenta coloração variando na matiz 10YR, com classe textural no horizonte A franco arenosa e teor de argila de 12%. Em decorrência do material de origem é arenoso e quimicamente muito pobre apresentando alta

lixiviação em decorrência da forte drenagem. Apresenta pH ácido com valor(4,3) e baixa capacidade de troca de cátions, saturação por bases (2,6) e saturação por alumínio (92,8) no horizonte A, qualificando-se como solo distrófico.

4.2.3 Caracterização do ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico - PVAd

Solo em relevo de planície intermontana e vegetação savânica, com perfil profundo, bem drenado e coloração do horizonte A em matiz 10YR. Apresenta no horizonte A baixos valores para soma de bases (0,07), saturação por bases (1,6) e capacidade de troca catiônica (4,37). É distrófico, apresentando no horizonte A acidez moderada com pH(5,06), índice de saturação por bases (1,6) e índice de saturação por alumínio (95,2) o que determina ser um solo de baixa fertilidade.

4.2.4 Caracterização do CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico - CXbd

Solo distribuído de forma heterogênea em três tipos de relevos, sendo em morros alinhados, vales encaixados e encosta íngreme. A distribuição desse solo na vegetação também foi variada, ocorrendo em ambos os ambientes de savanas e floresta. Derivado dos mais variados materiais de origem, formado a partir de produtos de decomposição das rochas como granitos e gnaisses sob condições climáticas diversas. Apresentou diferença na coloração que variou na matiz 7.5YR e 10YR. Quimicamente é pobre e tem deficiência de fertilidade, apresentou alta acidez pH (4,53), baixa soma de bases (0,12), baixa capacidade de troca catiônica (4,28), baixa saturação por bases (2,7) e elevada saturação por alumínio (93,3). Os maiores teores de matéria orgânica estão concentrados na superfície (horizonte A), provavelmente devido à ciclagem da matéria vegetal proveniente serrapilheira.

4.2.5 Caracterização do PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário - FFc

Solo em relevo de morros alinhados e vegetação savânica, horizonte BfC1em contato com horizonte concrecionário. Horizonte A com coloração Brunada na matiz 10YR, textura franco argilo arenoso, estrutura fraca granular. Solo com sérias limitações quanto à fertilidade, é distrófico apresentando baixos valores de soma de bases, variando de (0,41) no horizonte a e (0,04) no horizonte B. apresenta baixa capacidade de troca catiônica (7,81) e baixa saturação de bases (5,2) com

elevados valores de saturação por alumínio (79,6) e baixas concentrações de matéria orgânica (3,33), é um solo pobre de baixa fertilidade.

4.2.6 Caracterização do LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico Cambissólico - LVAd

Solo em relevo de morros alinhados e vegetação de floresta, perfil profundo e bem drenado, em avançado processo de intemperização e muito evoluído. Apresenta coloração classificada na matiz 10YR com textura argilosa. A relação silte/argila $\leq 0,58$ mostra baixos níveis de silte e mostra o elevado grau de intemperização do solo. Quimicamente é um solo distrófico, com características relacionadas ao material de origem (sedimento argilo-arenoso relacionados aos granitos e gnaisses ou à degradação da canga laterítica). Apresenta no horizonte A baixos valores para soma de bases (0,25), saturação por bases (2,7), capacidade de troca catiônica (9,35) e elevada saturação por alumínio (91,2).

4.2.7 Caracterização do GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico - GXbd

Solo em relevo de planície intermontana e vegetação savânica, com perfil profundo e mal drenado em condições naturais. Apresenta coloração preta acinzentada sendo classificado na matiz 10YR característico da saída dos compostos de ferro do perfil resultante do encharcamento durante a maior parte do ano. Textura arenosa a arenosa média. Estrutura fraca pequena granular a blocos subangulares. Quimicamente é um solo pobre, com baixos valores no horizonte A para soma de bases (0,11), saturação por bases (1,5), e elevada saturação por alumínio (95,4) e acidez com pH (4,98).

Tabela3. Tipos de solos com suas respectivas áreas de distribuição na cobertura total e percentual na serra do Tepequém.

Tipos de Solos	Área em (ha)	Área em (%)
NEOSSOLO LITÓLICO	1685,3	30,5
NEOSSOLO QUARTZARÊNICO	543,1	9,8
ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO	376,4	6,8
CAMBISSOLO HÁPLICO	1856,0	33,6
PLINTOSSOLO PÉTRICO	138,4	2,5
LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO	205,3	3,7
GLEISSOLO HÁPLICO	723,5	13,1

Os solos dos perfis classificados e estudados (Apêndice B) são solos quimicamente pobres, são ácidos (pH 3,84 a 5,38), com baixa soma de bases (0,01 a 0,50), baixa CTC (1,52 a 10,20), baixo índice de saturação por bases (0,6 a 5,2) e elevado índice de saturação por alumínio (79,6 a 99,1). Foi verificado teor de matéria orgânica concentrado na superfície no horizonte A, variando de (0,13 a 6,72). Esses resultados quando comparados a estudos realizados nas savanas roraimense, são muito parecidos dos valores encontrados por Feitosa (2009), mas inferiores quando comparados aos valores do Benedetti *et al.* (2011).

Analisados fisicamente, os solos dos perfis estudados (Apêndice C) apresentaram classe textural variando de arenosa a média, com relação silte/argila relativamente elevada, demonstrando que se trata de solos com grau de intemperismo não suficiente para caracterizar os Latossolos, com exceção dos perfis P3.1 e P3.2 cujos valores variam de 0,33 a 0,58.

Em geral os solos estudados apresentam cores que variam de Brunados a Vermelho-Amarelo, sendo que as cores acinzentadas foram identificadas para a classe do Gleissolo Háptico em função de sua posição na paisagem, dando condição a hidromorfismo que promove redução dos compostos de ferro que são removidos do perfil pela água de drenagem, conforme dados demonstrados a seguir.

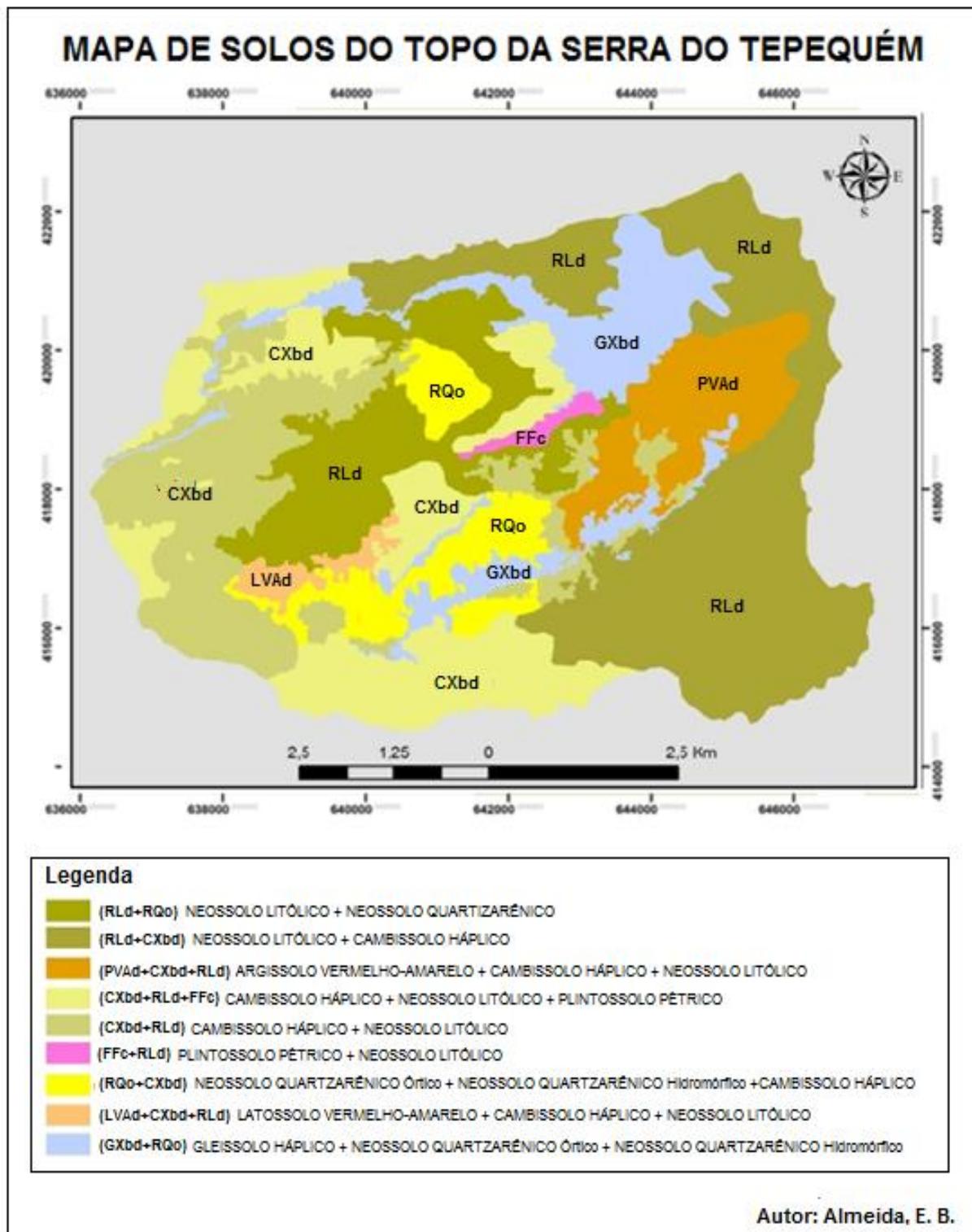
A variação das cores dos solos estudados segundo a carta de Munsell, classificou 98,3% das amostras na matiz 10YR, variando o valor/croma entre 4/1 no GLEISSOLO HÁPTICO Tb Distrófico e 8/8 no NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico.

Nas amostras dos 60 horizontes analisados, somente o horizonte (Bi 30+cm) do perfil P5.2 se enquadrou na matiz 7.5R no valor/croma 6/6, sendo do mesmo modo o único a apresentar como resultado textura em forma de argila.

Na avaliação da classe textural dos perfis analisados, houve uma predominância da classe textural Franco-Argilo-Arenosa incluindo 38,3% das análises, seguido posteriormente pela classe textural Franco-Arenosa que apresentou 31,6% das amostras, sendo as duas classes mais abundantes na área analisada.

A área de floresta apresentou menores teores de areia (55) e maior de argila (25), opondo-se aos valores encontrados nas savanas, apresentando o maior de areia (64) e menor teor de argila (19), evidenciando assim uma diferença perceptível entre as duas fitopaisagens.

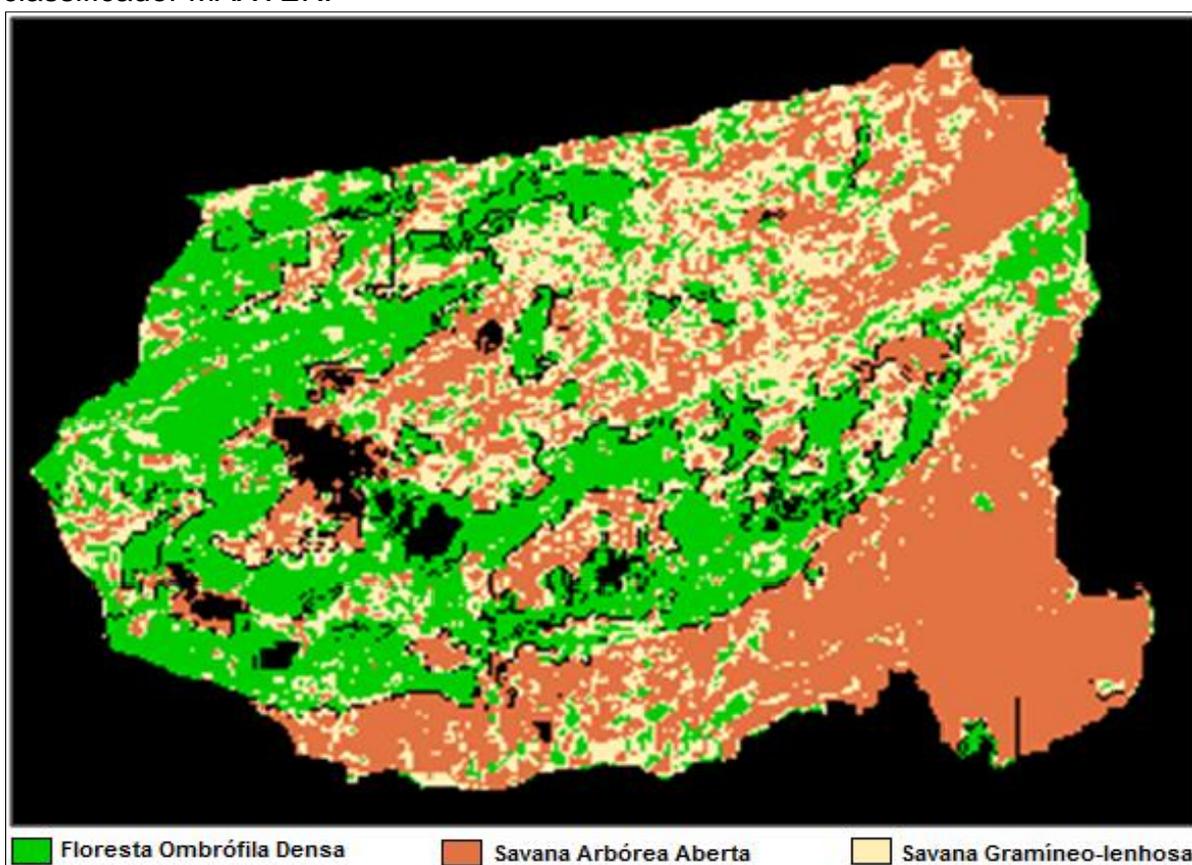
Figura 26. Mapa das sete classes de solos classificadas no topo da serra do Tepequém.



4.3 A CLASSIFICAÇÃO FITOFISIONÔMICA

Após a fase de treinamento foi aplicado o classificador MAXVER, obtendo-se o mapa da fitofisionomia da região do topo da serra do Tepequém (Figura 27), resultado da classificação supervisionada, cuja fase de treinamento foi realizada com base no levantamento feito em campo, onde foram determinadas três tipos de fitofisionomias, Floresta Ombrófila Densa, Savana Arbórea Aberta e Savana Gramíneo-lenhosa.

Figura 27. Imagem da fitofisionomias da serra do Tepequém após aplicação do classificador MAXVER.



A acurácia dessa classificação depende de uma série de fatores como a complexidade do terreno, as resoluções espaciais e espectrais do sistema sensor, o próprio algoritmo de classificação utilizado, a legenda utilizada no processo de classificação e o conjunto de dados que representa a verdade terrestre. Um resultado com 100% de acurácia significa que todos os pixels da imagem foram classificados de forma correta, segundo um conjunto de dados que compõe a

verdade terrestre. Um resultado com 50% de acurácia significa que, em teoria, metade dos pixels da imagem foi classificada corretamente.

Segundo Meneses e Almeida (2012), a acurácia é normalmente expressa em termos de índices que são calculados a partir de matrizes de erros que expressam a concordância entre a imagem classificada e o conjunto de amostras de referência. A matriz de erros compara, classe por classe, a relação entre os dados de verdade terrestre (dados de referência) e os correspondentes resultados da classificação. O número de linhas e o número de colunas dessa matriz devem ser iguais ao número de classes espectrais do estudo. Erros de omissão (exclusão) e de comissão (inclusão) de cada classe são calculados a partir dessa matriz.

As colunas da matriz referem-se à verdade terrestre, enquanto as linhas representam a interpretação de imagens. Valores em negrito da diagonal principal da matriz correspondem ao número de pixels que foram corretamente classificados. Valores fora da diagonal correspondem a erros de omissão (EO) e erros de comissão (EC) e que podem ser expressos na forma de percentagens (MENESES e ALMEIDA, 2012).

Tabela 4. Matriz de confusão dos dados da análise de Sensoriamento Remoto.

Interpretação de imagens	Verdade terrestre			Total	EO (%)	EC (%)
	1	2	3			
1	97,7	0,28	2,02	100	14,3	2,3
2	2,8	84,42	12,78	100	44,5	15,6
3	13,09	67,28	19,63	100	39,1	80,4
Total	113,59	151,98	34,43	300		

Floresta (1); Sav_arbórea (2); Sav_graminosa (3).

Outras medidas descritivas podem ser obtidas a partir dessa matriz de confusão apresentada na tabela 4. Uma delas é a exatidão global, que é computada dividindo-se o número total de pontos corretamente classificados (soma dos elementos ao longo da diagonal principal = 202) pelo número total de pontos de validação = 300). Dividindo-se 202/300, tem-se uma exatidão global de 67,3%, em uma escala que varia de 0 a 100%.

O índice Kappa (K) é outro método bastante utilizado na avaliação dos resultados de classificação. Esse índice varia de 0 (concordância nula) a 1 (concordância perfeita).

$$K = \frac{\theta_1 - \theta_2}{1 - \theta}$$

onde, $\theta_1 = \frac{\sum_{i=1}^c x_{ii}}{n}$ e $\theta_2 = \frac{\sum_{i=1}^c x_i}{n^2}$

De acordo com os dados da tabela da matriz de confusão, tem-se que o índice de Kappa resulta em $K = 0,48$, considerada uma “boa” classificação, de acordo com a qualidade da classificação associada aos valores da estatística Kappa que foi proposta por Landis e Koch (1977): $0 - 0,2 =$ ruim; $0,2 - 0,4 =$ razoável; $0,4 - 0,6 =$ boa; $0,6 - 0,8 =$ muito boa; e $0,8 - 1,0 =$ excelente.

O ambiente das savanas pode apresentar outros tipos de vegetação savânica, mas devido à similaridade fisionômica entre elas ao serem analisadas por imagens de sensores orbitais torna-se difícil identificá-las, assim sendo, foram classificadas apenas em duas fitofisionomias.

O mapa das fitofisionomias do topo da serra (Figura 30) apresentou em sua abrangência uma heterogeneidade de tipos vegetacionais, formando assim um mosaico na paisagem das tipologias da vegetação.

4.3.1 Floresta Ombrófila Densa

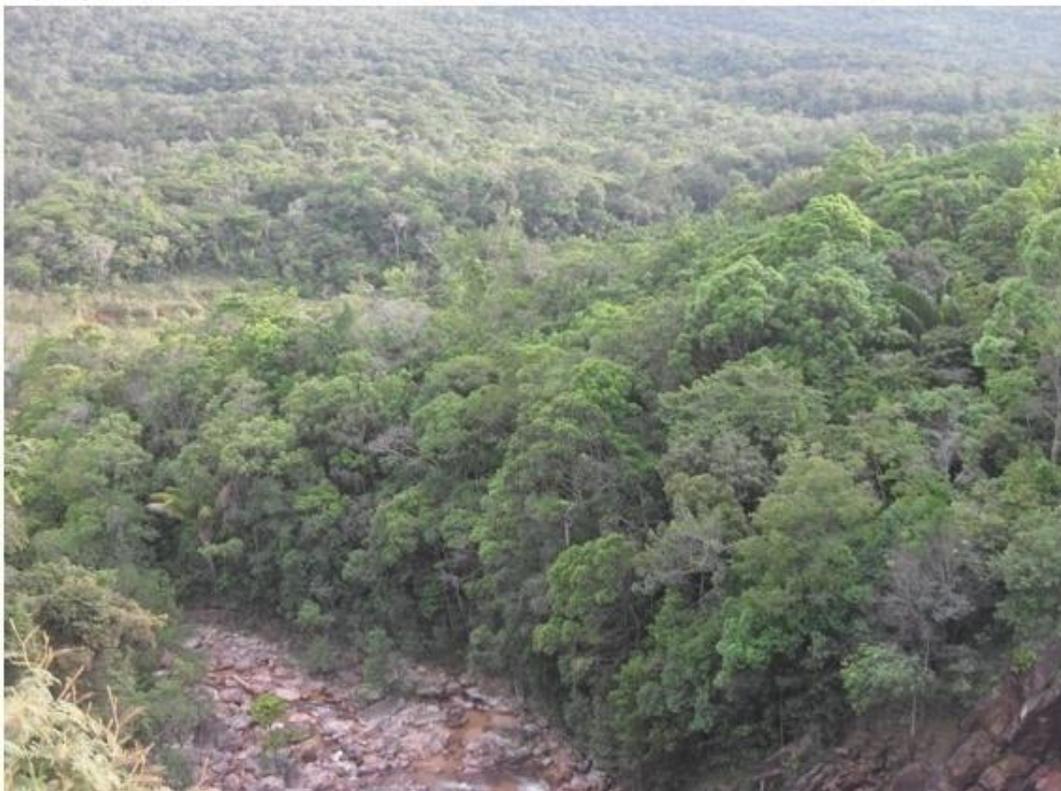
Vegetação de floresta nativa (Figura 28), bem distribuída nos relevos de morros alinhados e vales encaixados, predominando no Cambissolo Háplico e Latossolo Vermelho-Amarelo.

A distribuição das árvores quanto ao diâmetro apresenta característica própria da Floresta Amazônica, com a maioria dos indivíduos nas classes de menor diâmetro e poucos indivíduos com diâmetros mais elevados.

Apresenta vegetação densa e árvores altas com indivíduos de até 30 metros de altura, dossel fechado com algumas árvores emergentes, distribuindo seus indivíduos nos três estratos de classes da altura de forma heterogênea, onde o estrato médio concentra a maior parte das árvores.

Como a origem do próprio nome já evidencia ser “amiga das chuvas”, é sempre úmida devido às constantes chuvas, apresenta volumosa serrapilheira e alta ciclagem de nutrientes evidentemente sendo esse o fator de origem e responsável pela concentração de matéria orgânica na superfície do solo ou horizonte A, de acordo resultados das análises químicas do solo (Apêndice B).

Figura 28. Fitopaisagem de Floresta Ombrófila Densa no topo da serra do Tepequém.



4.3.2 Savana Arbórea

A savana arbórea (Figura 29) está bem distribuída nos relevos de morros alinhados, encosta íngreme e planície intermontana, apresentando-se em vários tipos de solos como Neossolo Litólico, Neossolo Quartzarênico, Cambissolo Háplico e Argissolo Vermelho-Amarelo.

A vegetação é composta principalmente por árvores da espécie de *Curatella americana* L. (caimbé) e *Byrsonima spp* (murici ou mirixi), apresentando contatos fisionômicos com a floresta e savana gramínea. Os indivíduos estão distribuídos

com altura média estabelecida aproximadamente em 3 metros, podendo ser encontrados alguns indivíduos mais altos de até 6,2 metros.

Apresenta vegetação aberta coberta por gramínea, árvores com casca tipicamente espessa, devido o súber ser desenvolvido como mecanismo de defesa da árvore contra o fogo. Essa fitofisionomia é periodicamente atingida por queimadas que muitas vezes ocorre naturalmente na paisagem.

Possui distribuição diamétrica e dos estratos de altura com características das vegetações naturais, apresentando a maioria dos indivíduos com menores diâmetros nos menores intervalos. A estratificação da altura concentra-se a maior parte dos indivíduos no estrato médio da vegetação.

Figura 29. Fitopaisagem de Savana Arbórea no topo da serra do Tepequém.



4.3.3 Savana Gramíneo-lenhosa

A savana gramíneo-lenhosa (Figura 30) está distribuída nos relevos de morros alinhados, vales encaixados e planície intermontana, sobre diversos tipos de solos como Plintossolo Pétrico, Neossolo Litólico, Cambissolo Háplico e Gleissolo Háplico.

A vegetação é tipicamente composta por extrato graminoso que cobre todo o solo, com poucos indivíduos arbóreo-arbustivo de pequeno porte, principalmente de *Byrsonima* spp. e raros indivíduos de *Curatella americana*.

Apresenta melhor distribuição nas áreas de planícies próximas aos cursos d'água, sendo às vezes entremeada por veredas de buritizais e lagos temporários podendo ser também permanentes.

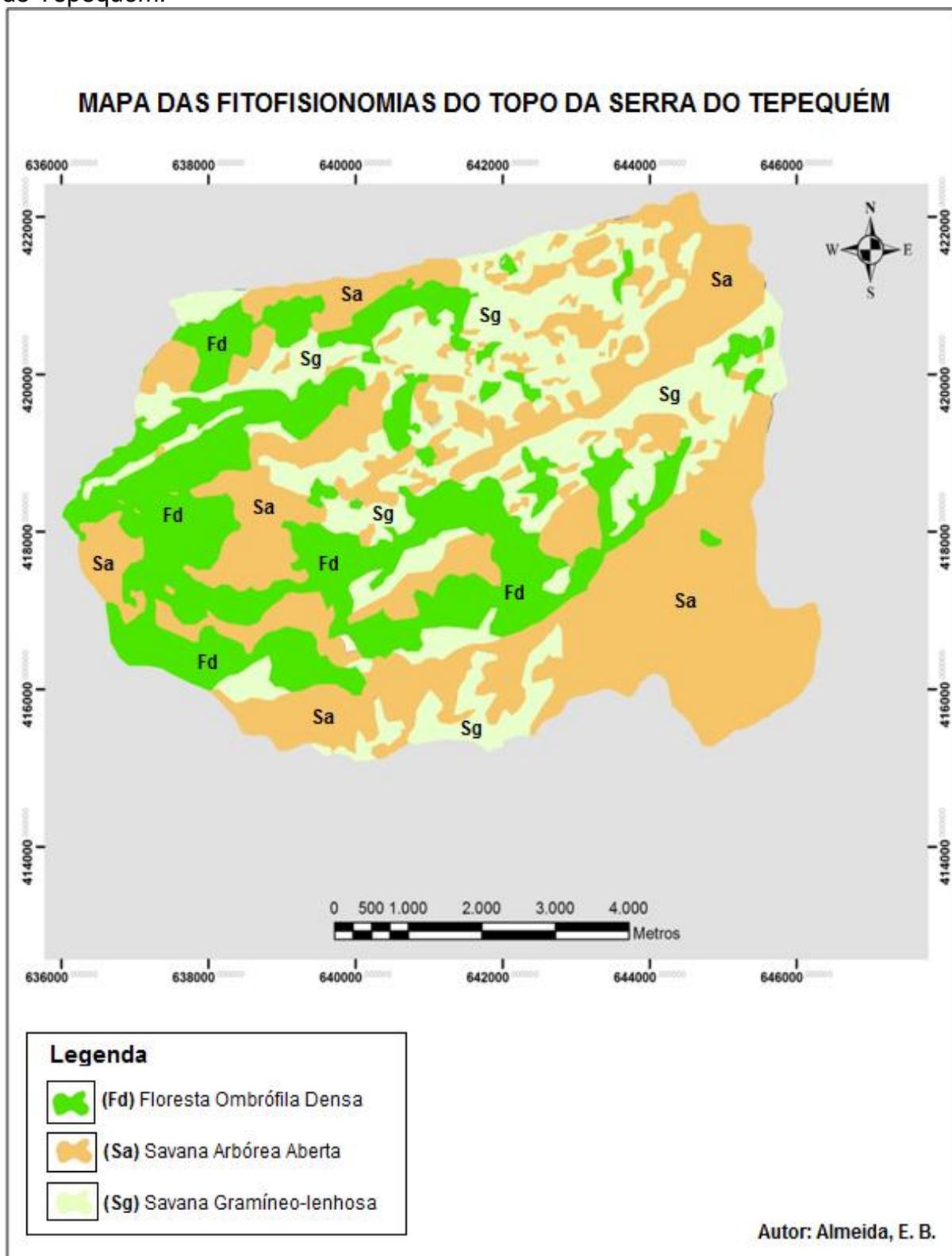
Figura 30. Fitopaisagem de Savana Gramíneo-lenhosa no topo da serra do Tepequém.



Tabela 5. Tipos de vegetação com suas respectivas áreas de distribuição na cobertura total e percentual na serra do Tepequém.

Tipos de vegetação	Área em (ha)	Área em (%)
Floresta Ombrófila Densa	1888	34,2
Savana Arbórea	2217	40,1
Savana Gramíneo-lenhosa	1423	25,7

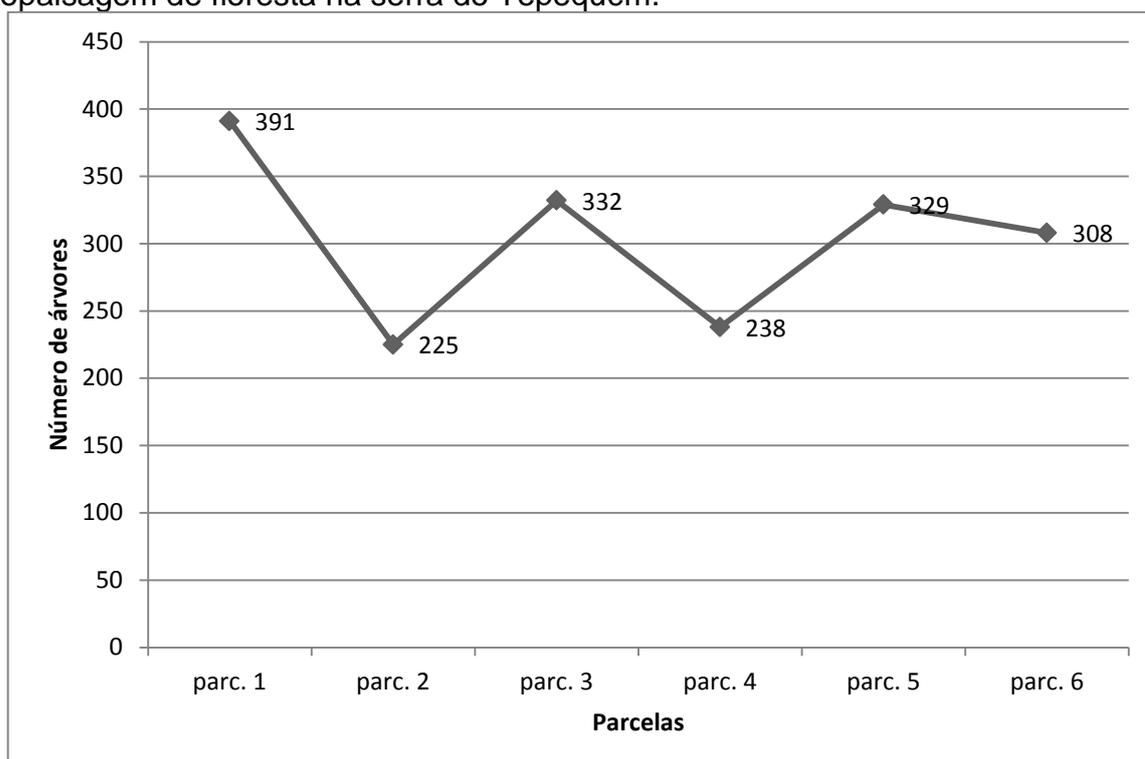
Figura 31. Mapa da classificação das fitofisionomias de Floresta Ombrófila Densa, Savana Arbórea Aberta e Savana Gramíneo-lenhosa distribuídas no topo da serra do Tepequém.



4.3.4 Levantamento fitossociológico na Floresta Ombrófila Densa

Nos cálculos da amostragem realizada no inventário florestal, foram mensurados 1.823 indivíduos na área das seis parcelas em floresta (Figura 32), com área correspondente a 1,2 hectares, obtendo assim uma densidade de 1.519 indivíduos por hectare na vegetação de Floresta Ombrófila Densa.

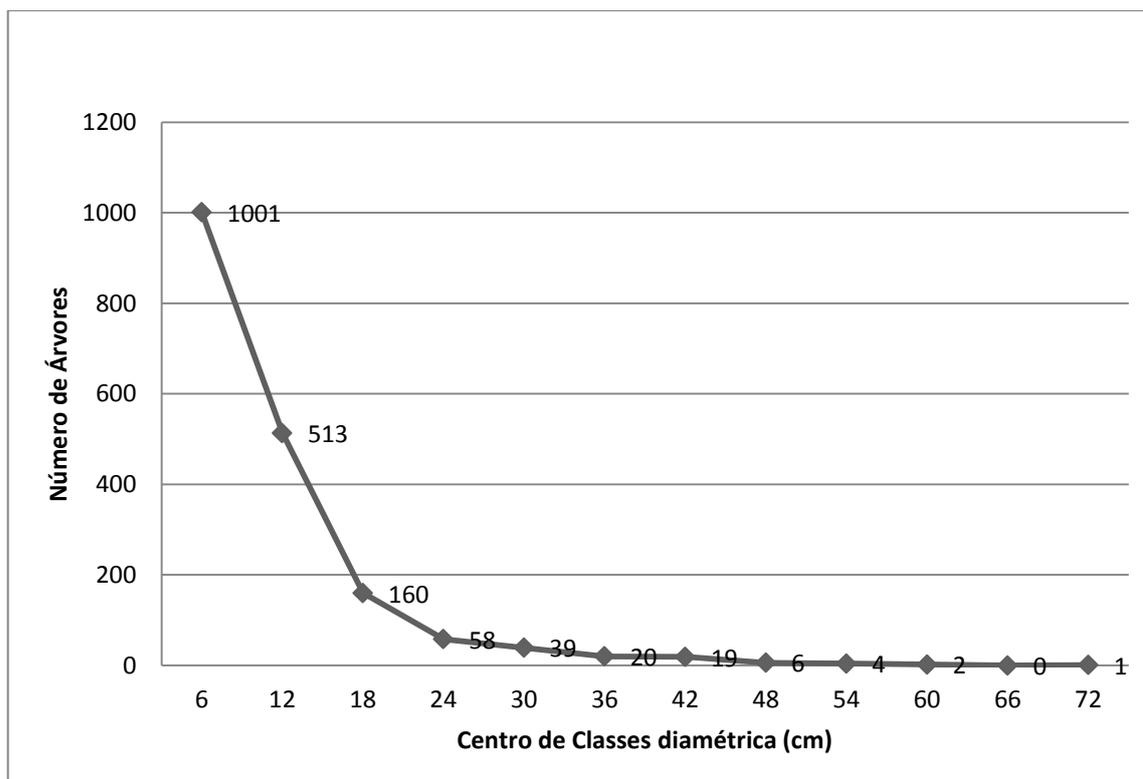
Figura 32. Distribuição quantitativa dos indivíduos nas parcelas estudadas na fitopaisagem de floresta na serra do Tepequém.



A distribuição diamétrica apresentou-se de forma que mais de 83% dos indivíduos amostrados encontram-se distribuídos nas duas primeiras classes diamétrica (3,41 - 9,41 e 9,41 - 15,41) conforme demonstrados (Figura 33).

Essa distribuição tem como causa a dinâmica natural da floresta, a mortalidade e o recrutamento de novos indivíduos à comunidade em decorrência de quedas de árvores nesse ambiente florestal ocasionando abertura de clareiras e maior incidência de luz solar, refletindo inclusive na diversidade local de espécies.

Figura 33. Distribuição dos indivíduos por centro de classe diamétrica (DAP).

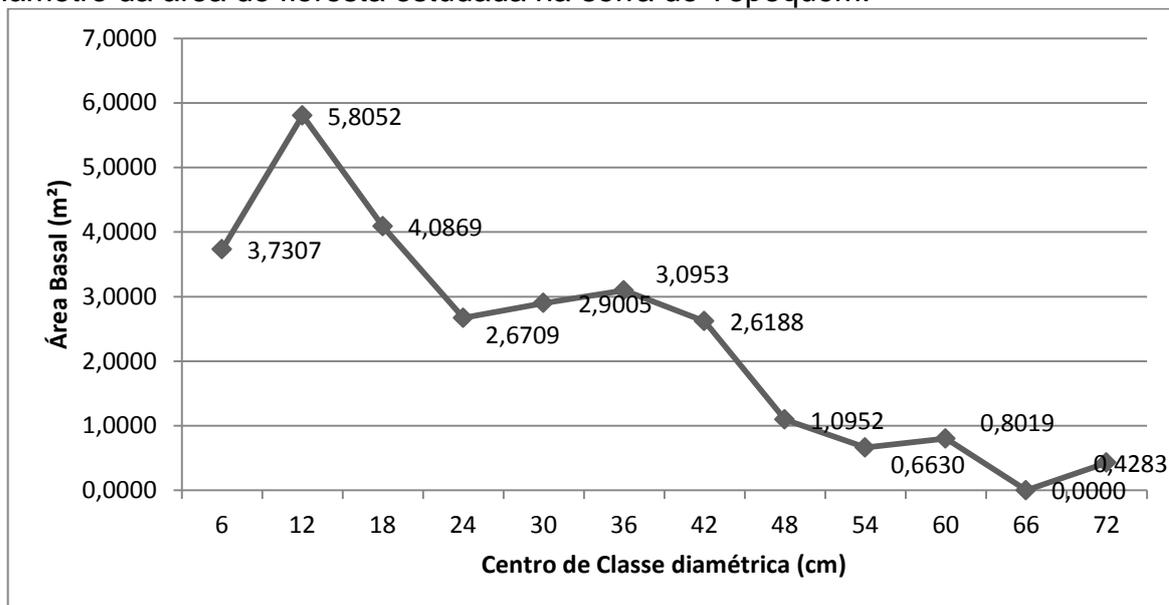


De acordo Soares, Paula Neto e Souza (2006), a distribuição diamétrica com maior número de indivíduos na primeira classe de DAP é típico em florestas nativas como Floresta Amazônica e Mata Atlântica, formando uma distribuição no formato de “J invertido”, podendo apresentar diferenças, dependendo do estágio de desenvolvimento da vegetação. De acordo com Rabelo *et al.* (2002), esse formato também tem sido observado em florestas secundárias ou florestas em início de sucessão.

Através da análise da estrutura horizontal, foi encontrado área basal total das seis parcelas de 30,38 m², apresentando uma cobertura com dominância absoluta total da comunidade de 25,32 m²·ha⁻¹ (Figura 34).

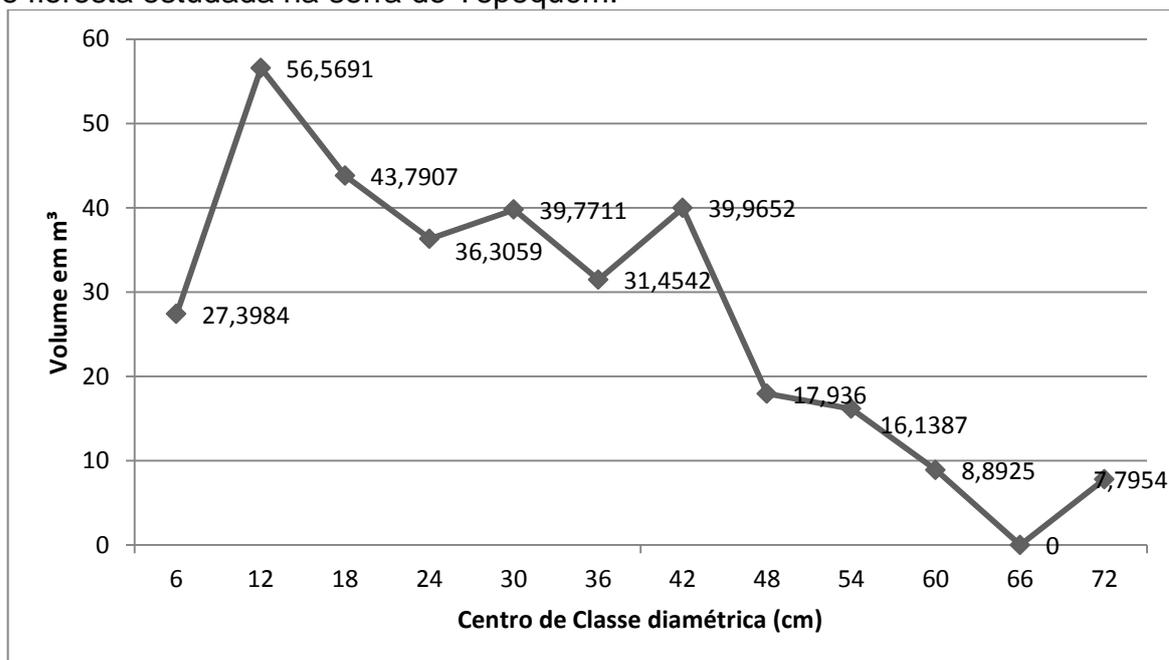
Foi observado que os três primeiros centros de intervalos das classes diamétricas que compreendem da classe (3,41 - 9,41) a (15,41 - 21,41), foram os mais representativos, concentrando 44,84% da distribuição de área basal da vegetação estudada.

Figura 34. Distribuição da área basal em (m²) por centro de intervalo da classe de diâmetro da área de floresta estudada na serra do Tepequém.



A estimativa do volume de madeira da área de floresta estudada apresentou um volume total de madeira na área de 326,0172 m³, apresentando uma volumetria por área de 271,6810 m³ha⁻¹ (Figura 35).

Figura 35. Volumetria em (m³) de madeira por centro de classe diamétrica da área de floresta estudada na serra do Tepequém.



De acordo o gráfico, foi observado maior acúmulo do volume calculado nos centros de classes dos intervalos (9,41 – 15,41) a (39,41 – 45,41), concentrando nesses seis intervalos de classes de diâmetro mais de 70% do volume de madeira da área estudada.

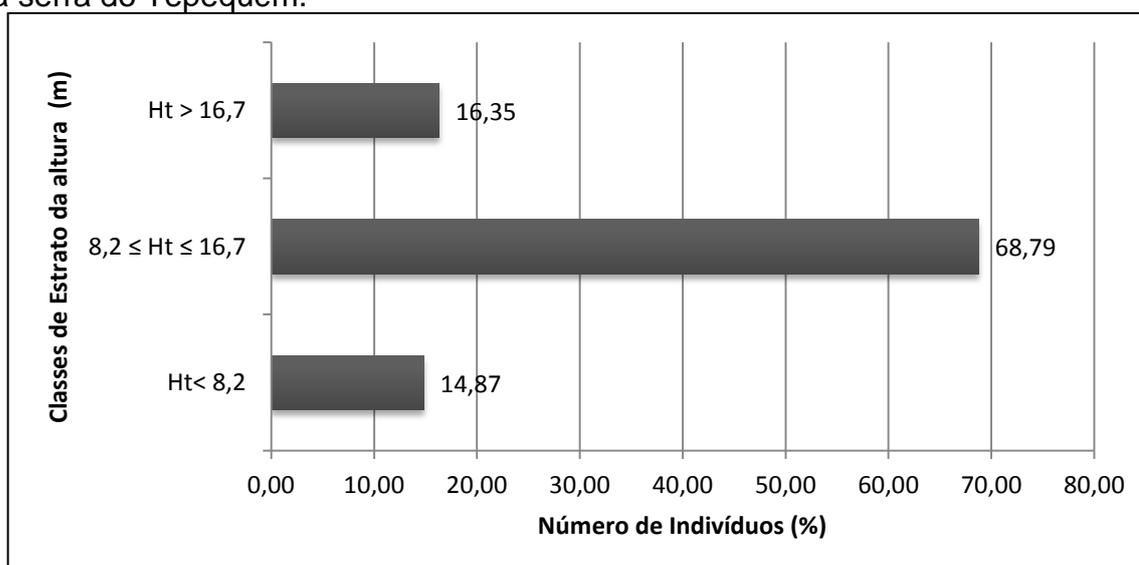
Na análise da distribuição dos indivíduos por classes de altura na área estudada na serra do Tepequém (Figura 36) demonstra a segunda classe do estrato com altura total entre 8,2m e 16,7m maior concentração de indivíduos, contabilizando o percentual de 68,79% de todos os indivíduos mensurados no levantamento.

Dessa forma, observa-se que a distribuição dos indivíduos por altura foi heterogênea, com maior concentração no segundo intervalo de classe (estrato médio), o que demonstra a existência de um denso sub-bosque.

Esse parâmetro representa a distribuição dos indivíduos na estrutura vertical da vegetação, demonstrando a regularidade e gradiente de ocorrência dos indivíduos nos diferentes estratos de altura da floresta.

Os estratos inferior e superior juntos somaram 31,22% das árvores amostradas, evidenciando que o povoamento possui uma minoria de indivíduos baixos e muito altos, concentrando a maioria das árvores na altura intermediária, resultado semelhante ao encontrado em estudo realizado por Garcia *et al.* (2011).

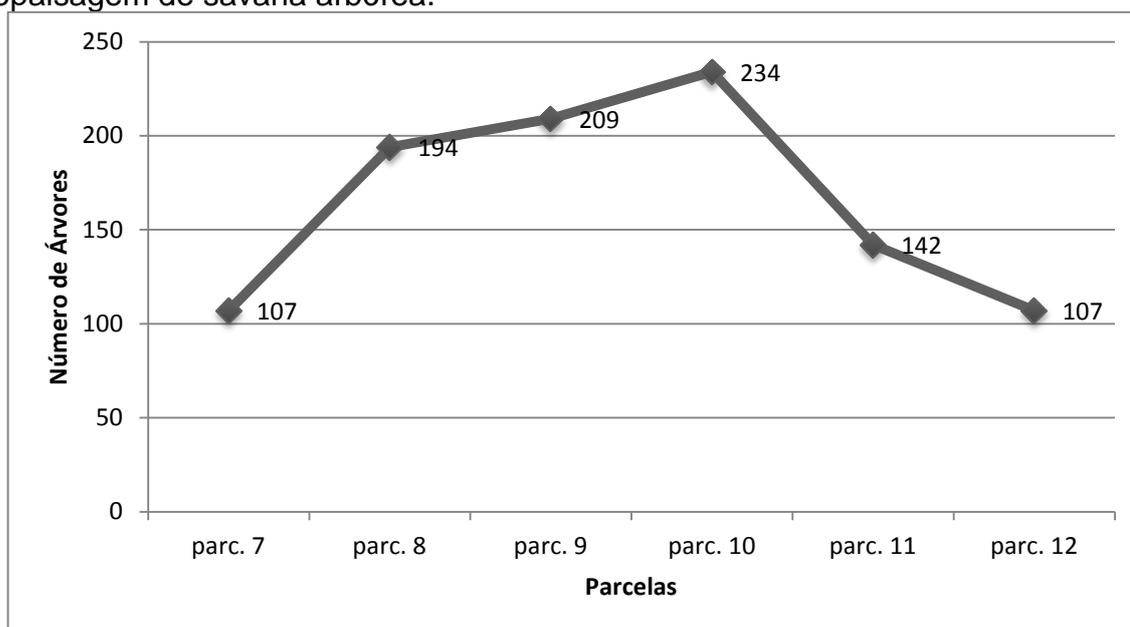
Figura 36. Distribuição das três classes de estrato da altura da floresta estudada na serra do Tepequém.



4.3.5 Levantamento fitossociológico na Savana Arbórea

Os cálculos da amostragem realizada no inventário florestal da área de savana arbórea foram mensurados 993 indivíduos na área total das seis parcelas (Figura 37) numa área correspondente a 1,2 hectares, obtendo uma densidade de 828 indivíduos por hectare na vegetação de savana arbórea.

Figura 37. Distribuição quantitativa dos indivíduos nas parcelas estudadas na fitopaisagem de savana arbórea.

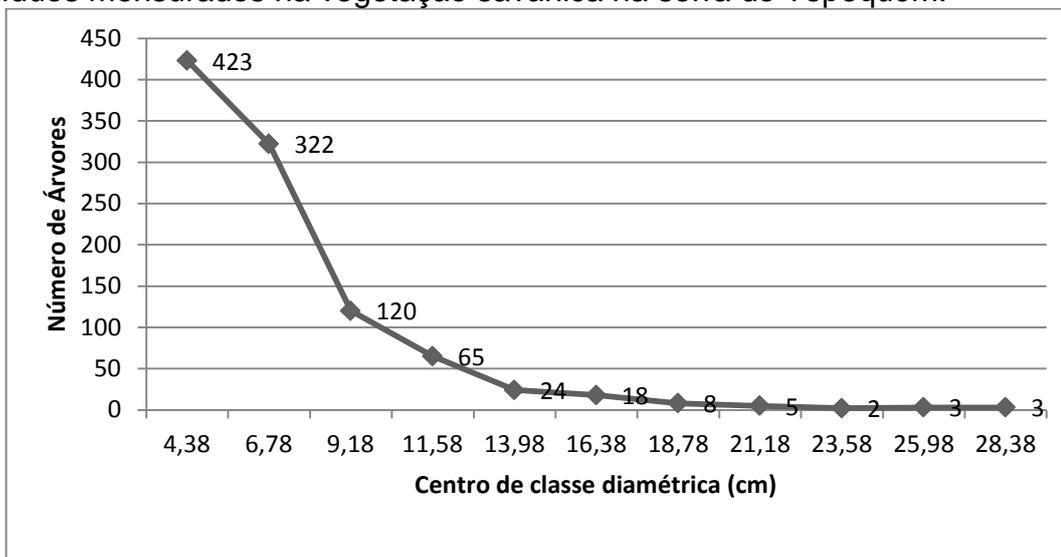


A distribuição diamétrica confirmou mais de 87% dos indivíduos concentrados nas três primeiras classes de diâmetro, compreendendo do intervalo (3,18 – 5,58) a (7,98 – 10,38) conforme demonstrados (Figura 38).

Dessa forma, observa-se que esse comportamento de distribuição diamétrica em forma de “J invertido” é característico de vegetações nativas (SOARES; PAULA NETO; SOUZA, 2006).

Assim, é evidente que essa fisionomia vegetal savânica está distribuída com a maioria dos indivíduos concentrados nas três classes de menores diâmetros e uma minoria de indivíduos com diâmetros maiores distribuídos nas demais classes, resultados semelhantes aos encontrados em estudo realizado por Maracahipes *et al.* (2011).

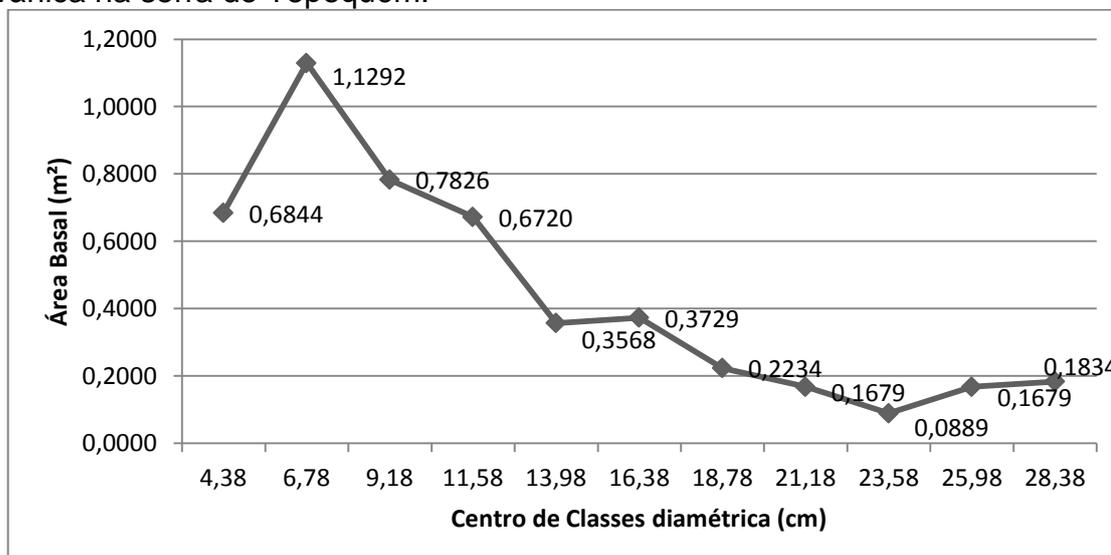
Figura 38. Distribuição diamétrica por centro de classe de diâmetro dos indivíduos mensurados na vegetação savânica na serra do Tepequém.



Através da análise da estrutura horizontal, foi encontrado área basal total das seis parcelas de $4,83 \text{ m}^2$, apresentando uma cobertura com dominância absoluta total da comunidade de $4,02 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ (Figura 39).

Foi observado que os quatro primeiros centros de intervalos das classes diamétricas que compreendem da classe (3,18 – 5,58) a (10,38 – 12,78), foram os mais representativos, compreendendo o percentual de 67,67% da área basal distribuída na vegetação da savana estudada.

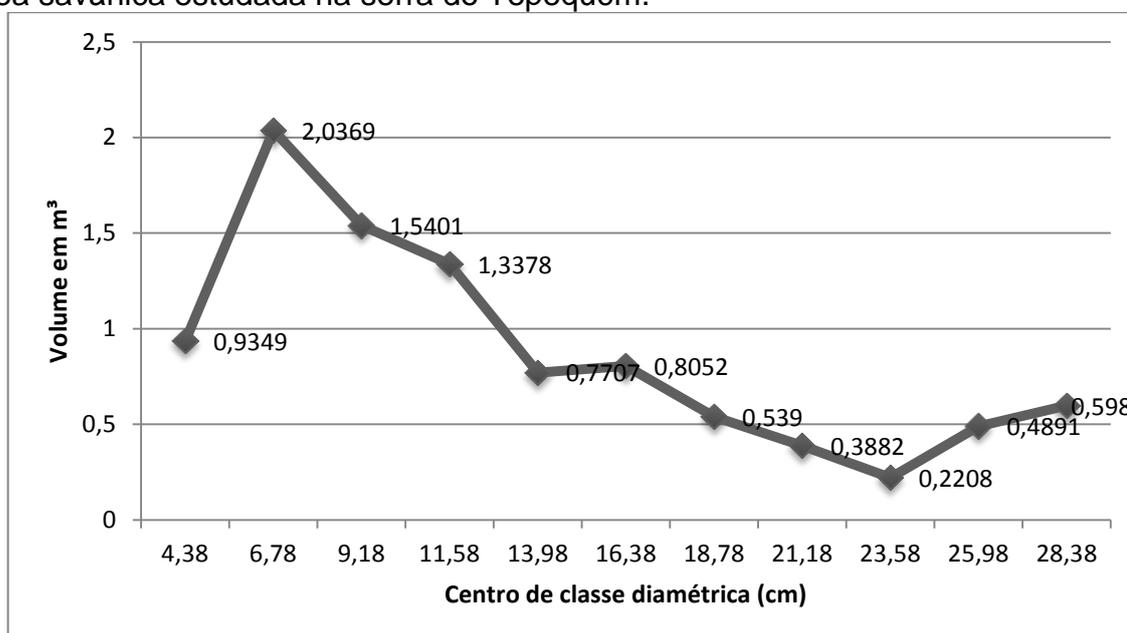
Figura 39. Distribuição da área basal dos indivíduos amostrados na vegetação savânica na serra do Tepequém.



A estimativa do volume (m^3) de madeira da área de savana amostrada apresentou volume total de $9,6607 \text{ m}^3$, distribuindo assim uma volumetria por área de $8,0506 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ (Figura 40).

De acordo observado no gráfico, foi notado maior acúmulo do volume calculado nos primeiros quatro centros de classes dos intervalos (3,18 – 5,58) a (10,38 – 12,78), concentrando nesses intervalos de classes de diâmetro o percentual de 60,55% do volume de madeira da área savânica inventariada.

Figura 40. Distribuição volumétrica (m^3) por centro de classes de diâmetro da área savânica estudada na serra do Tepequém.



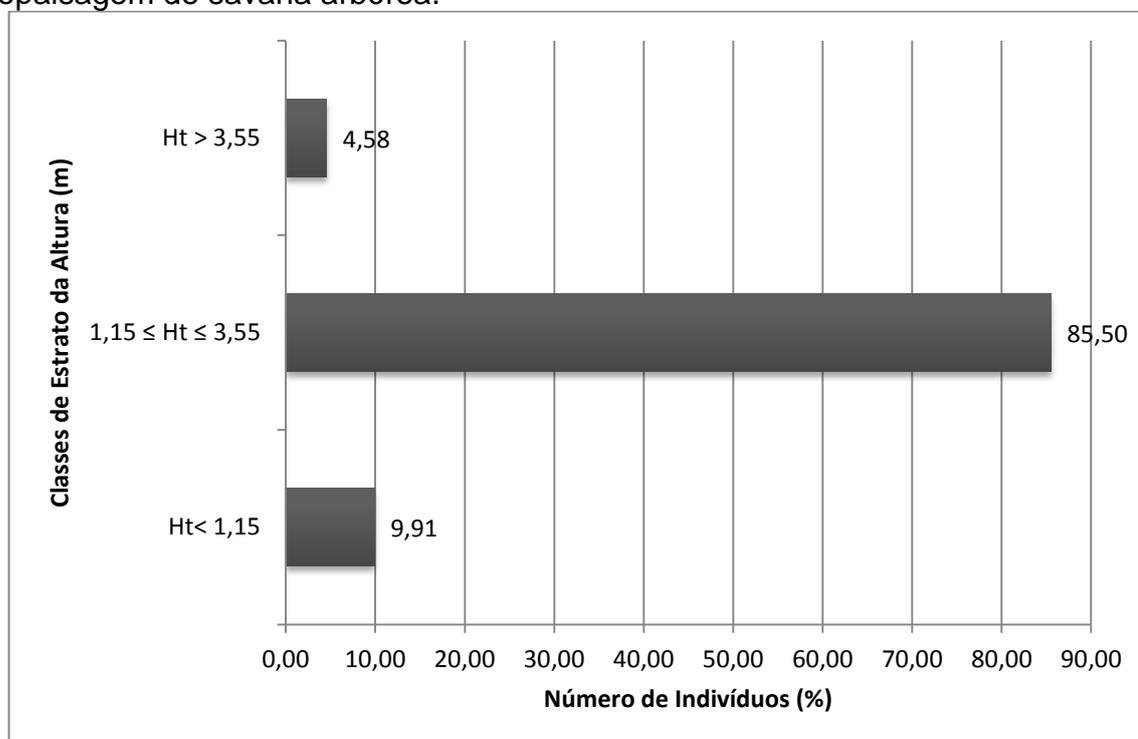
A análise da distribuição dos indivíduos por classes de altura na área de savana estudada na serra do Tepequém (Figura 41) demonstra a segunda classe do estrato com altura total entre 1,5m e 3,55m com maior concentração de indivíduos, contabilizando o percentual de 85,50% de todos os indivíduos mensurados no levantamento.

Dessa forma, observa-se que a distribuição dos indivíduos por altura foi heterogênea, com maior concentração no segundo intervalo de classe (estrato médio ou intermediário).

Esse parâmetro representa a distribuição dos indivíduos na estrutura vertical da vegetação, demonstrando a regularidade e gradiente de ocorrência dos indivíduos nos diferentes estratos de altura da vegetação.

Os estratos inferior e superior, juntos somaram apenas 14,49% dos indivíduos amostrados na savana, evidenciando que o povoamento possui uma minoria de indivíduos pequenos e altos, concentrando a maioria na altura intermediária, resultado semelhante ao encontrado em estudo realizado por Maracahipes *et al.* (2011) e Santos-Diniz *et al.* (2012).

Figura 41. Distribuição quantitativa dos indivíduos nas parcelas estudadas na fitopaisagem de savana arbórea.



4.4 ANÁLISE INTEGRADA DOS ELEMENTOS DA PAISAGEM

Em uma análise visual entre os mapas dos três componentes da paisagem (relevo, solos e vegetação) demonstrada na Figura 42, evidencia-se que a área de encostas possui uma distribuição mais abrangente, aparentemente circundando a serra, tendo uma distribuição mais relacionada com a Savana Arbórea Aberta e presença mais expressiva de Neossolo Litólico nesse tipo de relevo.

Com relação à distribuição pedológica, ressalta-se a classe do Cambissolo Háplico seguido por Latossolo Vermelho-Amarelo, sendo os que mais se relacionaram com áreas de Floresta Ombrófila Densa, porém também se distribuem também em relevos de morros alinhados e vales encaixados com menos expressividade.

No que tange ao tipo fitofisionômico referente à Savana Arbórea Aberta, destaca-se sua identificação com áreas de Neossolos Litólico e relevo de encosta, apresentando uma vasta distribuição em todo o topo da serra.

As áreas florestadas apresentaram uma distribuição mais a oeste da serra, mantendo forte relação com Cambissolo Háplico e se distribuindo em mais de um tipo de relevo, criando mosaicos com os demais tipos vegetacionais existentes no local.

A Savana Gramíneo-lenhosa se distribuiu em todos os tipos de relevos e solos encontrados na serra, estando presente em todo o topo apresentando tendência pelos locais de planícies próximos a redes de drenagens.

Tabela 6. Análise comparativa da relação da área da fitofisionomia com a geomorfologia e pedologia da serra do Tepequém.

Tipo de Vegetação	Tipo de Relevo	Tipo Solo
Floresta Ombrófila Densa	Morros Alinhados	CAMBISSOLO HÁPLICO
Floresta Ombrófila Densa	Morros Alinhados	LATOSSOLOVERM_AMAR
Floresta Ombrófila Densa	Morros Alinhados	CAMBISSOLO HÁPLICO
Floresta Ombrófila Densa	Vales Encaixados	CAMBISSOLO HÁPLICO
Floresta Ombrófila Densa	Morros Alinhados	CAMBISSOLO HÁPLICO
Savana Arbórea	Morros Alinhados	NEOSSOLOQUARTZARÊNICO
Savana Arbórea	Morros Alinhados	NEOSSOLO LITÓLICO
Savana Arbórea	Encosta Íngreme	CAMBISSOLO HÁPLICO
Savana Arbórea	Planície Intermont.	ARGISSOLOVERM_AMAR
Sav. Gram_lenhosa	Morros Alinhados	PLINTOSSOLO PÉTRICO
Sav. Gram_lenhosa	Morros Alinhados	NEOSSOLO LITÓLICO
Sav. Gram_lenhosa	Vales Encaixados	CAMBISSOLO HÁPLICO
Sav. Gram_lenhosa	Planície Intermont.	GLEISSOLO HÁPLICO

Os tipos vegetacionais de Savana arbórea e Savana Graminosa, se apresentaram mais a nordeste da serra, relacionando com mais expressão com relevo de morros alinhados e Neossolo Quartzarênico.

As áreas compostas por floresta e savana Arbórea destacaram-se mais a sudeste, relacionando também com relevo de morros alinhados.

Os problemas que envolvem esse trabalho tiveram suas hipóteses testadas e estão explicitados a seguir acompanhados das análises estatísticas realizadas para cada uma das questões avaliadas.

1º problema: Existe relação na distribuição tipológica da fitofisionomia com a geomorfologia no topo da serra do Tepequém?

Para resolução deste problema foi analisado o cruzamento dos dados (tabelas 7 e 8) da Fitofisionomia (3 classes) x Geomorfologia (4 classes), observando as hipóteses: H0= Não existe relação entre fitofisionomia x geomorfologia nos dados testados; H1=Existe relação entre fitofisionomia x geomorfologia nos dados testados.

O X^2 calculado para essa análise da fitofisionomia x geomorfologia foi de 1401,6. O grau de liberdade é 6, pois $(3-1).(4-1) = 6$. Para este valor de grau de liberdade o X^2 tabelado é 12,592 para o nível de significância de 0,1%.

Dessa forma, como o valor calculado é maior que o valor tabelado, a hipótese H0 de não existir relação entre vegetação x relevo é rejeitada. Portanto, pode-se afirmar estatisticamente que ao nível de 0,1% de significância a distribuição tipológica da vegetação no topo da serra do Tepequém possui relação com as classes de relevo.

Tabela 7. Freqüências observadas resultantes do cruzamento entre fitofisionomia e geomorfologia no topo da serra do Tepequém.

	Encosta	Morro_alinhado	Planície	Vale_encaixado
Floresta	139,2	592,5	475,2	380,4
Sav_Arborea	1481,8	725,6	288,6	87,1
Sav_Graminosa	326,3	613,9	304,7	112,8

Tabela 8. Freqüências esperadas resultantes do cruzamento entre fitofisionomia e geomorfologia no topo da serra do Tepequém.

	Encosta	Morro_alinhado	Planície	Vale_encaixado
Total_5528_ha	1947ha_35,2%	1932ha_34,9%	1068ha_19,2%	580ha_10,5%
Floresta (1587ha_28,7%)	559	555	307	165
Sav_arborea (2583ha_46,8%)	910	902	499	272
Sav_Graminosa (1358ha_24,6%)	479	475	262	143

Tabela 9. Relação entre as classes fitofisionômicas e as classes de relevo do topo da serra do Tepequém.

Tipo de Vegetação	Área (ha)	Importância em relação à Fo/Fe			
		Encosta	Morro_alin	Planície	Vale_enc
Floresta Ombrófila Densa	1888	315,2	2,5	92,2	281,3
Savana Arbórea	2217	359,2	34,5	88,8	125,7
Savana Graminosa	1423	48,7	40,6	6,9	6,4

2º problema: Existe relação na distribuição tipológica da fitofisionomia com as classes de solos no topo da serra do Tepequém?

Para solucionar esse problema em questão, foi analisado o cruzamento dos dados da Fitofisionomia (3 classes) x Classes de solos (7 classes), as classes de solos com primeiro nível categórico semelhante foram agrupadas para facilitar os cruzamentos, observando as hipóteses: H0= Não existe relação entre fitofisionomia x classes de solos nos dados testados; H1=Existe relação entre fitofisionomia x classes de solos nos dados testados.

O X^2 calculado para essa análise da fitofisionomia x pedologia foi de 346,8. O grau de liberdade é 12, pois $(3-1).(7-1) = 12$. Para este valor de grau de liberdade o X^2 tabelado é 21,026 para o nível de significância de 0,1%.

Dessa forma, como o valor calculado é maior que o valor tabelado, a hipótese H0 de não existir relação entre vegetação x classes de solos é rejeitada. Portanto, pode-se afirmar que ao nível de 0,1% de significância a distribuição tipológica da vegetação no topo da serra do Tepequém possui relação com as classes de solos.

Tabela 10. Freqüências observadas resultantes do cruzamento entre fitofisionomia e classes de solos no topo da serra do Tepequém.

	RLd	RQo	CXbd	FFc	GXbd	LVAd	PVAd
Floresta	373	239,2	763,4	24,4	296,3	79,7	112
Sav_Arborea	802	166,9	547,4	89	319	87,8	204,9
Sav_Graminosa	510,3	137	545,2	25	108,2	37,8	59,5

RLd- Neossolo Litólico. RQo- Neossolo Quartzarênico. CXbd- Cambissolo Háplico. FFc- Plintossolo Pétrico. GXbd- Gleissolo Háplico. LVAd- Latossolo Verm-Amar. PVAd- Argissolo Verm-Amar.

Tabela 11. Freqüências esperadas resultantes do cruzamento entre fitofisionomia e classes de solos no topo da serra do Tepequém.

TOTAL 5528_ha	RLd	RQo	CXbd	FFc	GXbd	LVAd	PVAd
	1685,3ha 30,5%	543,1ha 9,8%	1856ha 33,6%	138,4ha 2,5%	723,5ha 13,1%	205,3ha 3,7%	376,4ha 6,8%
Floresta (1888ha_34,2%)	576	185	635	47	247	70	128
Sav_Arbórea (2217ha_40,1%)	676,1	217,4	744,8	56	290	82	150,7
Sav_graminosa (1423ha_24,7%)	433,2	140,7	476,2	35,4	186,5	53,3	97,7

RLd- Neossolo Litólico. **RQo-** Neossolo Quartzarênico. **CXbd-** Cambissolo Háplico. **FFc-** Plintossolo Pétrico. **GXbd-** Gleissolo Háplico. **LVAd-** Latossolo Verm-Amar. **PVAd-** Argissolo Verm-Amar.

Tabela 12. Relação entre as classes fitofisionômicas e as classes de solos do topo da serra do Tepequém.

Tipo de Vegetação	Área (ha)	Importância em relação à Fo/Fe						
		RLd	RQo	CXbd	FFc	GXbd	LVAd	PVAd
Floresta Ombrófila Densa	1888	1,5	5,9	6,0	0,9	9,8	1,3	2,0
Savana Arbórea	2217	3,4	1,7	2,3	9,4	2,9	0,4	19,5
Savana Graminosa	423	3,7	0,1	10,0	3,1	32,9	4,5	14,9

RLd- Neossolo Litólico. **RQo-** Neossolo Quartzarênico. **CXbd-** Cambissolo Háplico. **FFc-** Plintossolo Pétrico. **GXbd-** Gleissolo Háplico. **LVAd-** Latossolo Verm-Amar. **PVAd-** Argissolo Verm-Amar.

Analisando estatisticamente os dados da relação da fitofisionomia com a geomorfologia da área de estudo, as mesmas expressam uma relação de comprometimento entre elas, o que conforma com o resultado de vários estudos envolvendo esses elementos da paisagem. Segundo estudo realizado no Centro-Oeste por Carvalho, Ferreira e Bayer (2008) encontrou relação da declividade com os remanescentes de vegetação.

Em conformidade, estudos realizados no Rio Paraná por Corradini, Fachini e Stevaux (2006), observaram também que as características físicas das unidades geomorfológicas da planície controlam a distribuição da vegetação na área.

Resultado similar foi encontrado em Rio Tinto (PB) por Moura e Meneses (2011), que mostraram as modificações do tipo de vegetação conformando com a variação das feições geomorfológicas existentes na área estudada.

Essa gama de resultados encontrados em que a geomorfologia interfere na distribuição da vegetação demonstra que os resultados encontrados nesse estudo na serra do Tepequém possuem semelhança com resultados encontrados em muitas outras regiões do Brasil.

Dados dos tipos vegetacionais confrontados com as classes de solos, expressam forte relação entre si. Entretanto, estudo realizado em Vila Velha por Magnago (2010), encontrou relação da vegetação com as classes dos solos estudados. Também com resultados similar, no Parque Nacional de Sete Cidades (PI) Mendes *et al.* (2012), encontrou resultados da associação da vegetação com as características edáficas da área.

Outro estudo que concorda com essa relação da vegetação com os tipos de solos foi realizado no Cerrado do Centro-Oeste por Ferreira e Moreno (2014), que verificaram a existência de correlação entre as fitofisionomias analisadas com as características peculiares do solo da área.

Igualmente, estudo de Benedetti (2011), realizado na Savana de Roraima encontrou resultados de “estreita” relação dos solos com a paisagem.

Portanto, estudo realizado há algumas décadas por Carneiro Filho (1993), discordantemente dos resultados encontrados nesse estudo e nos demais expostos, referiu evidencia de que a distribuição de florestas e savanas em Roraima não possui qualquer correlação com aspectos físico-químicos dos solos e paisagem.

Do mesmo modo, estudo realizado na Savana de Roraima por Feitosa (2009), concluiu que as características dos solos das Savanas não interferiram na distribuição dos tipos vegetacionais local da área estudada.

Portanto, os resultados encontrados nessa pesquisa que analisou a relação da geomorfologia e pedologia com a fitopaisagem da serra do Tepequém, com exceções de alguns estudos, possui similaridade com resultados encontrados na maioria dos estudos dos elementos da paisagem de Roraima e outras regiões do Brasil.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os dados coletados e resultados obtidos nesse trabalho pode-se verificar algumas observações sobre a interação dos elementos da paisagem no topo da serra do Tepequém.

A utilização do sensoriamento remoto para elaboração de mapas dos elementos da paisagem tem sido empregada com eficiência, sendo possível avaliar as interferências existentes do relevo e solo na vegetação.

A avaliação da compartimentação geomorfológica da serra apresentou relevo movimentado, com 5 modelados de relevo compreendendo escarpas, encostas, morros residuais alinhados, planícies e vales encaixados.

Os resultados de análises químicas, físicas e matéria orgânica do solo em conjunto com dados de Sensoriamento Remoto e campo, contribuíram eficazmente para classificação das classes de solos e elaboração do mapa de solos do topo da serra do Tepequém.

O mapa de solos resultou em um produto temático detalhado da pedologia do topo da serra, distribuído em 7 classes de solos, incluindo Cambissolo Háplico, Neossolo Litólico, Plintossolo Pétrico, Latossolo Vermelho-Amarelo, Gleissolo Háplico e Argissolo vermelho-Amarelo.

Os tipos vegetacionais encontrados foram classificados em: Floresta Ombrófila Densa, Savana Arbórea Aberta e Savana Gramíneo-lenhosa, numa distribuição espacial heterogênea da qual foi elaborado o mapa fitofisionômico do topo da serra do Tepequém.

Os resultados da interação entre geomorfologia x vegetação apresentaram relação entre si, mais especificamente das áreas de encosta com Savana Arbórea e planície com Savana Gramíneo-lenhosa.

A relação entre a pedologia x vegetação apresentou mais precisamente afinidade do Cambissolo e Latossolo com áreas de Floresta Ombrófila Densa, Neossolo Litólico com Savana Arbórea Aberta e Gleissolo Háplico com Savana Gramíneo-lenhosa.

Portanto, diante dos resultados obtidos considera-se que existe relação do relevo e solo na distribuição tipológica da fitofisionomia no topo da serra do Tepequém, que nesse estudo confirmou essas relações além da simples percepção visual, mas com resultados quantificados estatisticamente. Para uma apreciação

mais aprofundada e detalhada na classificação das classes de solos, relevos e fitofisionomias existentes na serra serão necessários estudos mais aprofundados com maior número de amostragens, análises laboratoriais e análises espaciais dos elementos da paisagem da serra.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, D. A. *et al.* Erodibilidade do solo e erosividade da chuva na serra do Tepequém – Roraima. **Revista Acta Geográfica**, Boa Vista, v.3, n.6, p.39-46, dez. 2009.
- ALMEIDA-FILHO, R.; SHIMABUKURO, Y. E. Detecting areas disturbed by gold mining activities through JERS-1 SAR images, Roraima State, Brazilian Amazon. **International Journal of Remote Sensing**, Washington, v.21, n.17, p.3357-3362, jul. 2000.
- ALMEIDA-FILHO, R.; SHIMABUKURO, Y. E. Digital processing of a Landsat-TM time series for mapping and monitoring degraded areas caused by independent gold miners, Roraima State, Brazilian Amazon. **Remote Sensing of Environment**, São José dos Campos, v.79, n.1, p.42-50, jan. 2002.
- AMARO, V. E.; COSTA, B. C. P. Identificação fitofisionômica através de imagens orbitais híbridas do LANDSAT 5-TM e do RADARSAT-1 em manguezais do litoral setentrional do Rio Grande do Norte. **Revista de Geologia**, Fortaleza, v.25, p.115-127. jan. 2012.
- BARBOSA, R. I. Um tepui no ritmo da destruição em Roraima. **Revista Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v.14, n.81, p.94-96, jan. 1992.
- BARBOSA, R. I. *et al.* The “Lavrados” of Roraima: Biodiversity and Conservation of Brazil’s Amazonian Savannas. **Functional Ecosystems and Communities**, (s.l.), v.1, n.1, p. 29-41, (s.m.).2007.
- BARBOSA, R. I.; MIRANDA, I. S. Fitofisionomias e diversidade vegetal das savanas de Roraima. In: BARBOSA, R. I.; XAUD, H. A. M.; JORGE MANOEL, C. S. (eds.) **Savanas de Roraima: Etnoecologia, Biodiversidade e Potencialidades Agrossilvipastoris**. 1. ed. Boa Vista: FEMACT, 2005. p. 61-78.
- BARROS, L. S. *et al.* Perdas de solo e água em plantio de *acacia mangium* wild e savana em Roraima, norte da Amazônia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.33, n.2, p.447-454, mar./abr. 2009.
- BENEDETTI, U. G. *et al.* Gênese, química e mineralogia de solos derivados de sedimentos Pliopleistocênicos e de rochas vulcânicas básicas em Roraima, Norte amazônico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.35, (s.n.), p.299-312, 2011.
- BESERRA NETA, L. C. **Análise evolutiva da paisagem da serra Tepequém - Roraima e o impacto da atividade antrópica**. 2007. 190p. Tese (Doutorado em Geoquímica e Petrologia) – Programa de Pós-graduação em Geologia e Geoquímica do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará, Belém, 2007.
- BESERRA NETA, L. C.; TAVARES JÚNIOR, S. S. Fatores condicionantes na formação de voçorocas no topo da serra do Tepequém- Roraima. **Revista Geonorte**, Manaus, ed. esp., v.2, n.4, p.456-463, 2012.

BOLFE, E. L. Geotecnologias aplicadas à gestão de recursos naturais. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOPROCESSAMENTO E SENSORIAMENTO REMOTO, 3. Aracajú. **Anais...** Aracajú: EMPRAPA, 2006. (s.p.).

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Estudo para redefinição de limites e recategorização da Reserva Florestal do Parima. Brasília: **Diretoria de Unidades de Conservação de Proteção Integral**, 2010. 33 p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Instrução Normativa IBAMA nº 30 de 31 de dezembro de 2002**, que Dispõe sobre o cálculo do volume geométrico de árvores para a Amazônia, e dá outras providências. Disponível em: www.ipef.br/legislacao/bdlegislacao/arquivos/15279.rtf. Acesso em 19 de abr. de 2014.

CAMPOS, M. C. C. *et al.* Interferências dos pedoambientes nos atributos do solo em uma topossequência de transição Campos/Floresta. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v.41, n.4, p.527-535, out./dez. 2010.

CAMPOS, M. C. C. *et al.* Relações solo-paisagem em uma topossequência sobre substrato granítico em Santo Antônio do Matupi, Manicoré (AM). **Revista Brasileira Ciência Solo**, Viçosa, v.35, n.1, p.13-23, jan./fev. 2011.

CAMPOS, M. C. C. *et al.* Relações Solo-Superfície Geomórfica em uma Topossequência Várzea-Terra Firme na Região de Humaitá (AM). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.36, n.2, p.325-336, mar./abr. 2012.

CAMPOS, M. C. C.; CARDOZO, N. P.; MARQUES JÚNIOR, J. Modelos de Paisagem e sua Utilização em Levantamentos Pedológicos. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v.6, n.1. p.104-114, jan./jun. 2006.

CAMPOS, R. C.; DEMATTÊ, J. A. M. Cor do solo: uma abordagem da forma convencional de obtenção em oposição à automatização do método para fins de classificação de solos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.28, (s.n.), p.853-863, 2004

CARNEIRO, C. C. *et al.* Fusão de imagens altimétricas e aeromagnetométricas como ferramenta de Interpretação geológica, exemplo da província mineral de Carajás (PA). **Revista Brasileira de Geofísica**, Campinas, v.24, n.2, p.261-271, abr./jun. 2006.

CARNEIRO FILHO, A. Cerrados amazônicos: Fósseis vivos? Algumas reflexões. **Revista Instituto Geológico**, São Paulo, v.14, n.1, p.63-68, jul./dez. 1993.

CARVALHO, T. M.; FERREIRA, M. E.; BAYER, M. Análise integrada do uso da terra e geomorfologia do bioma cerrado: um estudo de caso para Goiás. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v.1 n.1, p.62-72, mai/ago. 2008.

CAVALCANTE, L. S. *et al.* Informativo turístico cultural: uma alternativa para o fortalecimento da identidade da serra do Tepequém – Roraima/Brasil. **Revista Geográfica de América Central**, Costa Rica, n.esp. EGAL, p.1-18, 2011.

CORRADINI, F. A; FACHINI, M. P; STEVAUX, J. C. Controle geomorfológico da distribuição da vegetação ripária do rio Paraná: Parte I – Unidades geomórficas da planície de inundação. **Revista UnG - Geociências**, São Paulo, v.5, n.1, p.13-21, (s.m.). 2006.

COUTO, M. S. **Avaliação dos riscos potenciais à qualidade das águas superficiais da bacia do Arroio Sapucaia utilizando técnicas integradas de SIG e Sensoriamento remoto.** 2005. 138p. Dissertação (Mestrado em Geoprocessamento) - Programa de Pós-graduação em Sensoriamento Remoto da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

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

CUNHA, L. D. **A paisagem da Serra do Tepequém – RR e sua potencialidade para o geoturismo.** 2013. 109p. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2013.

CUNHA, U. S. (Org.). **Dendrometria e Inventário Florestal.** Manaus: EAFM, 2004. 60p. (Série Texto Técnico, TT/PCC/01).

EMBRAPA. Centro nacional de pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solos:** 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1997. 212 p.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos:** 3. ed. rev. ampl. Brasília, DF: Embrapa Solos, 2013. 353p.

FARIAS, M. V. A.; VERAS, A. S. S.; SANTOS, A. P. R. Ocupação humana e a transformação no meio ambiente na serra do Tepequém, Roraima. **Boletim do Museu Integrado de Roraima**, Boa Vista, v.7, n.1, p.8-13, (s.m.). 2013.

FEITOSA, K. K. A. **Caracterização e classificação de solos em “Ilhas Florestais” e savanas associadas no nordeste de Roraima.** 2009. 75p. Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais) – Programa de Pós-graduação em Recursos Naturais da Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2009.

FERNANDES FILHO, L. A. *et al.* Deformação das rochas siliciclásticas paleoproterozóicas do Grupo Araí como exemplo das reativações de falhas do embasamento, serra do Tepequém, Roraima, norte do Brasil. **Revista Brasileira de Geociências**, Curitiba, v.42, n.4, p.785-798, dez. 2012.

FERREIRA, C. S.; MORENO, M. I. C. **Relação solo vegetação em áreas de vegetação nativa de cerrado.** Disponível em: <http://www.sbpnet.org.br/livro/63ra/conpeex/.../trabalhos/CRISTIAN.PDF> Acesso em 15 set. 2014.

FIGUEIREDO, D. **Conceitos Básicos de Sensoriamento Remoto.** Disponível em: http://www.conab.gov.br/conabweb/download/.../conceitos_sm.pdf Acesso em: 17 nov. 2012.

FIGUEIREDO, S. R. Uso de regressões logísticas múltiplas para mapeamento digital de solos no planalto médio do RS. **Revista Brasileira de Ciência Solo**, Viçosa, v.32, n.esp., p.2779-2785, dez. 2008.

FLAUZINO, F. S. *et al.* Geotecnologias aplicadas à gestão dos recursos naturais da bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba no Cerrado Mineiro. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v.22, n.1, p.75-91, abr. 2010.

FRANCO E. M. S. *et al.* **Folha NA. 20. Boa Vista e parte das Folhas NA.21 Tumucumaque, NB.20 Roraima e NB.21** In: BRASIL. Projeto RADAMBRASIL. Geomorfologia. Rio de Janeiro: DNPM, v.8, 137-180. 1975.

FROTA, K. C. P.; SILVA, D. S. V. M.; SEABRA, V. S. O uso de ferramentas de geoprocessamento para a elaboração de mapeamento geomorfológico. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 9. Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: UFRJ, 2012. (s.p.).

GARCIA, P. O. *et al.* Species composition and floristic relationships in southern Goiás forest enclaves. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v.62, n.1, p.123-137, (s.m.). 2011.

GHEDIN, L. M. Plano de gestão comunitária do turismo como alternativa para o desenvolvimento sustentável na serra do Tepequém. **Revista Norte Científico**, Boa Vista, v.2, n.1, p.34-52, dez. 2007.

IBGE. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira.** Rio de Janeiro: DEDIT/CDDI, 1992. 91p. (Série Texto Técnico, TT/PCC/01).

JENSEN, J. R. **Sensoriamento Remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres.** São José dos Campos: Parêntese, 2009. 598p.

KLAMT, E. *et al.* **Diagnóstico ambiental do município de porto de Alegre.** Porto Alegre: UFRS, 2004. 82p. (Série Texto Técnico, TT/PCC/01).

LANDIS, J. R.; KOCH, G. G. The measurement of observer agreement for categorical data. **Biometrics**, (s.l.) v.33. n.1, p.159-174, (s.m.). 1977.

LIESENBERG, V.; GALVÃO, L. S.; PONZONI, F. J. Caracterização espectro angular de fitofisionomias do Cerrado a partir de dados multitemporais do sensor MISR/EOS-AM1. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12. Goiânia. **Anais...** Goiânia: INPE, 2005. p.1593-1600.

LIMA, H. N. *et al.* Dinâmica da mobilização de elementos em solos da Amazônia submetidos à inundação. **Acta Amazônica**, Manaus, v.35, n.3, p.317-330, set. 2005.

MAGNAGO, L. F. S. *et al.* Gradiente fitofisionômico-edáfico em formações florestais de Restinga no Sudeste do Brasil. **Acta Botânica Brasileira**, São Paulo, v.24, n.3, p.734-746, (s.m.). 2010.

MARACAHIPES, L. *et al.* Estrutura e composição florística da vegetação lenhosa em cerrado rupestre na transição Cerrado-Floresta Amazônica, Mato Grosso, Brasil. **Biota Neotrópica**, São Paulo, v.11, n.1, p.133-142, (s.m.). 2011.

MARQUES, J. D. O. *et al.* Atributos químicos, físico-hídricos e mineralogia da fração argila em solos do Baixo Amazonas: serra de Parintins. **Acta Amazônica**, Manaus, v.40, n.1, p.1-12, mar. 2010.

MARTINS, S. M. G.; OAIGEN, E. R. Trilhas ecológicas como ferramentas para vivências ambientais na serra do Tepequém/Roraima. **Caderno de Pesquisa**, série Biologia, USCS, v.25, n.3, p.68-78, 2013.

MELO, E. C.; ALMEIDA FILHO, R. Mapeamento de Áreas Degradadas Pela Atividade de Garimpos na Região da serra Tepequém (RR), Através de Imagens Landsat-TM. . In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13. Salvador. **Anais...** Salvador: INPE, 1996. p.639-645.

MELO, V. F. *et al.* Caracterização física, química e mineralógica de solos da colônia agrícola do Apiaú (Roraima, Amazônia), sob diferentes usos e após queima. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.30, n.6, p.1039-1050, nov./dez. 2006.

MELO, V. F. *et al.* Solos da área indígena Yanomami no médio Rio Catrimani, Roraima. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.34, n.2, p.487-496, mar./abr. 2010.

MENDES, M. R. A. *et al.* Relação entre a vegetação e as propriedades do solo em áreas de campo limpo úmido no Parque Nacional de Sete Cidades, Piauí, Brasil. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v.63, n.4, p.971-984, (s.m.). 2012.

MENESES, P. R.; ALMEIDA, T. (Org.) **Introdução ao processamento de imagens de Sensoriamento Remoto**. Brasília: ed. UnB, 2012. 266p.

MENEZES, A. A. *et al.* Interrelações entre a profundidade do solo e o substrato geológico na região centro-leste de Minas Gerais. **Revista Ceres**, Viçosa, v.58, n.6, p.794-801, nov./dez. 2011.

MONTEIRO, E. M. G.; LIMA, E. O. Turismo e identidade cultural: a participação comunitária no desenvolvimento local da serra do Tepequém – Amajari – Roraima. **Revista Geográfica de América Central**, Costa Rica, n.esp. EGAL, p.1-15, 2011.

MORO, M. F; MARTINS, F. R. Métodos de Levantamento do Componente Arbóreo-Arbustivo In: FELFILI, J. M. et al. (Org.). **Fitossociologia no Brasil: métodos e estudos de caso**: volume I. Viçosa: ed. UFV, 2011. p.174-212.

MOURA, L. T. L.; MENESES, F. L. Influência da geomorfologia na fisionomia da vegetação no litoral de Rio Tinto – PB. In: Congresso de Ecologia do Brasil, 10. São Lourenço. **Anais...** São Lourenço: SEB, 2011. (s.p.).

NASCIMENTO, E. C. *et al.* Atividade garimpeira diamantífera na serra do Tepequém-RR In: SIMPOSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 9. Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: UFRJ, 2012. (s.p.).

NASCIMENTO, E. C. *et al.* Mudanças da paisagem na serra do Tepequém: susceptibilidade aos processos erosivos. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA, 13. Belém. **Anais...** Belém: UFPA, 2013. (s.p.).

NASCIMENTO, F. A. *et al.* Aplicação de geotecnologias na análise de áreas susceptíveis ao alagamento na cidade de Boa Vista-RR. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 9. Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: UFRJ, 2012. (s.p.).

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 da Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2013.

NASCIMENTO, E. C.; BESERRA NETA, L. C.; TAVARES JÚNIOR, S. S. Ações erosivas lineares na serra do Tepequém-RR. **Revista Geonorte**, Manaus, ed. esp., v.1, n.4, p.370 – 378, 2012.

NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento Remoto: princípios e aplicações**: 4. ed. São Paulo: Blucher, 2010. 363p.

NOVO, E. M. L. M. *et al.* Técnicas avançadas de Sensoriamento Remoto aplicadas ao estudo de mudanças climáticas e ao funcionamento dos ecossistemas amazônicos. **Acta Amazônica**, Manaus, v.35, n.2, p.259-272, abr./jun. 2005.

NUNES, G. M.; SOUZA FILHO, C. R.; FERREIRA, L. G. Discriminação de fitofisionomias na Amazônia central por meio de índices de vegetação de imagens com resolução espacial moderada. **Revista Geografia Acadêmica**, (s.l.), v.6, n.1, p.5-14, ago. 2012.

NUNES, J. O. *et al.* Elaboração de mapeamento geomorfológico utilizando técnicas de estereocopia digital. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 9. Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: UFRJ, 2012. (s.p.).

PONTE, F. C.; FURTADO, A. M. M. Integração de dados pedo-geomorfológicos como subsídio ao mapeamento geoambiental, através de sig, no município de Carutapera – Estado do Maranhão. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 9. Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: UFRJ, 2012. (s.p.).

PONZONI, F. J.; SHIMABUKURO, Y. E. **Sensoriamento Remoto no estudo da vegetação**. São José dos Campos: ed. A. Silva Vieira, 2009. 127p.

RABELO, F. G.; ZARIN, D. J.; OLIVEIRA, F. A.; JARDIM, F. C. S. Diversidade, composição florística e distribuição diamétrica do povoamento com DAP \geq 5 cm em região de estuário no Amapá. **Revista de Ciências Agrárias**, (s.l.), (s.v.), (s.n.), p. 91-112, 2002.

RIBEIRO, M.; MELO FILHO, H. B.; BENEDETTI, U. G. Alternativas para recuperar áreas degradadas pela erosão na serra do Tepequém no Município de Amajari, Estado de Roraima. In: CONGRESSO NORTE-NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO, 7. Palmas. **Anais...** Palmas: IFTO, 2012. (s.p.).

RODRIGUES, S. M.; *et al.* Análise granulométrica dos depósitos coluvionares da serra do Tepequém-RR. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA, 13. Belém. **Anais...** Belém: UFPA, 2013. (s.p.).

RORAIMA. Secretaria de Estado da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Notícias**. Disponível em: <<http://www.seapa.rr.gov.br/index.php/noticias2/718>> Acesso em: 11 out. 2012.

RUGGIERO, P. G. C. *et al.* Relação entre solo, vegetação e topografia em área de cerrado (Parque Estadual de Vassununga, SP): como se expressa em mapeamentos? **Acta botânica brasileira**, São Paulo, v.20, n.2, p.383-394, abr./jun. 2006.

SAMPAIO, T. V. M.; SOUZA SÁ, E. B.; LIMA, R. A. Modelo digital de elevação misto, interpoladores e formas de relevo derivadas. um estudo na serra da Prata – PR. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 9. Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: UFRJ, 2012. (s.p.).

SANQUETTA, C. R. *et al.* **Inventários Florestais: planejamento e execução**: Curitiba: Multi-Graphic, 2006. 271p.

SANTOS, C. S. V. *et al.* Influência geológica na diversidade de solos e da paisagem em parte do Estado de Roraima, utilizando IDRISI. In: CONGRESSO E FEIRA PARA USUARIOS DE GEOPROCESSAMENTO DA AMERICA LATINA, 2, Curitiba. **Anais...** Curitiba: INPE, 1996. (s.p.).

SANTOS-DINIZ, V. S. Levantamento florístico e fitossociológico do parque municipal da cachoeirinha, município de Iporá, Goiás. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.8, n.14; p.1311, (s.m.). 2012

SANTOS, E. E. *et al.* Relações pedogeomorfológicas do município de Mariana (MG): uma análise. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 9. Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: UFRJ, 2012. (s.p.).

SANTOS, R. D. *et al.* **Manual de descrição e coleta de solos no campo**. Viçosa: SBCS, 2005. 100 p.

SANTOS, R. C.; BESERRA NETA, L. C.; TAVARES JÚNIOR, S. S. **O estudo dos resíduos (suruca) da atividade garimpeira diamantífera na serra do Tepequém.** 2011. 5 p. (Programa de Iniciação Científica - PIBIC/CNPq) Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2011.

SILVA, J. S. V. *et al.* Fitofisionomias dominantes em parte das sub-regiões do Nabileque e Miranda, sul do Pantanal. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.33, n.esp., p.1713-1719, out. 1998.

SILVA, J. M. F.; SANTOS, L. J. C. O Sensoriamento Remoto na pesquisa geomorfológica aplicações no município de Antonina, Paraná. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 9. Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: UFRJ, 2012. (s.p.).

SOARES, C. P. B.; PAULA NETO, F.; SOUZA, A. L. **Dendrometria e inventário florestal.** Viçosa: UFV, 2006. 276 p.

SPÍNOLA, C. M.; BECHARA, F. C.; BARRETTO, K. D. Uso de Sensoriamento remoto na identificação de fitofisionomias do Cerrado Lato Sensu. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v.5, supl.1, p.378-380, jul. 2007.

TERAMOTO, E. R.; LEPSCH, I. F.; VIDAL-TORRADO, P. Relações solo, superfície geomórfica e substrato geológico na microbacia do ribeirão marins (Piracicaba - SP). **Scientia Agrícola**, São Paulo, v.58, n.2, p.361-371, abr./jun. 2001.

TROIAN, L. C. *et al.* Florística e padrões estruturais de um fragmento florestal urbano, região metropolitana de Porto Alegre, RS, Brasil. **Iheringia, Série Botânica**, Porto Alegre, v.66, n.1, p.5-16, jul. 2011.

VALE JUNIOR, J. F.; SCHAEFER, C. E. G. R. **Solos sob savanas de Roraima: gênese, classificação e relações ambientais.** Boa Vista: IORIS, 2010. 219p.

VIDAL-TORRADO, P.; LEPSCH, I. F.; CASTRO, S. S. Conceitos e aplicações das relações pedologia-geomorfologia em regiões tropicais úmidas. **Tópicos Ciência Solos**, Viçosa, v.4, n.4. p.145-192, set. 2005.

XAUD, H. A. M.; CARVALHO, V. C. Definição de unidades de paisagem natural através de cruzamentos entre mapas: abordagem crítica e aplicabilidade. In: CONGRESSO E FEIRA PARA USUÁRIOS DE GEOPROCESSAMENTO DA AMÉRICA LATINA, 5, Salvador. **Anais...** Salvador: INPE, 1999. p.1-18.

XAUD, H. A. M. *et al.* Análise de imagens orientada a objetos para integração de imagens SAR e ópticas no mapeamento de áreas Periurbanas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 15, Curitiba. **Anais...** Curitiba: INPE, 2011. p.7548-7555.

XAUD, M. R.; EPIPHANIO, J. C. N.; XAUD, H. A. M. Análise das mudanças de uso e cobertura da terra no sudeste de Roraima – Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 15, Curitiba, **Anais...** Curitiba: INPE, 2011, p.6779-6785.

XAUD, M. R.; EIPHANIO, J. C. N.; XAUD, H. A. M. Análise da dinâmica das mudanças de uso e cobertura da terra no sudeste de Roraima – Amazônia Setentrional, através da subtração de imagens-fração. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 16, Foz do Iguaçu, **Anais...** Foz do Iguaçu: INPE, 2013, (s.p.).

APÊNDICES

APÊNDICE B Classes de solos com valores dos parâmetros químicos por profundidade dos perfis.

Nº Perfil	Horizonte Profund.	pH H ₂ O	P -----mg/dm ³ -----	K	Na	Ca ²⁺ -----cmol _c dm ⁻³ -----	Mg ₂ ⁺	Al ³⁺	H+Al	SB	t	T	V -----%-----	m	MO dag kg ⁻¹	P-Rem mg L ⁻¹
P2CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico - CXbd - Fa em relevo de topo																
P2.1	A (0-26)	4,51	0,7	13,0	0,00	0,02	0,03	2,30	4,3	0,08	2,38	4,38	1,8	96,6	1,28	30,7
	Bi(26-60+)	4,25	0,3	7,0	0,00	0,01	0,02	1,90	4,8	0,05	1,95	4,85	1,0	97,4	0,26	34,0
P2.2	A (0-14)	4,26	0,6	44,0	0,00	0,04	0,08	2,02	7,9	0,23	2,43	8,13	2,8	90,5	3,84	30,0
	AB (14-28)	4,06	0,3	28,0	0,00	0,00	0,02	2,10	5,1	0,09	2,19	5,19	1,7	95,9	1,79	22,6
	Bi (28-60+)	4,67	0,1	15,0	0,00	0,03	0,03	1,80	4,0	0,10	1,90	4,10	2,4	94,7	0,90	21,5
P3LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico Cambissólico - LVAd - Fa em relevo de vertente																
P3.1	A (0-6)	4,71	1,1	48,0	0,00	0,04	0,09	2,60	9,1	0,25	2,85	9,35	2,7	91,2	6,72	22,9
	BA (6-28)	4,71	0,4	15,0	0,00	0,03	0,04	2,30	6,3	0,11	2,41	6,41	1,7	95,4	2,69	18,3
	Bw1 (28-54)	4,62	0,1	7,0	0,00	0,03	0,02	2,30	4,3	0,07	2,37	4,37	1,6	97,0	1,54	16,2
	Bw2 (54-)	4,87	0,0	4,0	0,00	0,02	0,02	1,80	3,1	0,05	1,85	3,15	1,6	97,3	0,26	15,3
P3.2	A (0-12)	4,47	0,4	43,0	0,00	0,13	0,26	2,90	9,7	0,50	3,40	10,20	4,9	85,3	6,40	18,8
	BA (12-29)	4,05	0,3	13,0	0,00	0,03	0,03	2,40	5,9	0,09	2,49	5,99	1,5	96,4	2,05	19,6
	Bw1 (29-57)	4,71	0,2	11,0	0,00	0,03	0,02	1,80	5,1	0,08	1,88	5,16	1,5	95,7	0,90	18,9
	Bw2 (57-)	4,86	0,0	10,0	0,00	0,03	0,02	1,40	3,0	0,08	1,48	3,08	2,6	94,6	0,64	18,9
P4 CAMBISSOLO HÁLICO Tb Distrófico típico - CXbd - Fa em relevo de vertente																
P4.1	A (0-10)	4,52	0,4	20,0	0,00	0,90	0,08	2,3	5,80	0,22	2,52	6,02	3,7	91,3	3,20	36,1
	AB (10-31)	4,20	0,0	7,0	0,00	0,04	0,03	2,0	4,30	0,09	2,09	4,39	2,1	95,7	1,41	28,3
	Bi (31-72)	5,03	0,0	3,0	0,00	0,04	0,02	1,9	3,10	0,07	1,97	3,17	2,2	96,4	0,51	32,1
	C (72-100+)	4,85	0,1	2,0	0,00	0,05	0,02	1,3	2,60	0,08	1,38	2,68	3,0	94,2	0,26	32,9
P4.2	A (10-20)	4,62	0,9	14,0	0,00	0,05	0,04	1,3	4,10	0,13	1,43	4,23	3,1	90,9	3,05	38,8
	AB (20-36)	4,35	1,5	7,0	0,00	0,07	0,03	1,2	3,10	0,12	1,32	3,22	3,7	90,9	1,15	43,9
	Bi (36-62)	4,18	0,2	4,0	0,00	0,04	0,02	1,3	2,60	0,07	1,37	2,67	2,6	94,9	0,64	40,0
	BC (62-)	4,61	0,2	3,0	0,00	0,00	0,01	1,3	1,80	0,02	1,32	1,82	1,1	98,5	0,38	42,3
P5 CAMBISSOLO HÁLICO Tb Distrófico típico - CXbd - Fa em relevo de planície																
P5.1	A (0-20)	4,28	1,7	23,0	0,00	0,12	0,07	2,0	5,30	0,25	2,25	5,55	4,5	88,9	1,54	42,4
	AC (20-35)	3,84	0,6	5,0	0,00	0,04	0,01	1,7	3,10	0,06	1,76	3,16	1,9	96,6	0,77	42,4
	Bi (35-60+)	4,32	1,1	4,0	0,00	0,06	0,01	1,2	2,00	0,08	1,28	2,08	3,8	93,8	0,13	43,9

P5.2	A (0-30)	4,12	0,9	7,0	0,00	0,04	0,02	1,7	4,30	0,08	1,78	4,38	1,8	95,5	1,66	36,1
	Bi (30+)	5,07	0,2	27,0	0,00	0,05	0,03	2,8	7,10	0,15	2,95	7,25	2,1	94,9	4,22	18,3
P6 CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico plintossolo - CXbd – Fa em relevo de planície																
P6.1	A (0-15)	4,71	0,5	32,0	0,00	0,13	0,08	1,3	5,30	0,29	1,59	5,59	5,2	81,8	3,33	33,3
	AB (15-30)	4,43	0,6	14,0	0,00	0,08	0,04	1,2	4,10	0,14	1,34	4,24	3,3	89,6	2,17	30,7
	Bi (30-100+)	4,40	0,0	5,0	0,00	0,08	0,02	1,6	3,00	0,11	1,71	3,11	3,5	93,6	0,64	28,9
P6.2	A (0-25)	4,72	0,3	23,0	0,00	0,06	0,03	0,3	4,30	0,15	1,45	4,45	3,4	89,7	2,81	34,8
	Bi (25-40+)	4,32	0,2	8,0	0,00	0,09	0,02	0,4	2,80	0,13	1,53	2,93	4,4	91,5	0,90	33,8
P7NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico - RQo - Sa em relevo de topo																
P7.1	A (0-20)	4,30	0,2	5,0	0,00	0,05	0,01	0,9	2,60	0,07	0,97	2,67	2,6	92,8	0,90	46,1
	C1 (20-39)	4,36	0,1	2,0	0,00	0,03	0,00	0,3	1,80	0,04	0,34	1,84	2,2	88,2	1,13	53,0
	C2 (39-70+)	4,73	0,0	1,0	0,00	0,02	0,00	0,4	1,50	0,02	0,42	1,52	1,3	95,2	0,13	50,8
P7NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico - RLd - Sa em relevo de topo																
P7.2	A (0-5)	5,00	0,3	12,0	0,00	0,07	0,02	0,7	2,60	0,12	0,82	2,72	4,4	85,4	1,28	54,9
	Cr (5-25)	4,79	0,0	1,0	0,00	0,02	0,00	0,1	1,70	0,02	0,12	1,72	1,2	83,3	0,13	51,8
P10CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico - CXbd - Sa em relevo de vertente																
P10.1	A (0-6)	4,83	0,3	13,0	0,00	0,01	0,01	2,0	6,80	0,05	2,05	6,85	0,7	97,6	2,05	31,0
	Bi (6-30)	5,11	0,0	5,0	0,00	0,04	0,01	1,1	3,00	0,06	1,16	3,06	2,0	94,8	0,64	32,4
P10.2	A (0-20)	5,13	0,2	29,0	0,00	0,07	0,06	1,6	5,10	0,20	1,80	5,30	3,8	88,9	2,43	34,8
	Bi (20-50)	4,99	0,0	4,0	0,00	0,04	0,02	1,3	2,60	0,07	1,37	2,67	2,6	94,9	0,64	32,8
P12ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico - PVAd - Sa em relevo de planície																
P12.1	A (0-17)	5,06	0,1	5,0	0,00	0,05	0,01	1,4	4,30	0,07	1,47	4,37	1,6	95,2	2,05	32,2
	BA (17-66)	4,91	0,0	3,0	0,00	0,06	0,02	1,6	3,50	0,09	1,69	3,59	2,5	94,7	0,90	29,9
	Bt1 (66-100)	4,67	0,3	3,0	0,00	0,01	0,03	1,3	3,50	0,05	1,35	3,55	1,4	96,3	0,26	34,5
P12.2	A (0-15)	4,91	0,5	9,0	0,00	0,03	0,02	1,9	6,60	0,07	1,97	6,67	1,0	96,4	2,94	32,1
	BA (15-56)	5,05	0,3	3,0	0,00	0,00	0,01	1,4	3,00	0,02	1,42	3,02	0,7	98,6	0,64	27,9
	Bt1 (56-76)	5,16	0,2	1,0	0,00	0,00	0,01	1,1	1,80	0,01	1,11	1,81	0,6	99,1	0,38	35,9
P14 PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário - FFc - Sg em relevo de topo																
P14.1	A (0-27)	5,02	3,3	32,0	0,00	0,19	0,14	1,6	7,40	0,41	2,01	7,81	5,2	79,6	3,33	29,2
	BfC1 (27-	5,38	0,2	7,0	0,00	0,00	0,02	0,6	2,60	0,04	0,64	2,64	1,5	93,8	1,02	28,1

P14NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico - RLd - Sg em relevo de topo																
P14.2	A (0-6)	4,75	1,2	15,0	0,00	0,03	0,02	1,6	6,40	0,09	1,69	6,49	1,4	94,7	3,52	33,6
	R (6-35+)	5,35	0,2	7,0	0,00	0,00	0,02	0,6	2,10	0,04	0,64	2,14	1,9	93,8	1,02	24,7
P15NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico fragmentário - RLd - Sg em relevo de vertente																
P15.1	A (0-25)	5,16	0,4	7,0	0,00	0,00	0,02	0,9	2,50	0,04	0,94	2,54	1,6	95,7	1,41	37,1
	C (25-50)	5,27	0,4	4,0	0,00	0,00	0,02	0,8	1,80	0,03	0,83	1,83	1,6	96,4	0,26	41,1
P15.2	A (0-22)	5,02	0,5	10,0	0,00	0,00	0,04	1,2	3,50	0,07	1,27	3,57	2,0	94,5	1,92	40,7
	C (22-50)	4,73	0,2	1,0	0,00	0,01	0,01	1,3	1,70	0,02	1,32	1,72	1,2	98,5	0,13	46,9
P17GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico - GXbd - Sg em relevo de planície																
P17.1	A1 (0-25)	4,98	0,7	11,0	0,00	0,07	0,01	2,3	7,30	0,11	2,41	7,41	1,5	95,4	2,69	27,3
	A2 (25-49)	4,58	0,5	7,0	0,00	0,04	0,01	2,4	5,00	0,07	2,47	5,07	1,4	97,2	1,02	25,6
	C1 (49-84)	4,69	0,5	6,0	0,00	0,00	0,02	1,6	2,10	0,04	1,64	2,14	1,9	97,6	0,38	38,2
	C2 (84-	4,94	0,5	10,0	0,00	0,01	0,03	0,9	1,70	0,07	0,97	1,77	4,0	92,8	0,13	41,7
P17.2	A (0-30)	4,23	1,6	7,0	0,00	0,03	0,01	2,6	4,30	0,06	2,66	4,36	1,4	97,7	1,15	37,0
	C (30-100+)	4,71	0,6	2,0	0,00	0,00	0,01	1,1	1,80	0,02	1,12	1,82	1,1	98,2	0,13	47,7

pH-H₂O=Acidez/alcalinidade calculada em água relação 1:2,5. **P**=Fósforo. **Na**=Sódio. **K**=Potássio. **Ca²⁺**=Cálcio. **Mg²⁺**=Magnésio. **Al³⁺**=Alumínio. **SB**=Soma de Bases Trocáveis. **T**=Capacidade de Troca Catiônica a pH 7.0. **m**=Índice de Saturação por Alumínio. **MO**=Matéria Orgânica. **H + Al**=Hidrogênio + Alumínio. **t**=Capacidade de Troca Catiônica Efetiva. **V**=Índice de Saturação por Bases. **P-Rem**=Fósforo Remanescente. **CXbd**=Cambissolo Háplico Tb Distrófico. **LVAd**=Latosolo Vermelho-Amarelo Distrófico Cambissólico. **RQo**=Neossolo Quartzarênico Órtico. **RLd**=Neossolo Litólico Distrófico típico. **PVAd**=Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico. **FFc**=Plintossolo Pétrico Concrecionário. **GXbd**=Gleissolo Háplico Tb Distrófico. **Fd**=Floresta Ombrófila Densa. **As**=Savana Arbórea Aberta. **Sg**=Savana Gramíneo-lenhosa.

APÊNDICE C Classes de solos com valores dos parâmetros físicos por profundidade dos perfis.

Nº Perfil	Horizonte Profund. (cm)	AG	AF	AT	Sil	Arg	Sil/Arg	TEXTURA	Cor Cart. Munsell
P2CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico - CXbd - Fd em relevo de topo									
P2.1	A (0-26)	12	43	55	19	26	0,73	Franco-Argilo-Arenosa	10YR 8/1
	Bi(26-60+)	8	43	51	23	26	0,88	Franco-Argilo-Arenosa	10YR 8/3
P2.2	A (0-14)	26	37	63	15	22	0,68	Franco-Argilo-Arenosa	10YR 4/3
	AB (14-28)	22	41	63	14	23	0,61	Franco-Argilo-Arenosa	10YR 4/4
	Bi (28-60+)	23	38	61	15	24	0,63	Franco-Argilo-Arenosa	10YR 5/8
P3LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico Cambissólico - LVAd - Fd em relevo de vertente									
P3.1	A (0-6)	19	21	40	22	38	0,58	Franco-Argilosa	10YR 5/3
	BA (6-28)	21	21	42	21	37	0,57	Franco-Argilosa	10YR 7/4
	Bw1 (28-54)	23	28	51	18	31	0,58	Franco-Argilo-Arenosa	10YR 6/6
	Bw2 (54-88+)	28	28	56	13	31	0,42	Franco-Argilo-Arenosa	10YR 7/6
P3.2	A (0-12)	36	20	56	11	33	0,33	Franco-Argilo-Arenosa	10YR 3/2
	BA (12-29)	34	21	55	15	30	0,50	Franco-Argilo-Arenosa	10YR 4/4
	Bw1 (29-57)	35	21	56	12	32	0,38	Franco-Argilo-Arenosa	10YR 7/4
	Bw2 (57-71+)	34	18	52	15	33	0,45	Franco-Argilo-Arenosa	10YR 8/6
P4 CAMBISSOLO HÁLICO Tb Distrófico típico - CXbd - Fd em relevo de vertente									
P4.1	A (0-10)	7	37	44	29	27	1,07	Franco-Argilosa	10YR 5/4
	AB (10-31)	7	34	41	28	31	0,90	Franco-Argilosa	10YR 6/6
	Bi (31-72)	9	32	41	28	31	0,90	Franco-Argilosa	10YR 7/6
	C (72-100+)	7	34	41	33	26	1,27	Franco	10YR 8/3
P4.2	A (10-20)	18	45	63	20	17	1,18	Franco-Arenosa	10YR 6/3
	AB (20-36)	16	47	63	23	14	1,64	Franco-Arenosa	10YR 6/6
	Bi (36-62)	17	43	60	25	15	1,67	Franco-Arenosa	10YR 7/3
	BC (62-100+)	17	41	58	23	19	1,21	Franco-Arenosa	10YR 8/4
P5 CAMBISSOLO HÁLICO Tb Distrófico típico - CXbd - Fd em relevo de planície									
P5.1	A (0-20)	32	39	71	15	14	1,07	Franco-Arenosa	10YR 5/2
	AC (20-35)	31	42	73	28	-1		INDEFINIDO	10YR 6/3
	Bi (35-60+)	29	41	70	15	15	1,00	Franco-Arenosa	10YR 7/4

P5.2	A (0-30)	38	37	75	8	17	0,47	Franco-Arenosa	10YR 5/2
	Bi (30+)	25	9	34	24	42		Argila	7.5YR 6/6
P6 CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico plintossolo - CXbd – Fd em relevo de planície									
P6.1	A (0-15)	17	32	49	23	28	0,82	Franco-Argilo-Arenosa	10YR 5/3
	AB (15-30)	23	37	60	9	31	0,29	Franco-Argilo-Arenosa	10YR 5/4
	Bi (30-100+)	20	31	51	19	30	0,63	Franco-Argilo-Arenosa	10YR 6/4
P6.2	A (0-25)	8	44	52	26	22	1,18	Franco-Argilo-Arenosa	10YR 4/3
	Bi (25-40+)	11	46	57	20	23	0,87	Franco-Argilo-Arenosa	10YR 8/3
P7NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico - RQo - Sa em relevo de topo									
P7.1	A (0-20)	49	27	76	12	12	1,00	Franco-Arenosa	10YR 5/2
	C1 (20-39)	66	19	85	8	7		Areia-Franca	10YR 8/3
	C2 (39-70+)	57	23	80	11	9		Areia-Franca	10YR 7/2
P7NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico - RLd - Sa em relevo de topo									
P7.2	A (0-5)	39	33	72	15	13	1,15	Franco-Arenosa	10YR 6/3
	Cr (5-25)	74	12	86	9	5		Areia-Franca	10YR 8/4
P10CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico - CXbd - Sa em relevo de vertente									
P10.1	A (0-6)	7	39	46	28	26	1,08	Franco	10YR 8/2
	Bi (6-30)	9	35	44	29	27	1,07	Franco-Argilosa	10YR 8/6
P10.2	A (0-20)	7	45	52	26	22	1,18	Franco-Argilo-Arenosa	10YR 5/4
	Bi (20-50)	8	40	48	26	26	1,00	Franco-Argilo-Arenosa	10YR 8/3
P12ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico - PVAd - Sa em relevo de planície									
P12.1	A (0-17)	36	28	64	20	16	1,25	Franco-Arenosa	10YR 4/2
	BA (17-66)	32	28	60	21	19	1,11	Franco-Arenosa	10YR 8/3
	Bt1 (66-100)	33	28	61	14	25	0,56	Franco-Argilo-Arenosa	10YR 8/6
P12.2	A (0-15)	36	28	64	19	17	1,12	Franco-Arenosa	10YR 5/2
	BA (15-56)	37	26	63	14	23	0,61	Franco-Argilo-Arenosa	10YR 8/3
	Bt1 (56-76)	36	26	62	16	22	0,73	Franco-Argilo-Arenosa	10YR 8/6
P14 PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário - FFc - Sg em relevo de topo									
P14.1	A (0-27)	53	10	63	16	21	0,76	Franco-Argilo-Arenosa	10YR 5/2
	BfC1 (27-59+)	52	5	57	18	25	0,72	Franco-Argilo-Arenosa	10YR 8/8

P14NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico - RLd - Sg em relevo de topo									
P14.2	A (0-6)	52	12	64	15	21	0,71	Franco-Argilo-Arenosa	10YR 5/2
	R (6-35+)	48	7	55	21	24	0,88	Franco-Argilo-Arenosa	10YR 7/8
P15NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico fragmentário - RLd - Sg em relevo de vertente									
P15.1	A (0-25)	15	43	58	22	20	1,10	Franco-Arenosa	10YR 5/3
	C (25-50)	31	28	59	19	22	0,86	Franco-Argilo-Arenosa	10YR 8/4
P15.2	A (0-22)	15	56	71	12	17	0,71	Franco-Arenosa	10YR 5/3
	C (22-50)	22	47	69	11	20	0,55	Franco-Arenosa	10YR 8/3
P17GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico - GXbd - Sg em relevo de planície									
P17.1	A1 (0-25)	11	46	57	21	22	0,95	Franco-Argilo-Arenosa	10YR 4/1
	A2 (25-49)	14	45	59	18	23	0,78	Franco-Argilo-Arenosa	10YR 5/1
	C1 (49-84)	19	48	67	13	20	0,65	Franco-Arenosa	10YR 7/3
	C2 (84-130+)	20	49	69	15	16	0,94	Franco-Arenosa	10YR 8/1
P17.2	A (0-30)	3	61	64	22	14	1,57	Franco-Arenosa	10YR 4/1
	C (30-100+)	14	58	72	15	13	1,15	Franco-Arenosa	10YR 8/1

AG=Areia grossa. **AF**=Areia fina. **AT**=Areia total. **Sil**=Silte. **Arg**=Argila. **Cor**=Cor do perfil segundo Carta de Munsell. **CXbd**=Cambissolo Háplico Tb Distrófico. **LVAd**=Latosolo Vermelho-Amarelo Distrófico Cambissólico. **RQo**=Neossolo Quartzarênico Órtico. **RLd**=Neossolo Litólico Distrófico típico. **PVAd**=Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico. **FFc**=Plintossolo Pétrico Concrecionário. **GXbd**=Gleissolo Háplico Tb Distrófico. **Fd**=Floresta Ombrófila Densa. **As**=Savana Arbórea Aberta. **Sg**=Savana Gramíneo-lenhosa.