

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA  
DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS  
CURSO DE GEOGRAFIA**

**ALEXANDRE DOS SANTOS SOUZA**

**CARACTERIZAÇÃO GEOMORFOLÓGICA E DO MEIO FÍSICO DA FOLHA  
ITAPOROROCA 1:25.000**

**JOÃO PESSOA  
2013**

**ALEXANDRE DOS SANTOS SOUZA**

**CARACTERIZAÇÃO GEOMORFOLÓGICA E DO MEIO FÍSICO DA FOLHA  
ITAPOROROCA 1:25.000**

Monografia apresentada ao Departamento de Geociências da Universidade Federal da Paraíba – CCEN Campus I, em cumprimento às exigências para obtenção do grau de Bacharel em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. Max Furrier.

**JOÃO PESSOA  
2013**

Catálogo na publicação  
Universidade Federal da Paraíba  
Biblioteca Setorial

S719c Souza, Alexandre dos Santos.  
Caracterização geomorfológica e do meio físico da Folha Itapororoca  
1:25.000 / Alexandre dos Santos Souza. João Pessoa, 2013.

73 p.: il -

Monografia (Bacharelado em Geografia) Universidade Federal da Paraíba.  
Orientador: Prof. Dr. Max Furrier.  
1. Geomorfologia. 2. Cálculos morfométricos. I. Título.

UFPB/BS-CCEN

CDU 551.4 (043.2)

**ALEXANDRE DOS SANTOS SOUZA**

**CARACTERIZAÇÃO GEOMORFOLÓGICA E DO MEIO FISÍCO DA FOLHA  
ITAPOROROCA 1:25.000**

Monografia apresentada ao Departamento de Geociências da Universidade Federal da Paraíba – CCEN Campus I, em cumprimento às exigências para obtenção do grau de Bacharel em Geografia.

Aprovada em: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_

---

Prof. Dr. Max Furrier  
Universidade Federal da Paraíba (Orientador)

---

Prof. Dr. Magno Erasto de Araújo  
Universidade Federal da Paraíba

---

Prof. Dr. Werner Maximilian Topitsch  
Universidade Federal da Paraíba

A todos aqueles que veem a vida como uma oportunidade singular, e, sem medir esforços, usam a resiliência, a sabedoria e o amor como instrumentos de preservação da Criação Divina: o homem e a natureza. Deus seja louvado!

## AGRADECIMENTOS

Viver é uma oportunidade singular e efêmera, com a qual estamos constantemente aprendendo algo. Nossa história é repleta de situações e, em todas elas, existe sempre alguém que, contribuindo ou concorrendo conosco, faz da nossa passagem neste mundo um momento de grandes aprendizados. Desta forma, gostaria registrar aqui minha gratidão:

Ao Deus Vivo, Senhor e Rei eterno, que fez a Terra pelo seu inefável poder e, com grande misericórdia, graça e amor, concedeu sabedoria a indivíduos pequenos como eu, permitindo, assim, a oportunidade de desvendar e compreender uma parcela das maravilhas de Sua criação por intermédio da ciência.

Aos meus pais, pelo exemplo e esmero que dedicaram à manutenção da família; pelo apoio infalível e incondicional em todos os momentos de minha vida, sem jamais me privar daquilo que tinham de melhor.

Às minhas avós Maria e Regina (*in memoriam*), que, mesmo tendo sido privadas da educação formal, me ensinaram que o maior bem de um homem é o conhecimento. Obrigado!

Ao meu irmão Anielson, por me fazer acreditar, com seu exemplo, que havia um potencial e uma grande possibilidade para que eu retomasse os estudos. Você tinha razão, mano; divido minha alegria com você.

À minha filha Alícia, fiel companheira e parceira que, de fato, têm dividido comigo cada milésimo desta vida, minha inspiração e expressão do amor verdadeiro em minha vida.

À Dona Celha, pelo apoio incondicional e assistência que tem me prestado, como avó de minha filha, e, amiga, sempre presente nos momentos mais difíceis. Obrigado.

Aos colegas Diego Valadares, Maria Emanuella, Tamires e todo grupo do Legam, pelos bons momentos de convivência e aprendizado.

Ao amigo Wesley Ramos Nóbrega, que sempre esteve comigo durante toda a jornada da graduação (nas pesquisas, viagens de campo, congressos etc.). Valeu, parceiro, tenho certeza que seus esforços lhe renderão muitos frutos; e que sua indignação, quanto à negligência de alguns com nossa profissão, não será em vão, pois teremos a oportunidade de fazer a diferença. Saiba que lhe tenho como a um irmão. Obrigado!

Aos meus professores dos anos iniciais de minha alfabetização, na pessoa da professora Aparecida, que, com muito amor, me ensinou as primeiras letras, mesmo quando a escola não me parecia um lugar agradável.

Ao brilhante professor Paulo Rosa (*in memoriam*), pelas aulas de campo memoráveis e pelos diálogos acalorados sobre a profissionalização do geógrafo. A todos os professores do Departamento de Geociências, com quem tive a oportunidade, durante minha graduação, de aprender e ampliar meus horizontes para uma perspectiva de vida diferente, na qual continuarei, com a graça de Deus, buscando dar minha contribuição para a construção de uma sociedade mais justa.

Ao professor Max Furrier, grande incentivador e orientador desta pesquisa, pela oportunidade de poder fazer parte de seu grupo de estudos no Legam, onde iniciei, de fato, o exercício da produção acadêmica e, sob sua orientação, publiquei meus primeiros trabalhos. Obrigado, prezado professor.

Finalmente, agradeço a todos que, de alguma forma, fizeram parte da empreitada acadêmica que culminou com o desenvolvimento deste trabalho.

Que o Deus Vivo ilumine a todos.

“No princípio, criou Deus os céus e a Terra.”  
(Livro de Gênesis 1:1)

## RESUMO

O presente trabalho tem por objetivo caracterizar o relevo que compreende a Folha Itapororoca (SB.25-Y-A-V-4-NO) 1:25.000, situada na região Nordeste do Brasil. Os resultados, obtidos a partir da utilização de ferramentas de geoprocessamento, elaboração de perfis topográficos, confecção de mapas temáticos e cálculos morfométricos, demonstraram diversas peculiaridades geomorfológicas do terreno, possibilitando o detalhamento dos aspectos: morfológicos, geológicos, padrão da rede de drenagem e atuação dos fatores morfoestruturais e morfoesculturais atuantes na área. O terreno é parte integrante da faixa de dobramentos do ciclo Brasileiro, numa região onde é possível averiguar compartimentos geomorfológicos distintos, fruto da interação entre os processos que atuam no modelado do relevo. A área é compreendida por um trecho que abrange a zona limítrofe entre os terrenos sedimentares e o afloramento cristalino, onde é possível a visualização de basculamentos, superfícies tabulares, terrenos escalonados, vales distintos, rifteamento, linhas cumeadas (médias e suaves), padrão de drenagem anômala, canais extremamente retilíneos, bacia de drenagem dendrítica e recuo de cabeceiras, configurando nuances típicas de áreas afetadas por zonas de cisalhamento transcorrentes que estão presentes no substrato do Terreno Alto Pajeú (TAP), unidade geológica regional onde está situada a área de estudo. Outros aspectos físicos da área são as formas de manejo do solo, principalmente nas margens da BR 101, cujos terrenos das adjacências L/W encontram-se ocupados por extensa monocultura de cana-de-açúcar, com trechos suscetíveis à formação de ravinhas e voçorocas, represamento de canais fluviais e degradação de matas ciliares.

**Palavras-chave:** Geomorfologia. Itapororoca. Morfotectônica. Parâmetros morfométricos.

## ABSTRACT

This study aims to characterize the relief comprising Itapororoca Sheet (SB.25-Y-A-V-4-NO) 1:25.000, located in the Northeast region of Brazil. The results, obtained from the use of geoprocessing tools, preparation of topographic profiles, preparation of thematic maps and morphometric calculations, showed various geomorphological peculiarities of the terrain, allowing the detailing of the aspects: morphological, geological, standard of drainage network and performance of morphostructural and morphosculptural factors acting in the area. The terrain is part of the fold belt of Brasiliano cycle, in an area where it is possible to determine distinct geomorphological compartments, result of the interaction between the processes that operate in the relief's modelling. The area is comprised of a stretch that covers the boundary zone between the sedimentary terrains and crystalline outcrop, where it is possible to visualize tiltings, tabular surfaces, staggered terrains, distinct valleys, rifting, ridges lines (medium and soft), anomalous drainage pattern, extremely straight channels, dendritic drainage basin and headwaters retreat, setting nuances typical of areas affected by transcurrent shear zones that are present on the substrate of Terreno Alto Pajeú (TAP), regional geologic unit where is situated the study area. Other physical aspects of the area are the forms of soil management, especially in the margins of BR 101, whose terrains of the L/W adjacencies are occupied by extensive monoculture of sugarcane, with stretches susceptible to the formation of ravines and gullies, damming of river channels and degradation of riparian forests.

**Keywords:** Geomorphology. Itapororoca. Morphotectonics. Morphometric parameters.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Filogênese dos postulados das Teorias Geomorfológicas	22
Figura 2 – Principais padrões de drenagem	27
Figura 3 – Principais tipos de canais fluviais	28
Figura 4 – Diagrama de ordem de canais de rede tributária	29
Figura 5 – Plantação de cana-de-açúcar nas encostas do vale do Riacho Luís Dias	32
Figura 6 – Localização geográfica da área de estudo	35
Figura 7 – Localização da área de estudo entre os terrenos sedimentares e cristalinos	36
Figura 8 – Compartimentação tectono-estratigráfica da Paraíba	37
Figura 9 – Mapa geológico da área	39
Figura 10 – Formação de ravinas nas margens da BR 101	40
Figura 11 – Tipos de clima da Paraíba	41
Figura 12 – Mapa de reconhecimento dos solos da Folha Itapororoca (SB.25-Y-A-V-4-NO) 1:25.000	44
Figura 13 – Lavoura permanente de mamão no município de Mamanguape	45
Figura 14 – Aspectos da planície do Rio Mamanguape nas proximidades da zona urbana de Mamanguape	47
Figura 15 – Mapa das classes de capacidade de uso das terras	47
Figura 16 – Carta clinográfica da área de estudo	49
Figura 17 – Encostas em Rio Tinto e no vale do Riacho Luís Dias	49
Figura 18 – Modelo Digital do Terreno (MDT), com delimitação das principais unidades geomorfológicas da área	50
Figura 19 – Unidades taxonômicas de classificação do relevo	51
Figura 20 – Folha Itapororoca (SB.25-Y-A-V-4-NO) 1:25.000	52
Figura 21 – Esquema com o procedimento simples de confecção de perfis no <i>Excel</i>	53
Figura 22 – Perfil A – UTM 252000	54
Figura 23 – Perfil B – UTM 264000	556
Figura 24 – Perfil C – UTM 9249000	55
Figura 25 – Perfil D – UTM 9240000	57
Figura 26 – Carta hipsométrica	59
Figura 27 – Expressão matemática e procedimento de medida para encontrar o índice morfométrico RFAV	60
Figura 28 – Trechos com anomalias de 2ª ordem nos canais e parâmetros utilizados no cálculo do índice RDE	61

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 – Classificação anterior e atualizada dos solos

44

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Classes de declividade	48
Tabela 2 – Valores obtidos com o cálculo RFAV	60
Tabela 3 – Valores obtidos com o cálculo RDE	62

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Ae	Solos Aluviais Eutróficos
Aesa	Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba
AQd	Areias Quartzosas Distróficas
CPRM	Serviço Geológico do Brasil
EIA	Estudo de Impactos Ambientais
Embrapa	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ENb	Grupo Barreiras
Ki	Vulcânica Félsica Itapororoca
MDT	Modelo Digital do Terreno
Nyi	Granitóide de Quimismo Indiscriminado
ORTN	Obrigações Reajustáveis do Tesouro Nacional
PACd	Argissolo Acinzentado Distrófico
PAd	Argissolo Amarelo Distrófico
PE12	Podzólico Vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico
Pgm/py	Gnássico-Migmatito
PV3	Podzólico Vermelho Amarelo
Qa	Aluviões
Qe	Coberturas Elúvio-Colúviais
RDE	Razão Declividade/Extensão
RFAV	Razão Fundo/Altura do Vale
Rima	Relatório de Impactos ao Meio Ambiente
RQ	Neossolos Quartzarênicos
RY	Neossolos Flúvicos
Sectma	Secretaria de Estado da Ciência e Tecnologia e do Meio Ambiente
SiBCS	Sistema Brasileiro de Classificação de Solos
SIG	Sistema de Informações Geográficas
Spring	Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas
Sudene	Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste
TAP	Terreno Alto Pajeú
UTM	Universal Transversa de Mercator

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>16</b>
<b>1.1</b>	<b>Justificativa</b>	<b>17</b>
<b>1.2</b>	<b>Objetivos</b>	<b>18</b>
1.2.1	Objetivo geral	18
1.2.2	Objetivos específicos	18
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>19</b>
<b>2.1</b>	<b>Conceitos de paisagem</b>	<b>19</b>
<b>2.2</b>	<b>Interface entre Geomorfologia e Geografia</b>	<b>19</b>
<b>2.3</b>	<b>Geomorfologia: fundamentos e conceitos</b>	<b>21</b>
<b>2.4</b>	<b>Geomorfologia e geotecnologias</b>	<b>23</b>
<b>3</b>	<b>GEOMORFOLOGIA FLUVIAL</b>	<b>26</b>
<b>3.1</b>	<b>Padrões de drenagem</b>	<b>26</b>
<b>3.2</b>	<b>Tipos de canais</b>	<b>27</b>
<b>3.3</b>	<b>Hierarquias dos canais fluviais</b>	<b>28</b>
<b>4</b>	<b>GEOLOGIA: CONCEITOS BÁSICOS</b>	<b>30</b>
<b>5</b>	<b>PEDOLOGIA</b>	<b>31</b>
<b>6</b>	<b>DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA</b>	<b>33</b>
<b>6.1</b>	<b>Materiais e metodologia</b>	<b>33</b>
<b>6.2</b>	<b>Método</b>	<b>34</b>
<b>7</b>	<b>LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO</b>	<b>35</b>
<b>8</b>	<b>GEOLOGIA REGIONAL DA ÁREA DE ESTUDO</b>	<b>37</b>
<b>8.1</b>	<b>Geologia da área de estudo</b>	<b>38</b>
<b>9</b>	<b>CLIMA E VEGETAÇÃO</b>	<b>41</b>
<b>10</b>	<b>PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DO SOLO DA ÁREA</b>	<b>43</b>

<b>11</b>	<b>OCUPAÇÃO DA REGIÃO FRENTE À LEGISLAÇÃO AMBIENTAL</b>	<b>45</b>
<b>12</b>	<b>MORFOLOGIA E REDE DE DRENAGEM</b>	<b>48</b>
<b>12.1</b>	<b>Carta clinográfica</b>	<b>48</b>
<b>12.2</b>	<b>Modelo Digital do Terreno (MDT)</b>	<b>50</b>
<b>12.3</b>	<b>Carta topográfica</b>	<b>51</b>
<b>12.4</b>	<b>Análise dos perfis topográficos</b>	<b>53</b>
<b>12.5</b>	<b>Carta hipsométrica e rede de drenagem</b>	<b>58</b>
<b>12.6</b>	<b>Indícios de neotectônica</b>	<b>59</b>
<b>13</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>63</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>65</b>
	<b>ANEXO</b>	<b>71</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O planeta Terra possui uma geodinâmica que condiciona formas de relevo distintas que interagem por meio de processos externos e internos, também conhecidos como forças endógenas e exógenas. Segundo Penha (2007), tais processos dão origem e modelam diversas morfologias presentes na superfície do planeta, cuja história geológica já superou quatro bilhões de anos.

O presente trabalho dedica-se a caracterizar, a partir de premissas geomorfológicas e parâmetros morfométricos, as formas de relevo que configuram uma pequena massa continental compreendida pela carta topográfica de Itapororoca 1.25.000, região Nordeste do Brasil. Nessa região, Santos, Nutman e Brito Neves (2004) averiguaram que o relevo não ascende cotas altimétricas superiores a 200 metros, compreendendo uma porção situada na depressão sublitorânea do Estado da Paraíba, onde predominam superfícies colinosas classificadas como suaves onduladas, onduladas, com presença de tabuleiros e vales distintos, configurando um agregado de feições situadas numa porção limítrofe da faixa de dobramentos do ciclo Brasileiro.

O resultado obtido a partir dos parâmetros morfométricos permitiu a observação de uma morfologia típica de áreas afetadas por movimentação neotectônica do Quaternário, período em que foram definidas as principais características fisiográficas dos continentes, conforme Suguio (1998).

A região apresenta uma estrutura litosférica que demonstra estar condicionada por processos neotectônicos integrados aos fatores exógenos. Dessa forma, justifica-se a necessidade de uma análise detalhada do terreno, a partir da utilização de índices morfométricos e mapas temáticos, no intuito de fornecer dados que tenham por finalidade caracterizar a possível morfotectônica ocorrida na área e auxiliar no planejamento do espaço geográfico da região.

Outra característica da área são os trechos sobre forte atuação antrópica, os quais, atrelados aos agentes naturais, condicionam pontos de susceptibilidade ambiental nas cabeceiras de drenagem, nos corpos hídricos, nas encostas, com o surgimento de ravinas e cicatrizes, entre outros.

Nessa perspectiva, de acordo com Guerra e Guerra (1997), torna-se de grande relevância o estudo das formas de relevo e o conhecimento das bases litológicas, buscando no subsolo explicações que estejam correlacionadas aos agentes modeladores que atuam de maneira integrada dando origem às variadas feições morfológicas.

Para Suguio (2000), estudos que tenham por finalidade interpretar as relações existentes entre as feições fisiográficas e as estruturas neotectônicas de uma região podem ser denominados de morfotectônica. Sendo assim, balizada nessa premissa, a análise apresentada neste trabalho detalha as peculiaridades geomorfológicas e geológicas da área em questão, procurando informações que estejam atreladas às evidências tectônicas.

## 1.1 Justificativa

Estudar as formas do relevo tem enorme relevância para a sociedade, sob vários aspectos, quer sejam científicos, econômicos e/ou sociais. Nessa perspectiva, tem-se, no estudo das interações entre os processos formadores e modeladores do relevo a partir de cartas topográficas e estudos quantitativos e qualitativos, um meio eficaz e acessível pelo qual é possível interpretar as peculiaridades físicas de um terreno.

A matriz de elaboração dos produtos de análise do terreno apresentados nesta pesquisa foi a carta topográfica de Itaporoca (SB.25-Y-A-V-4-NO), desenvolvida pelo Serviço de Cartografia da Divisão de Recursos Naturais da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE, 1974), na escala de 1:25.000, com equidistância entre as curvas de nível de 10 m, disponível no Departamento de Geociência da Universidade Federal da Paraíba.

A digitalização da carta em formato JPEG permitiu sua importação para o *software* livre *DraftSight*, por meio do qual foi possível a vetorização das isolinhas, pontos cotados e traçado dos canais de drenagem. A exportação dos dados para o Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas (Spring), versão 5.1.7, permitiu a elaboração da carta hipsométrica, clinográfica e do Modelo Digital do Terreno (MDT).

Outra técnica empregada amparou-se nos cálculos morfométricos: Razão Declividade/Extensão (RDE) e Razão Fundo/Altura do Vale (RFAV). Christofletti (1980) informa que esses métodos consistem em técnicas utilizadas há algumas décadas nos estudos geomorfológicos e que, em função dos avanços tecnológicos, têm sido sucessivamente ampliados, representando método eficaz por meio do qual os processos morfogenéticos podem ser estudados mediante a confecção de modelos escalares que criem condições para a análise experimental.

Finalmente, a elaboração de perfis topográficos (latitudinais e longitudinais) do relevo, confeccionados no programa *Microsoft Office Excel 2007*, possibilitou análise do relevo sobre planos especiais, onde a associação aos outros elementos supracitados servirão de base para

futuras operações de planejamentos ambiental, territorial e projetos recuperação de áreas degradadas.

## **1.2 Objetivos**

### 1.2.1 Objetivo geral

Caracterizar, a partir de premissas geomorfológicas e análise qualitativa e quantitativa, o terreno que abrange a Folha Itapororoca 1:25.000, analisando como os elementos do meio físico da área – ou seja, morfologia, litologia, rede de drenagem – interagem dando origem a ambientes fisiográficos distintos.

### 1.2.2 Objetivos específicos

- Elaborar e confeccionar as cartas temáticas e modelos escalares que serão produtos de síntese do projeto.
- Analisar os aspectos do relevo correlacionando os terrenos sedimentares com a zona de domínio do afloramento cristalino.
- Caracterizar o arcabouço geológico do trecho, enfatizando as estruturas dominantes;
- Correlacionar a configuração da rede de drenagem regional e as feições geomorfológicas, a partir de mapas temáticos e cálculos morfométricos.
- Localizar pontos de susceptibilidade que representem riscos ambientais e áreas degradadas.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Indiscutivelmente, esta é uma etapa imprescindível para o desenvolvimento do trabalho, uma vez que a aproximação com as literaturas especializadas permite o aprofundamento do tema a partir de bases científicas de grande relevância para a elaboração da análise proposta.

### 2.1 Conceitos de paisagem

De acordo com o geógrafo francês Jean Tricart (1982), também especializado em Geomorfologia, o termo paisagem, em francês *paysage*, deriva do termo *pays* e possui uma forte conotação territorial, a qual também se expressa nos termos alemães *Landschaft* e *Land*, que denominam estados. Para Tricart (1982),

O conceito científico de paisagem abrange uma realidade que reflete as profundas relações, frequentemente não visíveis, entre seus elementos. A pesquisa dessas relações é um tema de investigação regida pelas regras de método científico. [...] Ao pesquisador, cabe estudar toda parte escondida para compreender a parte revelada.

Para Suguio (1998), a designação de paisagem é equivalente a Geossistema, este último também usado para definir princípios sistêmicos ou holísticos da Geografia Física (*Physical Geografy*), por meio dos quais se estudam os elementos componentes da natureza e suas inter-relações. Ainda segundo Suguio (1998), “Ao se tratar de um geossistema, não se deve restringir ao estudo da morfologia e compartimentação da paisagem, mas deve-se pesquisar também a sua estrutura funcional e dinâmica”.

### 2.2 Interface entre Geomorfologia e Geografia

Segundo Ab’Sáber (1958), os estudos envolvendo temas de natureza geomorfológica são relativamente recentes no Brasil, onde, há pouco mais de meio século, alguns estudiosos, em sua grande maioria ligados à Geografia, iniciaram os primeiros trabalhos sob forte influência das escolas anglo-saxônicas.

Sabe-se, também, que, buscar o entendimento dos eventos naturais dos lugares, sempre esteve no imaginário e no cotidiano do homem desde os tempos remotos, quando foi grande a influência das concepções filosóficas e religiosas, conforme informa Marques (2007)

e Moraes (1983), citando este último autor o pesquisador Karl Ritter, sistematizador da Geografia do século XIX, condicionado à perspectiva religiosa.

Recentemente, Oliveira (2010) defendeu tese com uma proposta de contribuir teórico-metodologicamente para o ensino da Geomorfologia. Em seu trabalho, a autora comenta o fato de que o ensino da Geomorfologia ainda pode ser considerado uma área pouco estudada, o que leva a se concordar que se torna imprescindível que haja um maior incentivo a trabalhos que se debrucem diretamente sobre essa questão.

Nesse sentido, é importante que o geomorfólogo se ampare e esquematize metodologias que viabilizem o raciocínio e o aprendizado, considerando, também, a perspectiva tecnológica, principalmente pelo fato de que, no caso do Brasil, o aparelhamento teórico tem ficado por conta dos departamentos de Geografia (experiência que se tem vivenciado). Nessa ótica, encontra-se, em um dos relevantes trabalhos da professora Suertegaray (2002), a seguinte reflexão:

Concebemos, portanto, o trabalho de campo de forma mais ampla, como um instrumento de análise geográfica que permite o reconhecimento do objeto e que, fazendo parte de um método de investigação, permite a inserção do pesquisador no movimento da sociedade como um todo. Esta visão não nega a possibilidade de uso de instrumentalização no campo e na pesquisa de forma ampla. Daí a necessidade de pensar o uso das novas tecnologias. Sem dúvida, não devemos descartá-las. Devemos utilizá-las a serviço de nossas escolhas. Muitas experiências já são praticadas com essa perspectiva. O que queremos dizer é que, sem pensar, corremos o risco de nos tornar, de sujeitos do processo, objetos do processo. Isto não é algo novo ou impossível. Neste momento de construção do mundo, a ciência torna-se suporte efetivo do processo produtivo, por consequência, seu interesse cada vez mais se torna privado.

Por essa razão, Souza (2007) aponta que, “no processo de ensino acadêmico desses conteúdos, verificam-se algumas dificuldades de aprendizagem comuns entre os graduandos de Geografia”, fato que conduz a uma reflexão ainda maior, sem querer, no entanto, elencar aqui tais dificuldades, considerando evidentemente as questões de tendência, metodologia e infraestrutura de cada centro de estudo e pesquisa onde os trabalhos são desenvolvidos.

Pelas mesmas razões, João José Bigarella, prefaciando Guerra e Cunha (2007), ressalta a importância de literaturas que objetivem preencher parte da lacuna que ainda existe de material didático destinado ao ensino da Geomorfologia. Nesse mesmo entendimento, Casseti (2005) destaca a importância de que seja fomentada uma maior discussão sobre os procedimentos que envolvem a pesquisa no ensino da Geomorfologia. Para este autor, a experiência acadêmica tem permitido a verificação da inconsistência quanto a alguns procedimentos utilizados por pesquisadores iniciantes, o que também leva a inferir sobre a

eminente necessidade do aparelhamento dos Centros Universitários, possibilitando aos discentes e docentes o esmero no estudo da Geomorfologia.

Vale, também, ressaltar as conexões existentes entre três ciências autônomas: a Geografia, a Geomorfologia e a Geologia, pois, é balizado em premissas desenvolvidas nestas ciências que este trabalho tem o intuito de apresentar resultados, sabendo que estas lidam, cada uma ao seu modo, com seus respectivos objetos de estudo, mas conservando características em comum, como bem coloca Marques (2007, p. 23): “Essa posição de independência é, entretanto, insuficiente para encobrir os profundos laços de origem que a ligam à Geografia e a Geologia”.

### 2.3 Geomorfologia: fundamentos e conceitos

Na segunda metade do século XIX, o ilustre cientista William M. Davis, geógrafo e geólogo, pai da Geografia americana, registrou no clássico *“The Geographical Cycle”* sua crença e convicção científica de que seu trabalho pretendia corroborar sobre diversos aspectos, para o benefício da humanidade no que tange o conhecimento acerca dos estudos geográficos mundiais. Em suas palavras, Davis (1899, p. 481) concluiu:

I believe that this great geographical enterprise is one of the most important that has ever been conceived. It will add largely to the sum of human knowledge, and, in many ways, will be of direct benefit to mankind. It is a beneficent work, a work which makes for peace and good fellowship among nations. It must rejoice the hearts of all geographers that the countrymen of Humboldt, of Ritter, of Kiepert, of Richthofen, and of Neumayer should combine with the countrymen of Banks, of Rennell, of Murchison, and of Sabine to achieve a grand scientific work which will redound to the honour of both nations.

Para Marques (2007, p. 31), com efeito, o ciclo geográfico apresentado brilhantemente por William M. Davis se constituiu em uma obra pioneira que foi capaz de explicar com clareza a gênese e os processos evolutivos do relevo terrestre e, por isso, é o principal nome a ser lembrado na história da Geomorfologia.

Segundo Klein (2012)<sup>1</sup>, adepto da teoria davisiana, a Geomorfologia possui três domínios: o da Geomorfologia Estrutural, o da Geomorfologia Climática e o da Geomorfologia Histórica, esta última trazendo consigo a roupagem da Geomorfologia Cíclica, na qual William M. Davis adquiriu lugar de destaque no avanço da disciplina.

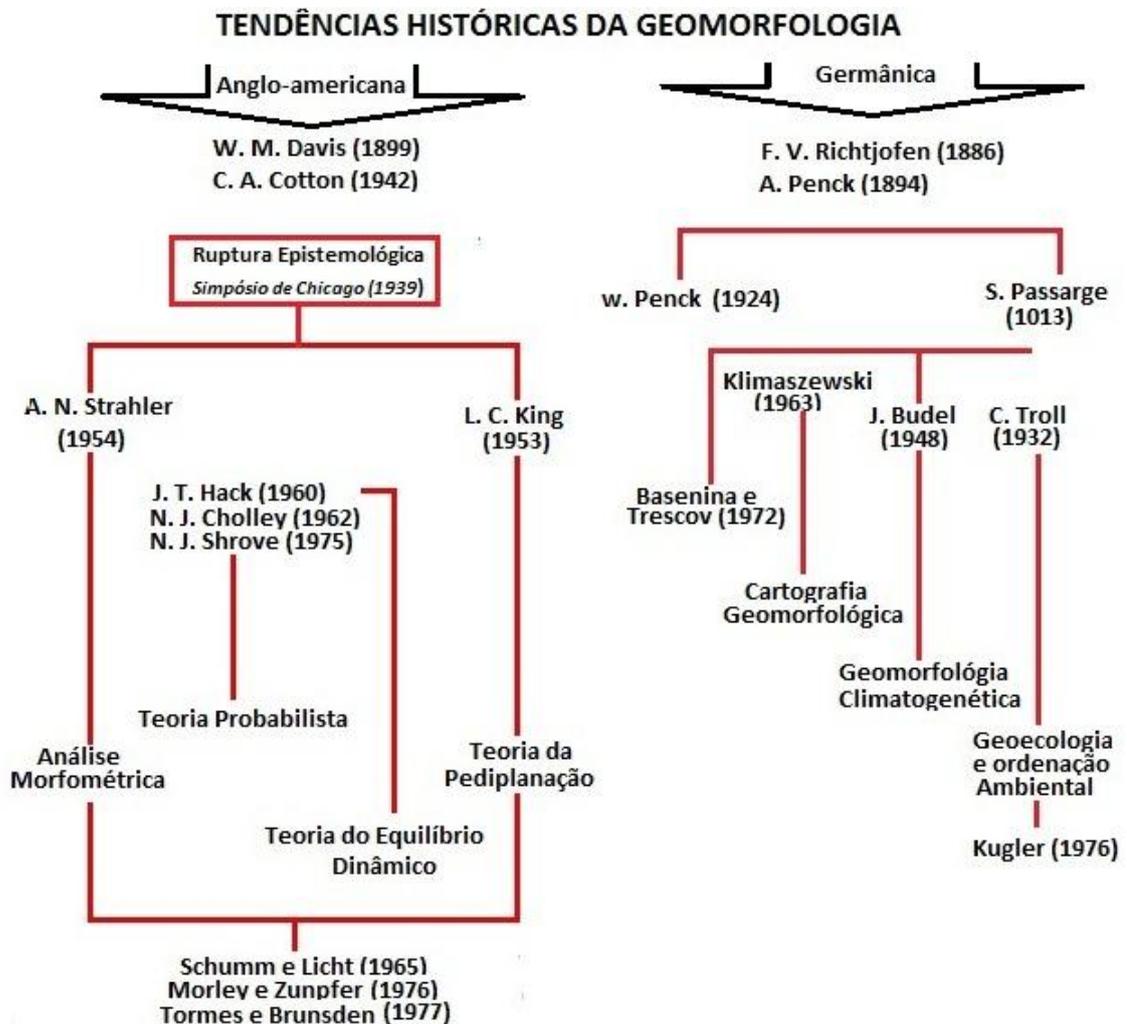
---

<sup>1</sup> Claude Klein (1924 – 2005), Professor Titular da Universidade de Paris-Sorbonne (Paris IV) em 1979. Partidário da teoria davisiana. Sua obra, ainda muito pouco lida no Brasil, é um convite a refletir sobre os diferentes modos e fatores interdependentes implicados na evolução e transformação do relevo das paisagens continentais (KLEIN, 2012, p. 58).

O termo Geomorfologia vem do grego *geo* + *morphê* + *logo*. Entende-se por Geomorfologia a ciência na qual as formas do relevo constituem o principal objeto de estudo. Como bem define Suguio (1998), é o “ramo das Geociências que, baseado na forma do terreno e nos aspectos geológicos, estuda os processos e produtos envolvidos no desenvolvimento de um relevo.”

Nessa mesma perspectiva, Christofolletti (1999) também entende a Geomorfologia como aquela que estuda as formas do relevo, bem com sua gênese, características morfológicas, bases litológicas e os processos modeladores e controladores.

**Figura 1 – Filogênese dos postulados das Teorias Geomorfológicas**



**Fonte:** Adaptado de Abreu (1983 apud CASSETI, 2005).

Para Ab’Sáber (1958, p. 5), a Geomorfologia tem uma história recente indiscutivelmente muitas vezes mais importante do que a sua história mais remota. Para esse intelectual, “essa ciência de contato entre a Geologia e a Geografia” encontrou um campo

propício para seu desenvolvimento demoradamente no ambiente científico brasileiro, ressaltando que suas principais bases conceituais e metodológicas são oriundas das Escolas do Hemisfério Norte. Ainda segundo Ab'Sáber (1958, p. 5):

Até certo ponto e bastante compreensível que a Geomorfologia só muito tardiamente tenha tido possibilidades de se enraizar no ambiente científico brasileiro. Tendo adquirido suas bases conceituais e metodológicas nos Estados Unidos, na França e na Alemanha, durante a segunda metade do século XIX, esse campo científico de contato entre a Geologia e a Geografia, por força das contingências habituais de nossa evolução cultural, apenas com um grande retardo pode encontrar campo propício para seu desenvolvimento e progresso.

Nesse período, muitos campos científicos foram sistematicamente definidos, entre os quais a Geomorfologia assumiu forma própria. A evolução dessa ciência pode ser observada sumariamente a partir da breve filogênese dos principais postulados que estruturam as teorias geomorfológicas, apresentada por Abreu (1983 apud CASSETI, 2005), conforme O termo Geomorfologia vem do grego *geo* + *morphê* + *logo*. Entende-se por Geomorfologia a ciência na qual as formas do relevo constituem o principal objeto de estudo. Como bem define Suguio (1998), é o “ramo das Geociências que, baseado na forma do terreno e nos aspectos geológicos, estuda os processos e produtos envolvidos no desenvolvimento de um relevo.”

Nessa mesma perspectiva, Christofolletti (1999) também entende a Geomorfologia como aquela que estuda as formas do relevo, bem com sua gênese, características morfológicas, bases litológicas e os processos modeladores e controladores.

Figura 1 na página anterior.

## 2.4 Geomorfologia e geotecnologias

Na atualidade, em virtude dos grandes avanços obtidos pela ciência, sobretudo a partir do período que marcou a Geopolítica mundial, compreendido pela Guerra Fria (1957 – 1975), inseriu-se inevitavelmente, no debate e nos estudos das áreas terrestres, o fator tecnológico, que, em muitos aspectos, tem revolucionado substancialmente a abordagem da análise científica.

Nesse aspecto, Xavier-da-Silva (2007) informa que a Geomorfologia não foge à regra, principalmente porque uma das mais importantes funções da pesquisa geomorfológica é a de gerar informações relevantes para o planejamento territorial. Para esse autor, em face aos

avanços advindos dos meios tecnológicos, a Geomorfologia vem se ajustando à moderna tecnologia advinda dos avanços da informática, uma vez que a aplicabilidade do geoprocessamento reveste-se, hoje, como ferramenta de fundamental importância para investigação e elaboração de mapeamentos geomorfológicos.

Segundo Christofolleti (2007), o conhecimento geomorfológico surge como instrumental utilizado e inserido na execução de diversas categorias setoriais de planejamento (uso do solo, rural e urbano; execução de obras de engenharia; ambiental; exploração de recursos minerais e recuperação das áreas degradadas; e classificação de terrenos). Nesse novo processo surgem as ferramentas de geoprocessamento, como um instrumento perspicaz para a investigação geomorfológica, permitindo análise setORIZADA e integrada da atuação dos processos geomorfológicos.

Para Marques (2007), no que tange à Geomorfologia, continuarão surgindo contribuições que ampliaram o nível do conhecimento atual, como vem ocorrendo ao longo da história. Para ele, na formação do geomorfólogo está havendo cada vez mais a necessidade do aprendizado da Física, Química, Matemática, Estatística e Geotecnologias, o que aumenta ainda mais a importância e especificidade dessa disciplina.

Todavia, é importante atentar cuidadosamente a essa nova perspectiva proporcionada pelos novos parâmetros advindos das Geotecnologias. De acordo com Coltrinari (2000), deve-se cuidar para não cair no engano de considerar novas ideias e métodos como solução definitiva, sem dominar os já existentes e conhecer seu alcance. Por esta razão, reforça-se o ideário de que, nas Geociências, a Geomorfologia tem indubitavelmente sua identidade própria e deve ser estudada considerando-se as particularidades das bases e conceitos que estruturam suas concepções científicas.

Partindo desses pressupostos, concorda-se com Suguio (2000), quando expõe que, independentemente da discussão apresentada por alguns autores, defendendo que a Geomorfologia é um ramo da Geografia Física ou da Geologia, ou mesmo sobre suas subdivisões, não há dúvida de que ela é de grande relevância para ramos científicos que contemplam seu objeto de estudo, ou seja, o estudo dos processos e produtos envolvidos no desenvolvimento do relevo.

Para Argento (2007), os estudos de caráter geomorfológico são importantes, pois servem de base para a compreensão de estruturas espaciais. Segundo o autor, os projetos que utilizam metodologia de Estudos de Impactos Ambientais (EIAs) e Relatórios de Impacto sobre o Meio Ambiente (Rimas), comumente estão balizados em fundamentos geomorfológicos e geológicos devidamente amparados em Sistemas de Informações

Geográficas (SIGs), uma vez que tais conhecimentos e procedimentos possibilitam mapeamentos imprescindíveis para o planejamento das áreas.

Nessa perspectiva, Christofolletti (2007) conclui que a aplicação dos conhecimentos geomorfológicos é de grande relevância na atualidade, pois se insere no diagnóstico das condições ambientais contribuindo para orientar a alocação e o assentamento das atividades humanas.

Dessa forma, estudar as interações entre os processos formadores do relevo a partir de cartas topográficas e estudos quantitativos e qualitativos visando compreender como a litosfera pode sofrer alterações de natureza tectônica, erosiva ou de acumulação, representa um meio eficaz e indispensável, por meio do qual é possível interpretar as formas de um terreno.

Para Christofolletti (1980), o emprego de métodos quantitativos em Geomorfologia é antigo e vem sendo sucessivamente ampliado e melhorado. Segundo ele, os processos morfogenéticos não são estudados somente em função das observações de campo, mas, também, pela confecção em modelos escalares, criando condições para a experimentação.

Sendo assim, conforme Guerra e Guerra (1997), é importante saber que, ao se estudarem as formas de relevo, é imprescindível que se busque no subsolo explicações que possam ser correlacionadas aos fatores externos que interagem dando origem às variadas feições morfológicas.

### 3 GEOMORFOLOGIA FLUVIAL

Um importante aspecto físico do relevo diz respeito à compreensão do sistema hidrográfico. Para Argento (2007), a Geomorfologia Fluvial engloba o estudo dos cursos d'água das bacias hidrográficas. Enquanto o primeiro se detém nos processos fluviais e nas formas resultantes do escoamento das águas, o segundo considera as principais características das bacias hidrográficas que condicionam o regime hidrológico.

Segundo Christofolletti (1980), o estudo de uma rede de drenagem fluvial é de grande relevância, uma vez que, pela análise do traçado dos rios e vales, bem como da morfologia do relevo de uma bacia, é possível aclarar inúmeras questões de natureza geomorfológica. Nessa perspectiva, a Geomorfologia fluvial interessa-se pelo estudo dos processos e das formas relacionadas com o escoamento dos canais, pois os acontecimentos que ocorrem na bacia de drenagem repercutem direta ou indiretamente nos cursos d'água.

As principais partes de uma bacia de drenagem são os cursos d'água ou canais fluviais (Figura 2). De acordo com Riccomini et. al. (2009), a drenagem de uma bacia é composta por afluentes, subafluentes e eventuais lagos que drenam para um rio principal, formando um sistema propício ao transporte de matéria e de desgastes das bases litológicas.

Dessa forma, Botelho e Silva (2004) entendem que estudar uma bacia hidrográfica torna-se relevante pelo fato de ser um espaço de gestão, onde são geradas informações que auxiliam no planejamento territorial do espaço geográfico. Guerra e Guerra (1997) complementam que a análise do traçado das drenagens fluviais em cartas topográficas pode revelar, em parte, a estrutura e natureza das rochas, bem como a própria tectônica.

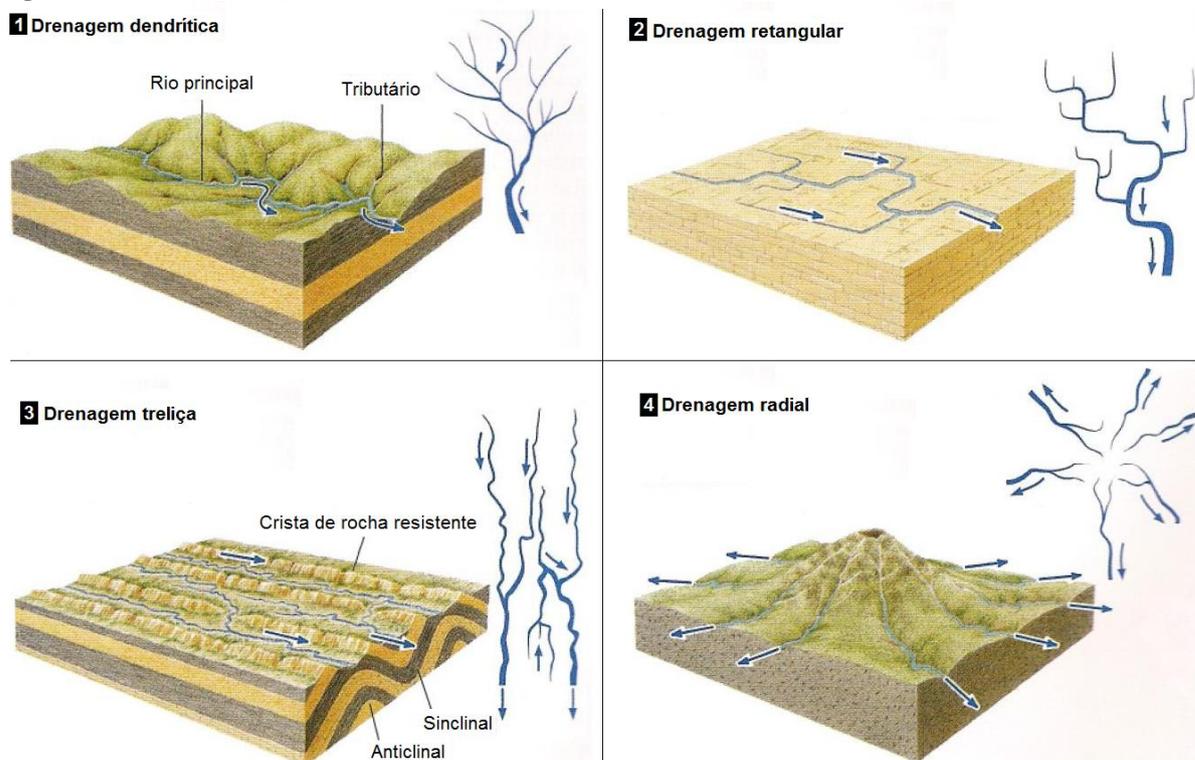
#### 3.1 Padrões de drenagem

Uma área composta por um conjunto de canais interligados configura uma rede de drenagem. O padrão de drenagem observado a partir da geometria dos canais possui alguns tipos básicos: dendrítico, retangular, treliça, radial (Figura 2), entre outros.

De acordo com Argento (2007) e Riccomini et al. (2009), a drenagem dendrítica possui um padrão que se assemelha aos galhos de uma árvore. Esse padrão é mais comum em rochas estratificadas horizontais ou, ainda, que apresentem resistência uniforme. A drenagem retangular apresenta condicionantes estruturais e tectônicos que dão origem a arranjos de canais com ângulos aproximadamente retos. No padrão em treliça, a drenagem também exhibe

um padrão retangular, todavia, com tributários paralelos entre si, comuns de áreas com substratos compostos por rochas mais ou menos resistentes.

**Figura 2 – Principais padrões de drenagem**



**Fonte:** Adaptado de Press et al. (2006).

### 3.2 Tipos de canais

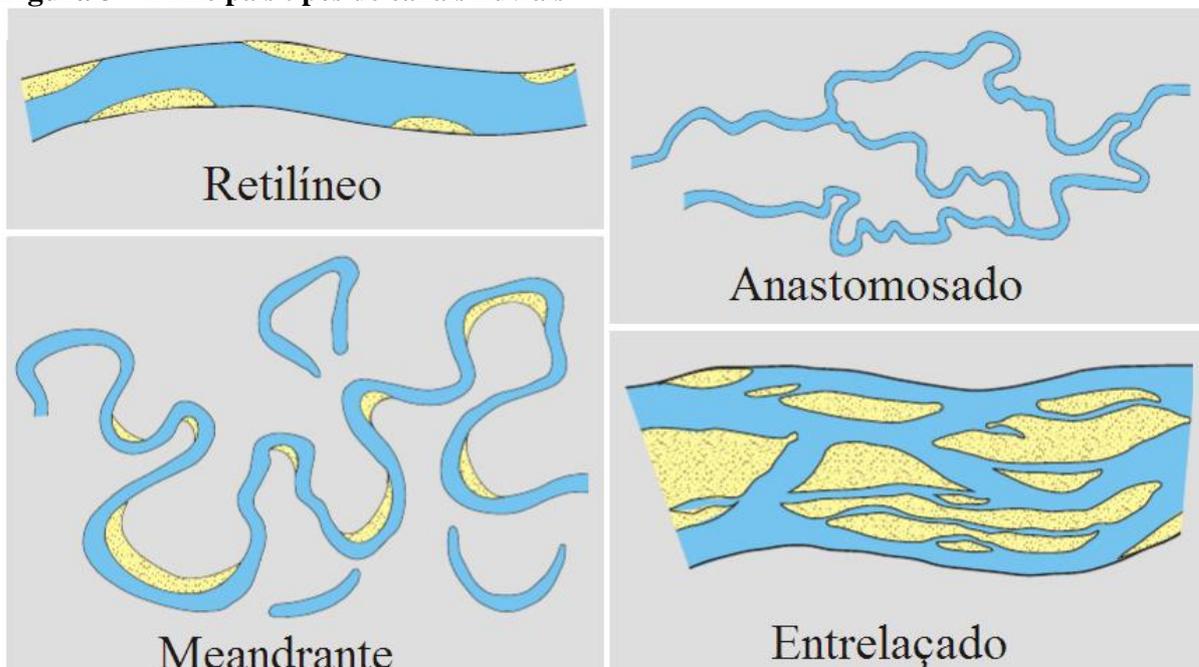
Segundo Riccomini et al. (2009), existe quatro tipos básicos de canais fluviais: retilíneo, meandrante, entrelaçado e anastomosado (Figura 3). Esses padrões podem ser caracterizados por parâmetros que avaliem a sinuosidade, grau de entrelaçamento e relação entre largura e profundidade, utilizando-se índices morfométricos.

Os canais retilíneos são geralmente curtos, com exceção dos cursos controlados por falhas ou fraturas tectônicas. Outro condicionante para a ocorrência dos canais retos é a presença de um leito rochoso homogêneo. Os canais anastomosados apresentam diversas ramificações de canais que se subdividem e se reencontram.

Os canais meandrantés formam curvas sinuosas ou acentuadas em sua planície aluvial, que mudam de traçado devido às variações de maior ou menor energia fluvial no canal. Os canais anastomosados apresentam grande volume de carga de fundo, que, associado às

flutuações das descargas, dão origem a ramificações que se dividem e se reecontram, formando barras arenosas.

**Figura 3 – Principais tipos de canais fluviais**



Fonte: Adaptado de Miall, A. D. (1977 apud RICCOMINI et al., 2009).

De acordo com Christofolletti (1980), a classificação da drenagem de uma bacia pode ser assim definida:

- a) **Exorreica:** escoamento contínuo em direção ao mar (desembocadura do rio principal diretamente no nível marinho).
- b) **Endorreica:** drenagem restrita áreas continentais, desembocando ou se dissipando em lagos, desertos ou sistemas cársticos.
- c) **Arreica:** típica de áreas desérticas onde não há possibilidade de estruturação de canais e bacias hidrográficas.
- d) **Criptorreica:** constituem bacias subterrâneas, das áreas cársticas, onde surgem rios subaéreos.

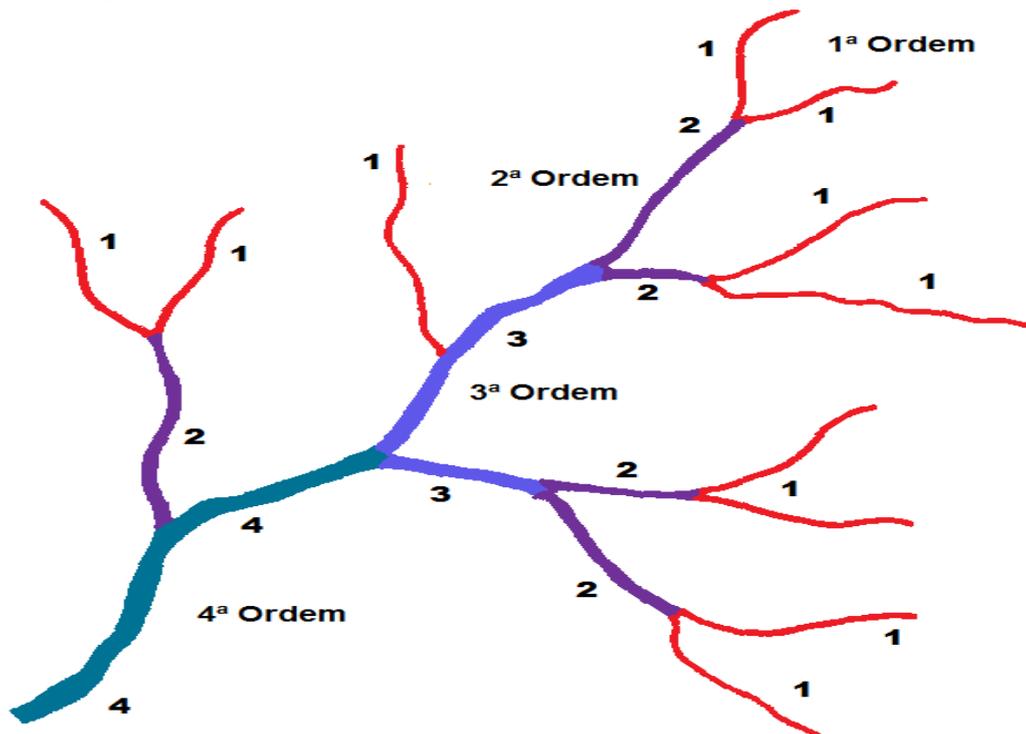
### 3.3 Hierarquias dos canais fluviais

Outra descrição de fluxos de drenagem fluvial pode ser analisada na estrutura de uma rede afluenta dentro de um sistema típico de uma bacia. Um sistema de rio pode ter qualquer

número de ramificações, mas sempre começa numa fase tributária de primeira ordem (nascentes). Os canais relacionados com a primeira ordem situam-se nos pontos mais altos da rede de drenagem. Consequentemente, as zonas que confinam os canais de quarta ordem estão situadas (na maiorias dos casos) em trechos de menor altitude na rede de drenagem de baixas altitudes, onde, às vezes, se formam várzeas.

Para Strahler (1952 apud CHRISTOFOLETTI, 1980), são considerados canais de primeira ordem aqueles menores sem tributários; já os de segunda ordem surgem da confluência exclusiva de dois canais de primeira ordem; os de terceira ordem são aqueles que recebem junção de dois canais de segunda, podendo abranger, também, de primeira ordem; os de quarta ordem devem receber confluência de dois de terceira e contempla, também, canais de ordem inferiores. E assim sucessivamente, conforme exemplifica a Figura 4.

**Figura 4 – Diagrama de ordem de canais de rede tributária**



Fonte: Adaptado de Roach (2012).

## 4 GEOLOGIA: CONCEITOS BÁSICOS

A Geologia representa um ramo das Geociências de importância indiscutível dentro dos trabalhos que se dedicam em analisar a dinâmica da superfície terrestre, uma vez que sua especialidade está firmada nos estudos das rochas que compõem a estrutura terrestre e as transformações sofridas por elas no tempo geológico.

De acordo com o Dicionário de Geologia Sedimentar (SUGUIO, 1998), existem pouco mais de duas dezenas de especialidades dentro da Geologia, fato que demonstra o quanto é abrangente e heterogêneo esse campo científico. Entre as várias definições dos campos de pesquisa dentro da Geologia, destacam-se, na presente pesquisa:

- **Geologia Ambiental:** aplicada na mitigação de problemas ambientais, que, muitas vezes, são provocados pela atuação antrópica no meio físico. Este ramo tem sido usado atualmente para designar o que tradicionalmente ficou conhecido como Geologia Aplicada.
- **Geologia de Engenharia:** empregada na Engenharia Civil visando auxiliar na tomada de decisão quanto a problemas que possam estar atrelados a condicionantes geológicos que representem algum tipo de interferência à operação e manutenção de obras.
- **Geologia Estrutural:** estuda a heterogeneidade das formas e a ocorrência das rochas na crosta terrestre a partir da análise dos processos e atuantes na deformação das mesmas.
- **Geologia do Quaternário:** dedica-se aos estudos geológicos do Pleistoceno e do Holoceno. Neste ramo, a Geomorfologia, as flutuações paleoclimáticas ocorridas do período geológico recente e a presença marcante do homem ganham maior relevância.
- **Geologia Regional:** visa detalhar a distribuição espacial e temporal do arcabouço estratigráfico, feições estruturais internas e externas de terrenos extensos.

## 5 PEDOLOGIA

De acordo com Suguio (1998), entende-se por pedologia o ramo das Geociências que se dedica ao estudo dos solos que compõem a camada mais superficial da crosta da Terra. Os solos são formados pela associação de substâncias inorgânicas e orgânicas, onde o intemperismo representa o principal agente atuante sobre diferentes tipos de rochas ígneas, metamórficas e sedimentares, constituindo distintas texturas e estruturas.

De acordo com o Manual Técnico de Pedologia (IBGE, 2007) a definição que melhor se adéqua à proposta de um levantamento pedológico define o solo como agrupamento de componentes naturais, “na superfície da terra, eventualmente modificado ou mesmo construído pelo homem, contendo matéria orgânica viva e servindo ou sendo capaz de servir à sustentação de plantas ao ar livre”.

Segundo a definição apresentada no manual supracitado, o solo pode ser compreendido como um material constituído pela interação entre o clima, organismos, material originário (rocha matriz) e relevo, através do tempo.

Os levantamentos de solos são imprescindíveis para planejamento e execução de projetos que visem uso, ocupação e preservação, uma vez que, a partir do conhecimento desse recurso fundamental ao desenvolvimento de espécies animais e vegetais, podem-se viabilizar projetos de irrigação, drenagem e represamentos, potencial agrícola e, entre tantos outros, auxiliar ainda nos Estudos de Impactos Ambientais (EIAs) e Relatórios de Impactos ao Meio Ambiente (Rimas), possibilitando um conhecimento de grande importância aos estudos dentro da esfera das Geociências.

Outro aspecto importante dos solos, que merece ser observado, diz respeito às propriedades físicas que favorecem os processos de erodibilidade, as quais, atreladas a outros fatores, definem as áreas com maior e/ou menor vulnerabilidade.

Para Guerra e Guerra (2007), além do conhecimento da textura na erodibilidade dos solos, as taxas de areia, silte e argila devem ser consideradas em conjunto com outras propriedades, porque a associação dessas frações inorgânicas é afetada por outros elementos, de origem orgânica. Nessa perspectiva, Guerra e Guerra (2007, p. 161) comentam:

Os fatores relacionados à cobertura vegetal podem influenciar os processos erosivos de várias maneiras: através dos efeitos espaciais da cobertura vegetal, dos efeitos na energia cinética da chuva, [...] formação de húmus, que afeta a estabilidade e teor de agregados. [...] escoamento superficial e na perda de solo [...].

**Figura 5 – Plantação de cana-de-açúcar nas encostas do vale do Riacho Luís Dias**



**Nota:** Observar que há ocorrência de vegetação apenas nas margens do trecho represado e a formação de uma cicatriz erosiva num corte feito na encosta do vale.

**Fonte:** Elaboração própria (2013).

Dessa forma, a vegetação age no solo reduzindo a ocorrência do *runoff* e da erosão, pois a cobertura vegetal, inclusive serapilheira, forma uma camada que intercepta as gotas de chuva, reduzindo o rastejo dos grãos. Além disso, áreas de encostas sem cobertura vegetal (Figura 5) apresentam índices de infiltração inferiores àquelas com cobertura vegetal preservada. De acordo com Guerra e Guerra (2007), os valores são de 60 e 174 mm/h para 138 e 894 mm/h, respectivamente.

## 6 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

### 6.1 Materiais e metodologia

A matriz de elaboração dos produtos de análise da área apresentados nesta pesquisa foi a carta topográfica de Itaporoca (SB.25-Y-A-V-4-NO), desenvolvida pelo Serviço de Cartografia da Divisão de Recursos Naturais da Sudene (1974), na escala de 1:25.000, com equidistância entre as curvas de nível de 10 m.

Um procedimento imprescindível à proposta metodológica e desenvolvimento do trabalho foi a digitalização da carta em formato JPEG, o que permitiu sua importação para o *software* livre *DraftSight*, por meio do qual foi possível a vetorização das isolinhas, pontos cotados e traçado dos canais de drenagem. A exportação dos dados para o Spring 5.1.7 permitiu a elaboração da carta hipsométrica, clinográfica e Modelo Digital do Terreno (MDT).

Outra técnica empregada amparou-se nos cálculos morfométricos: Razão Declividade/Extensão (RDE) e Razão Fundo/Altura do Vale (RFAV). Estes métodos consistem de técnicas utilizadas há algumas décadas nos estudos geomorfológicos e que, em função dos avanços tecnológicos, têm sido sucessivamente ampliados, representando método eficaz, pelo qual os processos morfogenéticos podem ser estudados com a confecção de modelos escalares que criem condições para a análise experimental (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Outros elementos fundamentais empregados na pesquisa e confecção de mapeamentos da análise da área foram:

- Consulta do mapa geológico do Estado da Paraíba, na escala 1:100.000.
- Consulta do levantamento exploratório dos solos do Estado da Paraíba, disponibilizado por ela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (BRASIL, 1972), na escala 1:500.000.
- Consulta ao mapa de classes de capacidade de uso das terras, escala 1:200.000, disponibilizado pela Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (Aesa), em conjunto com a Secretaria de Estado da Ciência e Tecnologia e do Meio Ambiente (Sectma), procedimento que possibilitou uma visão, em plano cartográfico, das principais características dos solos da região.

- Confecção de perfis topográficos (longitudinal e latitudinal) sobre algumas das coordenadas Universal Transversa de Mercator (UTM) específicas da carta topográfica, em zonas particulares onde o plano morfológico se mostrou bastante distinto, com auxílio dos programas Excel e CorelDRAW.
- Visitas de campo e registros iconográficos em alguns trechos da área de estudo.

## 6.2 Método

Para Gil (2008), o objetivo fundamental da ciência é chegar à veracidade dos fatos. Tal característica faz da pesquisa e do conhecimento científico um meio distinto das demais formas de conhecimento, por buscar, por meio do emprego de métodos e bases lógicas de investigação, esclarecer fatos da natureza e da sociedade.

Ainda segundo o autor supracitado, a utilização do método, “possibilita ao pesquisador decidir acerca do alcance de sua investigação, das regras de explicação dos fatos e da validade de suas generalizações”.

Para esta pesquisa, em particular, o método utilizado foi o dedutivo, proposto pelos racionalistas (Descartes, Spinoza e Leibniz). De acordo com a definição clássica, o método dedutivo parte do geral, indo, em seguida, para o particular, partindo de princípios reconhecidos como verdadeiros e indiscutíveis, possibilitando, assim, chegar a conclusões em virtude de razões de suas lógicas.

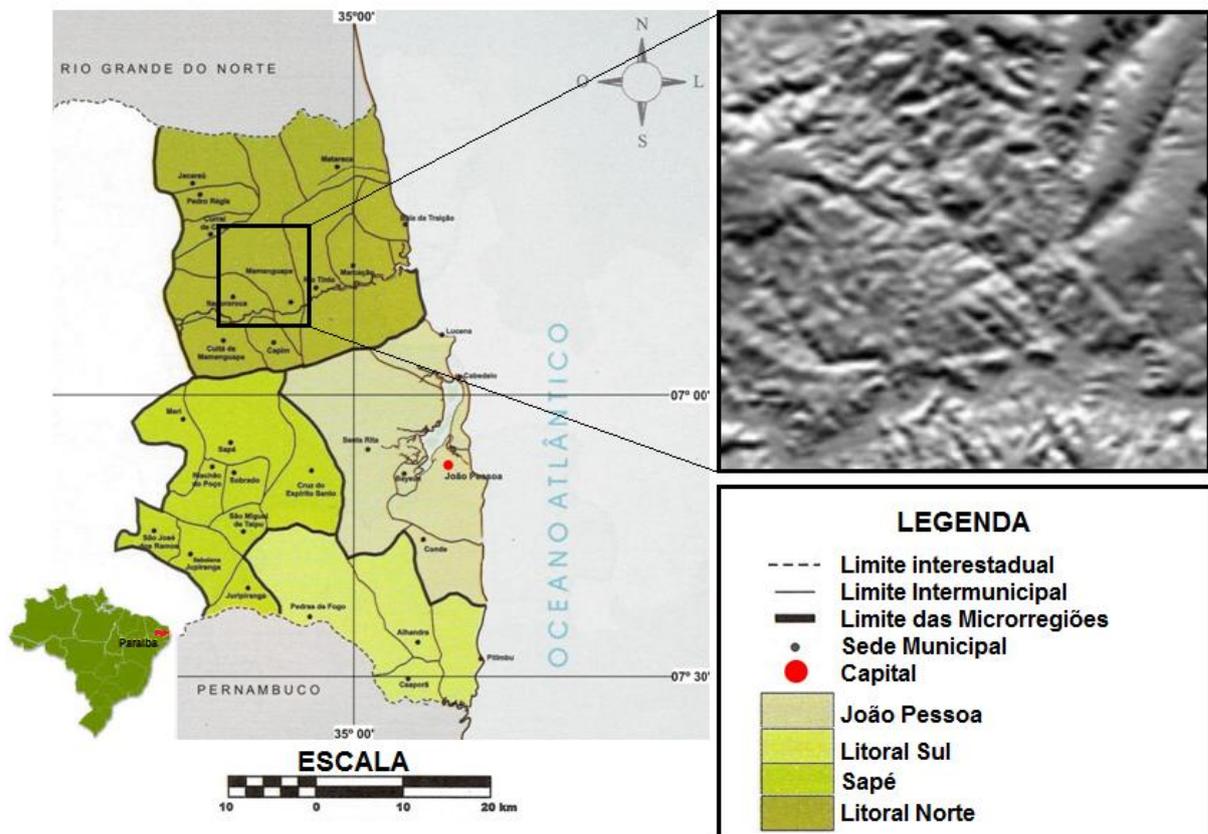
Nessa perspectiva, a adoção do método visou à organização e a sistematização das atividades a serem desenvolvidas no trabalho em etapas rigorosas, conforme proposta de Libault (1971), que define a pesquisa geográfica, em quatro níveis:

- a) Nível compilatório:** coleta e compilação de dados pertinentes à pesquisa.
- b) Nível correlatório:** etapa de comparações das informações, visando estabelecer correlações significativas ao desenvolvimento do trabalho.
- c) Nível semântico:** etapa onde as verificações anteriores passam por um processo de transformação que favorecem a tomada de decisões lógicas.
- d) Nível normativo:** quando os resultados são demonstrados em forma de modelos da realidade, de planejamento, caracterização ambiental, entre outros.

## 7 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A carta topográfica de Itapororoca está situada na porção oriental do Estado da Paraíba, Região Nordeste do Brasil. Seus limites estão definidos pelos paralelos:  $6^{\circ} 45' 00''$  ao norte; e  $6^{\circ} 52' 30''$  ao sul. Já os meridianos são delimitados ao oeste pela coordenada  $35^{\circ} 00' 00''$  e ao Leste por  $34^{\circ} 52' 30''$ , contemplando porções dos municípios de Rio Tinto, Mamanguape, Itapororoca, Cuité de Mamanguape, Capim e Curral de Cima, todos integrados à Microrregião do Litoral Norte Paraibano (Figura 6).

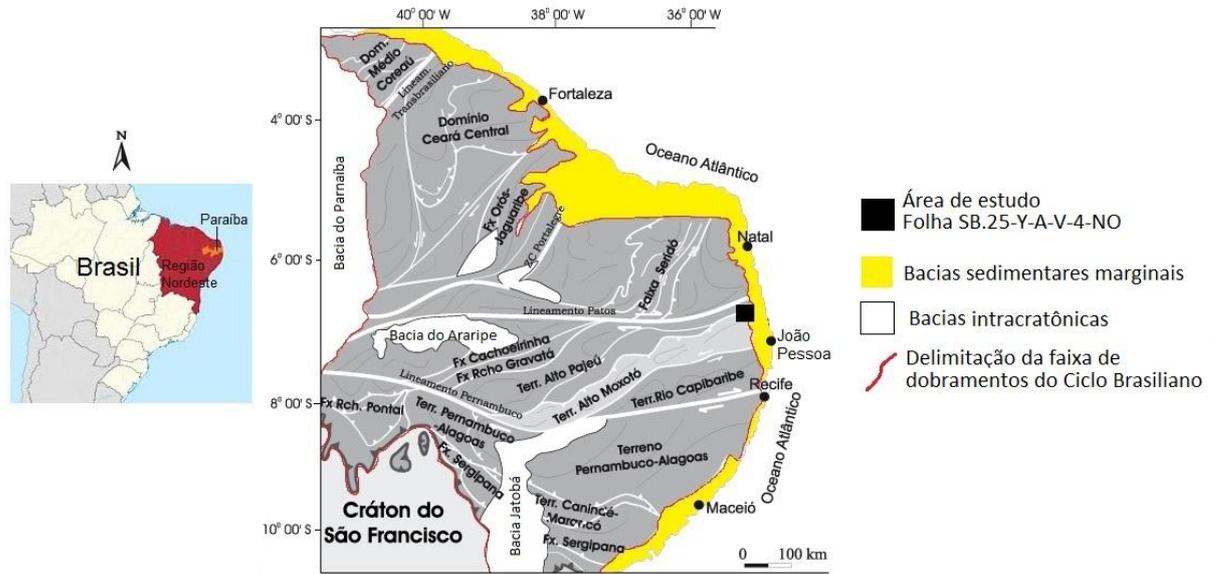
**Figura 6 – Localização geográfica da área de estudo**



Fonte: Elaboração própria (2013).

A área corresponde a uma porção de terras baixas na zona limítrofe entre os terrenos sedimentares e o afloramento do embasamento cristalino comuns à faixa litorânea e sublitorânea oriental do Brasil, onde podem ser encontradas áreas cristalinas do Pré-Cambriano, situadas entre as grandes bacias sedimentares intracratônicas (Figura 7), cujos terrenos apresentam peneplanos, basculamentos e eventuais depressões tectônicas, que Ab'Sáber (1964) definiu como relevos policíclicos.

**Figura 7 – Localização da área de estudo entre os terrenos sedimentares e cristalinos**



**Fonte:** Adaptado de Santos, Nutman e Brito Neves (2004).

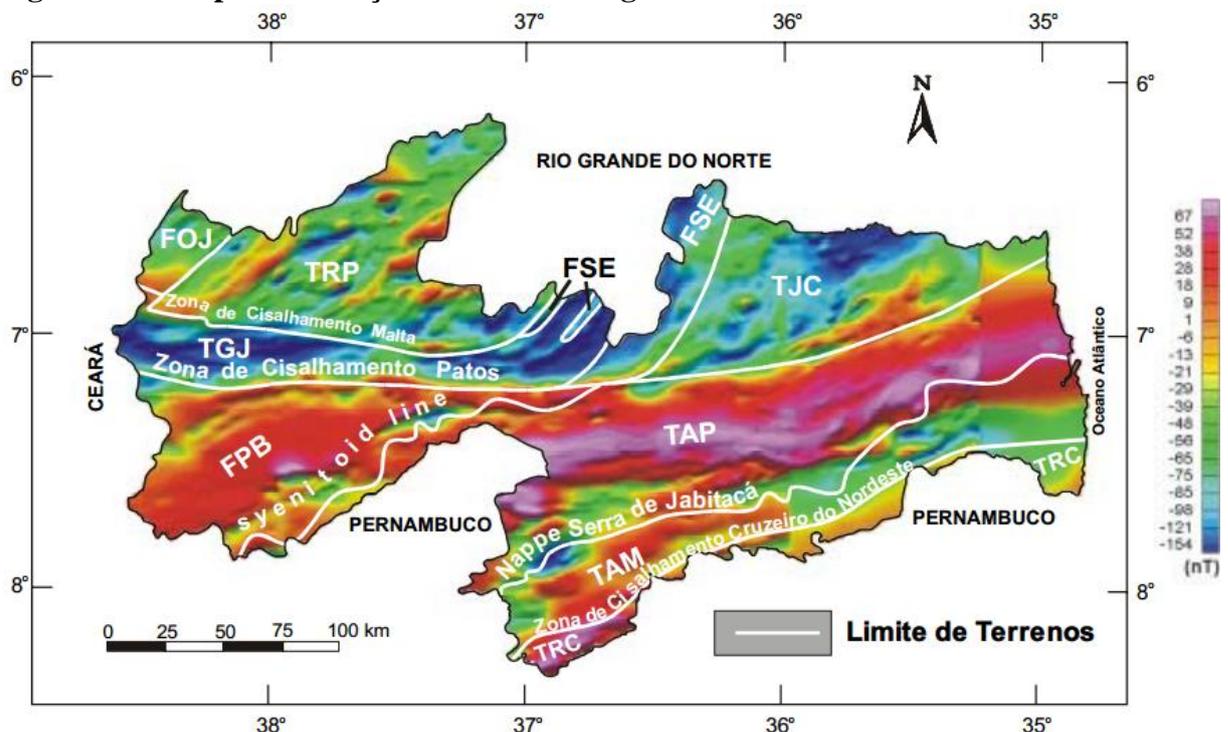
## 8 GEOLOGIA REGIONAL DA ÁREA DE ESTUDO

De acordo com Brasil (2002), o arcabouço geológico da Paraíba é constituído predominantemente por “rochas pré-cambrianas, que abrangem cerca 80% do seu território, sendo complementado por bacias sedimentares, rochas vulcânicas cretáceas, coberturas plataformais paleógenas/neógenas e formações superficiais quaternárias”.

Para Almeida et al. (1977 apud BRASIL, 2002), a área pré-cambriana corresponde a partes da Província Borborema, um cinturão orogênico meso/neoproterozóico que contempla partes da Região Nordeste, indo de Sergipe até a porção oriental do Piauí.

Na Paraíba são reconhecidos diversos segmentos dos domínios (subprovíncias, superterrenos): Cearenses, Rio Grande do Norte e Transversal (BRASIL, 2002). Uma das feições geológicas mais marcantes da compartimentação crustal do território paraibano é o Lineamento Patos, apresentado como um extenso bloco de embasamento fortemente retrabalhado no ciclo Brasileiro-Panafricano, cujos detalhes morfoestruturais são detalhados em estudos de Brito Neves et al. (1995, 2001), Santos et al. (2004), entre outros. O Lineamento Patos praticamente divide o Estado da Paraíba em dois superterrenos (Figura 8).

**Figura 8 – Compartimentação tectono-estratigráfica da Paraíba**



Fonte: Brasil (2002).

A Província Borborema representa o extremo nordeste da Plataforma Sul-americana, caracterizado por atividade tectônica intensa ao final do Proterozóico, consequência da colisão continental envolvendo os crátons São Luís-Oeste África e São Francisco-Congo. A colisão, correspondendo ao ciclo Brasileiro-Pan-Africano, completou-se, no caso da Província Borborema, por volta de 600-550 Ma (BRITO NEVES et al., 2001).

### 8.1 Geologia da área de estudo

A região estudada é parte integrante de um arcabouço litoestratigráfico situado entre os Lineamentos Patos e Pernambuco, na megaestrutura da Zona Transversal, mais precisamente no Terreno Alto Pajeú (TAP), cuja estrutura é composta por unidades gnáissicas paleoproterozóicas, metavulcanossedimentares e metaplutônicas e granitóides, que estão arrançadas entre zonas de cisalhamento transcorrentes associadas ao evento Brasileiro (SANTOS; NUTMAN; BRITO NEVES, 2004).

Para Hasui e Ponçano (1978) e Asmus e Ponte (1973), o TAP foi afetado por movimentações no Cenozóico, que, de acordo com Brito Neves et al. (2004), reativou antigas linhas de falhas do Proterozóico. Segundo Brasil (2002), o Terreno do Alto Pajeú possui de médio a alto grau de metamorfismo do tipo metagrauvascas, com diversas intercalações de rochas vulcânicas, ortognaisses diversos de natureza granítica e granodiorítica. De acordo com Brito Neves et al. (2001), no TAP são encontradas zonas de cisalhamento na porção sul do Lineamento Patos.

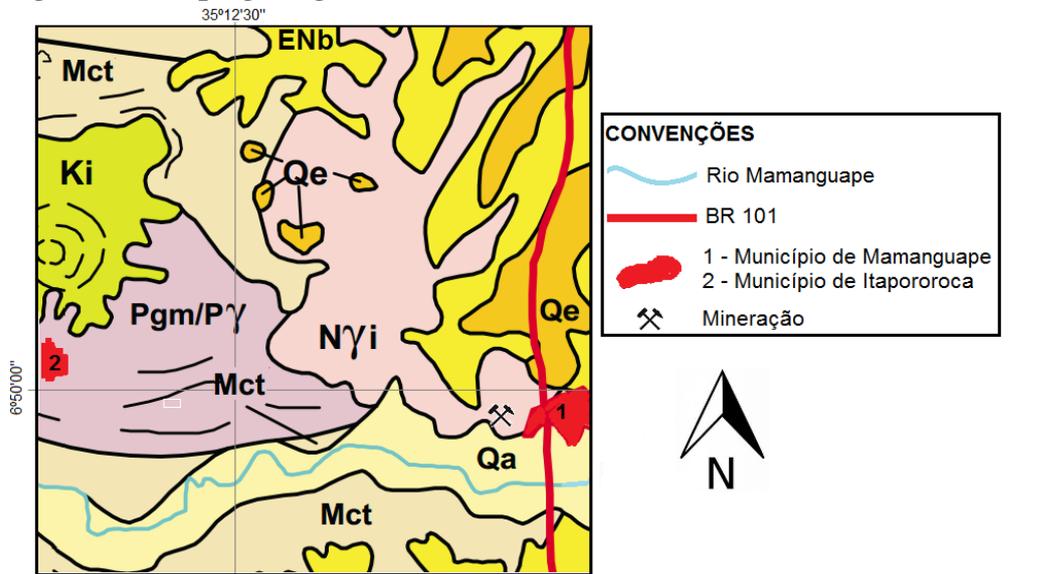
De acordo com o Mapa Geológico da Paraíba (Figura 9), verificou-se uma litologia que congrega rochas do tipo: Granitóide de quimismo indiscriminado (Nγi); Gnássico-Migmatito (Pgm/γγ – retrabalhados no Meso e Neoproterozóico); Vulcânica Félsica Itapororoca (Ki – sem dados geocronológicos, sendo atribuída uma idade Cretácea por correlação com o vulcanismo da Bacia do Cabo); coberturas elúvio-colúviais (Qe), aluviões (Qa – representados pelos aluviões do Rio Mamanguape); e o Grupo Barreiras (ENb – apresentando estratificações tabulares/planares de forte ângulo).

Nessa perspectiva, torna-se relevante entender o relevo a partir das alterações geradas por tensões de natureza neotectônica. Para Maia e Bezerra (2011), numa abordagem geomorfológica que objetive analisar processos morfogenéticos e morfoevolutivos, é de suma importância que se considerem os aspectos da neotectônica.

A situação geológica da região também foi detalhada por Brito Neves et al. (2008), o que possibilitou elucidar questões de natureza geológicas e geofísicas presentes na área, uma

vez que os autores expuseram uma análise da Folha Guarabira 1:100.000, terreno que comporta a Folha Itapororoca 1:25.000.

**Figura 9 – Mapa geológico da área**



### UNIDADES GEOLÓGICAS

#### CENOZÓICO - QUATERNÁRIO

**Qa** Aluviões e sedimentos de praia.

**Qe** Coberturas elúvio-colúviais.

#### PALEÓGENO/NEÓGENO

**ENb** **Grupo Barreiras:** Arenito pouco consolidado, às vezes conglomerático, com níveis de argilas variegadas, siltito e laterito.

#### MESOZÓICO - CRETÁCEO

**Ki** **Rocha Vulcânica Félsica Itapororoca (Ki?).**

#### PALEOPROTEROZÓICO

**Pgm/Pγ** **Complexo Gnáissico-Migmatítico:** Ortognaisse de composição granítica a tonalítica, incluindo fácies monzonítica, monzodiorítica e diorítica, e migmatito com mesossoma gnáissico e leucossoma granítico e pegmatítico, além de calcissilicática (cs).

#### MESOPROTEROZÓICO

**Mct** **Complexo São Caetano:** Muscovita-biotita gnaisse às vezes granadífero, biotita gnaisse, muscovita xisto, incluindo calcário cristalino, quartzito, e metavulcanoclástica.

#### PROTEROZÓICO - NEOPROTEROZÓICO

**Nγi** **Granitóide de quimismo indiscriminado:** Biotita granito, monzogranito, sienito, quartzo monzonito, metagranito, granito porfiróide e microporfirítico.

**Fonte:** Adaptado de CPRM (2002).

Em conformidade com as análises de Brito Neves et al. (2008), observou-se que, na região, ocorrem inúmeros realces de reativações tardias influenciadas pelo Lineamento Patos e, ainda, a falha normal que alinha o baixo curso do Rio Mamanguape.

Já no baixo curso do Rio Mamanguape, de acordo com Nóbrega, Souza e Furrier (2011), é encontrado o compartimento litosférico regional, que confina o gráben do Rio Mamanguape, cujos processos formadores foram detalhados por Brito Neves et al. (2004,

2008), ressaltando que, no que tange à área de estudo desta pesquisa, em particular, tem-se o Rio Mamanguape confinado num rifteamento que abrange seu médio curso.

Na borda oriental da área de estudo (conforme mapa geológico, Figura 9) ocorre a predominância de sedimentos areno-argilosos mal consolidados da Formação Barreiras (FURRIER et al., 2006) (Figura 10).

**Figura 10 – Formação de ravinas nas margens da BR 101**



(A) Formação de ravina sobre os sedimentos mal consolidados (ENb) na cabeceira do Rio Santa Cruz (extremo NE da área de estudo), distando apenas 15 m da margem da BR 101; (B) Ocorrência de ravinas na margem direita da BR 101, próximas à ponte do Rio Mamanguape. Observar, nos cantos superiores de ambas as fotografias, a proximidade com o *guard rail* da estrada.

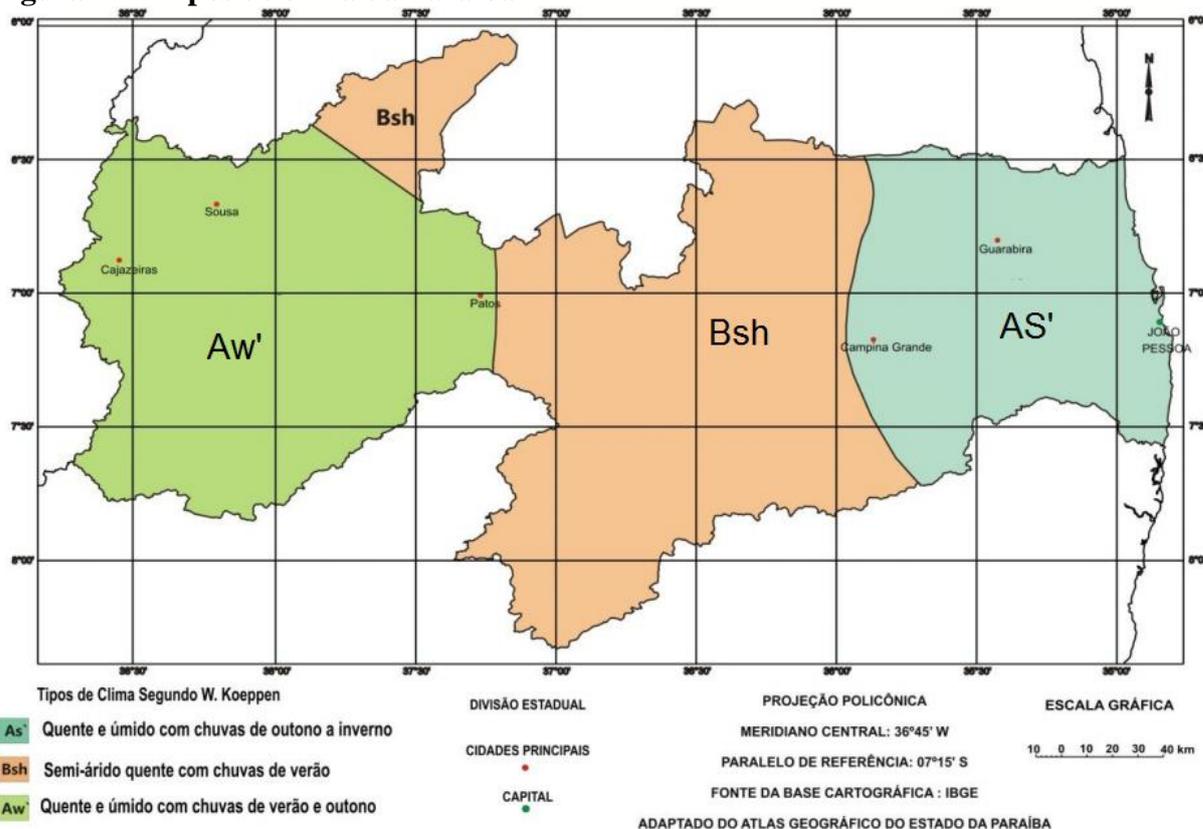
**Fonte:** Elaboração própria (2013).

Sobre a Formação Barreiras, Bezerra, Mello e Suguio (2006) apontam, no trabalho dos autores citados anteriormente, que este “trata das relações entre Geomorfologia e tectônica, conforme observações feitas na faixa sedimentar costeira do Estado da Paraíba, onde tabuleiros litorâneos apresentam variações de altitude e nível de erosão”, ressaltando-se que alguns desses aspectos poderão ser observados na análise dos perfis topográficos mais adiante (item 12.4).

## 9 CLIMA E VEGETAÇÃO

O clima da região é Tropical Quente Úmido do tipo  $As'$  (Figura 11), segundo a classificação de Köppen, com chuvas de outono-inverno. Nessa região as chuvas são formadas pelas massas atlânticas trazidas pelos ventos alísios de sudeste. A precipitação decresce do litoral (1.800 mm/ano) para o interior da região (600 mm/ano).

**Figura 11 – Tipos de clima da Paraíba**



Fonte: Paraíba (1985).

De acordo com o Serviço Geológico do Brasil (CPRM, 2005), mediante informações apresentadas pelo Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea, que elaborou diagnóstico técnico dos municípios dos estados da Região Nordeste, há uma grande similaridade nos índices de precipitação média anual e no tipo de vegetação nos municípios que abrangem a Folha Itapororoca, (Rio Tinto, Mamanguape, Cuité de Mamanguape, Itapororoca, Capim e Curral de Cima).

Segundo o diagnóstico dos municípios supracitados, a precipitação média anual é de 1.634,2 mm e a vegetação é predominantemente do tipo Floresta Subperenifólia, com partes de Floresta Subcaducifólia e Cerrado/Floresta.

De acordo com a análise das informações contidas em Brasil (1972), há ocorrência de vegetação em fase de cerrado arbóreo-arbustivo, com algumas ocorrências de formação de transição entre cerrados e florestas e pequenos trechos de formação florestal subperenifólia e perenifólia de várzea e subcaducifólia, que atualmente se encontra praticamente toda devastada.

## 10 PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DO SOLO DA ÁREA

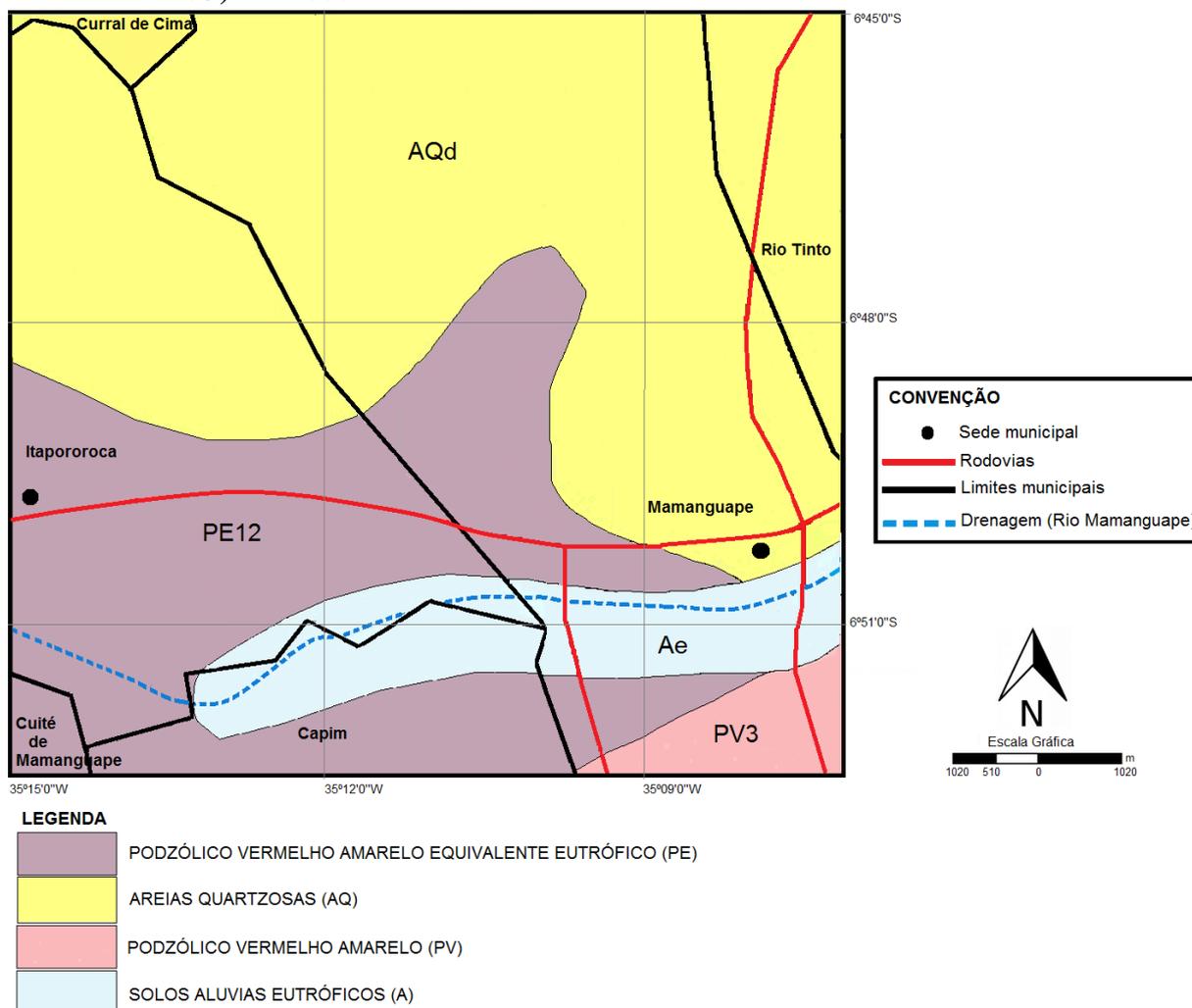
Compreender as propriedades dos solos é de grande relevância para o uso e ocupação adequado desse recurso fundamental ao desenvolvimento social e econômico. No que tange à área de estudo, a consulta ao Levantamento Exploratório dos Solos do Estado da Paraíba (EMBRAPA, 1972) e Classes de Capacidade de Uso das Terras, disponibilizado pela Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (Aesa), em conjunto com a Secretaria de Estado da Ciência e Tecnologia e do Meio Ambiente (Sectma), possibilitou uma visão, em plano cartográfico, das principais características dos solos da região.

Vale salientar que os mapeamentos apresentados pelos órgãos oficiais supracitados apresentam uma perspectiva escalar diferente da Folha Itapororoca, neste último caso, 1:25.000, considerada uma microescala, e nos primeiros, 1:500.000 e 1:200.000, respectivamente, representando o que Argento (2007) define como macroescalas.

De acordo com o de reconhecimento dos solos da Folha Itapororoca (SB.25-Y-A-V-4-NO) 1:25.000 (Figura 12) e definições do Boletim Técnico nº 15 da Embrapa (1972), os tipos de solos predominantes da área de estudo podem ser assim descritos:

- **Podzólico Vermelho Amarelo (PV3)** (p. 585): solos com variação acinzentada com fragipã, possui textura indiscriminada da fase cerrado, em relevo plano e **Podzol Hidromórfico** fase cerrado, também de relevo plano.
- **Podzólico Vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico (PE12)** (p. 250): possui horizonte A proeminente com fragipã e textura argilosa com perfis menos profundos; saprolito proveniente de rochas do Pré-Cambriano com influência de material sedimentar do Terciário; o relevo é ondulado em forma de colinas.
- **Areias Quartzosas Distróficas (AQd)** (p. 47-48): solos areno-quartzosos, profundos, com baixos teores de argila e fertilidade natural muito baixa; a unidade ocorre na Zona do Litoral e da Mata, em áreas de relevo plano típico do Tabuleiros Costeiros situados ao norte do Rio Mamanguape; o material originário destes solos deriva de sedimentos areno-quartzosos do Grupo Barreiras do Terciário; são excessivamente drenados e apresentam horizonte A fracamente desenvolvido.
- **Solos Aluviais Eutróficos (Ae)** (p. 622): possui textura indiscriminada; relevo plano de várzea.

**Figura 12 – Mapa de reconhecimento dos solos da Folha Itapororoca (SB.25-Y-A-V-4-NO) 1:25.000**



Fonte: Adaptado de Brasil (1972).

É importante ressaltar que a Embrapa (1999, 2006), por meio do Centro Nacional de Pesquisa de Solos, desenvolveu uma nova classificação dos solos brasileiros – Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS), cujas modificações estão sumarizadas no Quadro 1.

**Quadro 1 – Classificação anterior e atualizada dos solos**

Classificação anterior (BRASIL, 1972)	Nova classificação (EMBRAPA, 1999, 2006)	Símbolo (EMBRAPA, 1999, 2006)
Podzólico Vermelho Amarelo variação Acinzentada com fragipã	Argissolo Acinzentado Distrófico fragipânico	PACd
Podzólico Vermelho Amarelo com fragipã	Argissolo Amarelo Distrófico arênico fragipânico	PAd
Areias Quartzosas	Neossolos Quartzarênicos	RQ
Solo Aluvial Eutrófico	Neossolos Flúvicos	RY

Fonte: Adaptado de Brasil (1972) e Embrapa (1999, 2006).

## 11 OCUPAÇÃO DA REGIÃO FRENTE À LEGISLAÇÃO AMBIENTAL

A observação de campo permitiu a caracterização de diversos aspectos ambientais da área frente à Lei nº 12.651/2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa.

Na Paraíba, a modernização do setor canavieiro, via Proálcool, deu início a um intenso processo de substituição da vegetação nativa pela monocultura da cana-de-açúcar, fato motivado por grandes incentivos fiscais oferecidos pelo governo federal, como bem comenta Moreira e Targino (1997):

O Programa financiava até 80% do valor do investimento fixo, no caso de destilarias que utilizassem a cana-de-açúcar como matéria-prima. Os encargos financeiros englobavam juros de 4% ao ano para as destilarias anexas e de 3% para as autônomas na área da Sudene/Sudam e uma correção monetária equivalente a 40% da variação das Obrigações Reajustáveis do Tesouro Nacional (ORTN). Em relação ao setor agrícola, havia os financiamentos de investimento para fundação ou ampliação de lavouras (preparo do solo, plantio e tratamentos culturais até a primeira safra) e financiamento de custeio para despesas relativas às socas ou às ressocas.

Nos municípios paraibanos abarcados pela Folha Itapororoca, os efeitos da ação empreendida pela atividade canavieira deixaram profundas marcas no espaço agrário (como em outros estados do Brasil), mesmo após o fim do Proálcool e, de acordo com Freitas (2012), a cana-de-açúcar ainda continua sendo produzida em larga escala no Litoral Paraibano e, na atualidade, divide o uso do solo regional com outras culturas temporárias e permanentes (Figura 13).

**Figura 13 – Lavoura permanente de mamão no município de Mamanguape**



**Nota:** Observar o relevo suavemente ondulado e o solo arenoso.

**Fonte:** Elaboração própria (2013).

A observação em campo também constatou, em muitas áreas, a ocupação de vertentes com forte declividade, retirada de matas ciliares e antropização de leitos fluviais provocados por atividades agropastoris, fatos que afetam o equilíbrio físico-natural da região.

Nessa perspectiva, foram observados, na análise da área, alguns itens da Lei nº 12.651/2012, notadamente a Seção I do Capítulo II, que trata da delimitação das áreas de preservação permanente. Segundo o artigo 4º dessa lei:

Art. 4º Considera-se Área de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas, para os efeitos desta Lei:

I – as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de: [...]

II – as áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais, em faixa com largura mínima de: [...]

III – as áreas no entorno dos reservatórios d'água artificiais, decorrentes de barramento ou represamento de cursos d'água naturais, na faixa definida na licença ambiental do empreendimento; [...]

V – as encostas ou partes destas com declividade superior a 45°, equivalente a 100% (cem por cento) na linha de maior declive; [...]

IX – no topo de morros, montes, montanhas e serras, com altura mínima de 100 (cem) metros e inclinação média maior que 25°, as áreas delimitadas a partir da curva de nível correspondente a 2/3 (dois terços) da altura mínima da elevação sempre em relação à base, sendo esta definida pelo plano horizontal determinado por planície ou espelho d'água adjacente ou, nos relevos ondulados, pela cota do ponto de sela mais próximo da elevação; [...]

§ 1º Não será exigida Área de Preservação Permanente no entorno de reservatórios artificiais de água que não decorram de barramento ou represamento de cursos d'água naturais. (BRASIL, 2012).

Sendo assim, tem-se, como principal exemplo de susceptibilidade e vulnerabilidade ambiental na região, o Rio Mamanguape (e seus tributários), que, de acordo com a Aesa (2004), recebe esgotos domésticos e industriais, resíduos agroindustriais, defensivos químicos das culturas irrigadas acelerando os processos de eutrofização.

Tal situação está retratada na Figura 14 a seguir, numa porção das margens norte e sul do Rio Mamanguape próximo ao município de Mamanguape, porção leste da BR 101. Na parte ao norte, é possível identificar, na margem do rio, processos erosivos, trechos de pastagem de animais, inexistência da mata ciliar e assoreamento do canal. Na porção ao sul do rio, a Usina Monte Alegre está completamente instalada na área da planície fluvial, potencializando ainda mais a eutrofização do solo em virtude do despejo de resíduos.

O solo da região encontra-se praticamente ocupado por variadas formas de uso, entre elas: lavouras temporárias e permanentes, zonas urbanas, estradas, represamento de canais fluviais, pastagem, entre outros. O mapa das classes de capacidade de uso das terras (Figura 15) apresenta as cinco principais características da região a partir das informações disponibilizadas pela Aesa (2004).

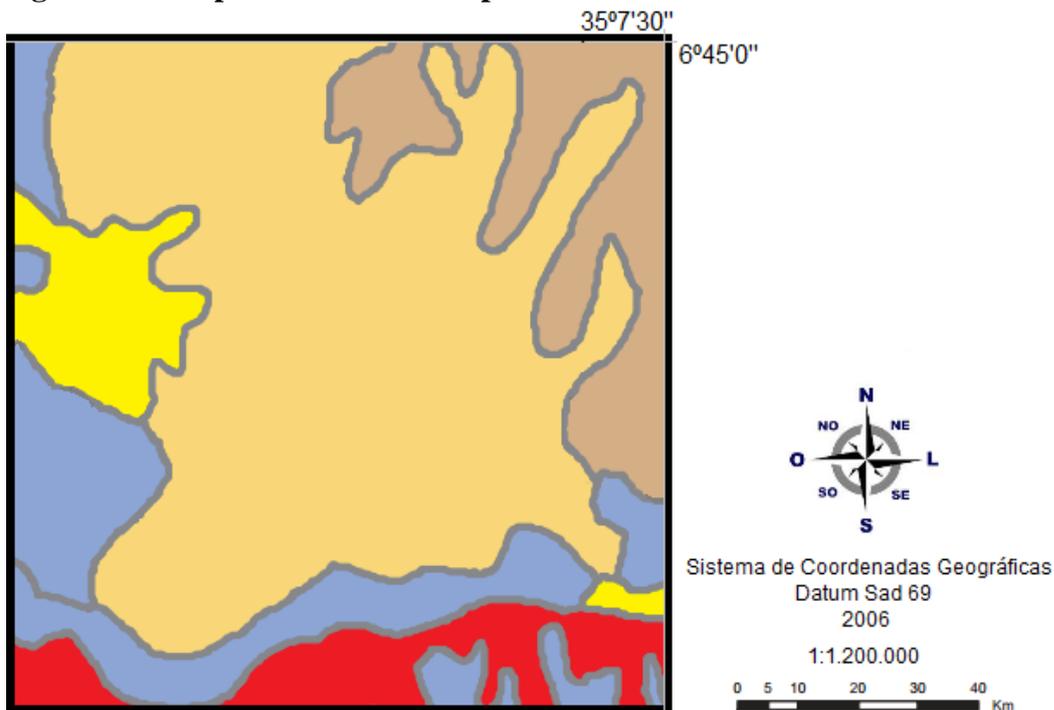
**Figura 14 – Aspectos da planície do Rio Mamanguape nas proximidades da zona urbana de Mamanguape**



**Nota:** observar os vários aspectos de antropização (animais pastando, instalações da Usina Monte Alegre, erosão e assoreamento do rio, ausência da mata ciliar).

**Fonte:** Elaboração própria (2013).

**Figura 15 – Mapa das classes de capacidade de uso das terras**



#### CARACTERÍSTICAS DAS CLASSES DE USO DAS TERRAS

- Terras de boa qualidade, que podem ser cultivadas sem risco de erosão, mediante a aplicação de medida simples de conservação.
- Terras próprias para culturas permanente principalmente pastagem ou reflorestamento
- Terras regulares, que podem ser cultivadas sem risco de erosão desde que sejam empregadas as práticas agrônômicas de terra e ou plantio em faixa
- Terras não cultivadas com severas limitações para culturas permanentes e reflorestamento
- Terras ingrimes mais susceptíveis a erosão próprias para cultivos contínuos e que se prestam mais para lavoura esporádica

**Fonte:** Adaptado de Aesa (2004).

## 12 MORFOLOGIA E REDE DE DRENAGEM

### 12.1 Carta clinográfica

Para De Biase (1970), a utilização da carta clinográfica é de grande relevância em trabalhos dentro das Ciências da Terra que se dedicam ao planejamento de áreas urbanas e agrárias, pois fornece representações gráficas da orientação de vertentes, entre outros aspectos, possibilitando “uma melhor compreensão e um equacionamento dos problemas que ocorrem no espaço analisado”. Para Christofolletti (2007), a confecção da carta de declividades, associada à rede canais de drenagem fluvial, são instrumentos valiosos para o planejamento do solo.

A elaboração da carta clinográfica da Folha Itapororoca (SB.25-Y-A-V-4-NO) seguiu os critérios de classificação propostos por Herz e De Biase (1989) (Tabela 1), que vincularam essas classes a limites usados internacionalmente, bem como a pesquisas nacionais e leis em vigência no Brasil.

**Tabela 1 – Classes de declividade**

Percentualidade	Graus
< 12%	< 7,25°
12% – 30%	7,25° – 17°
30% – 47%	17° – 25°
47% – 100%	25° – 45°
> 100%	> 45°

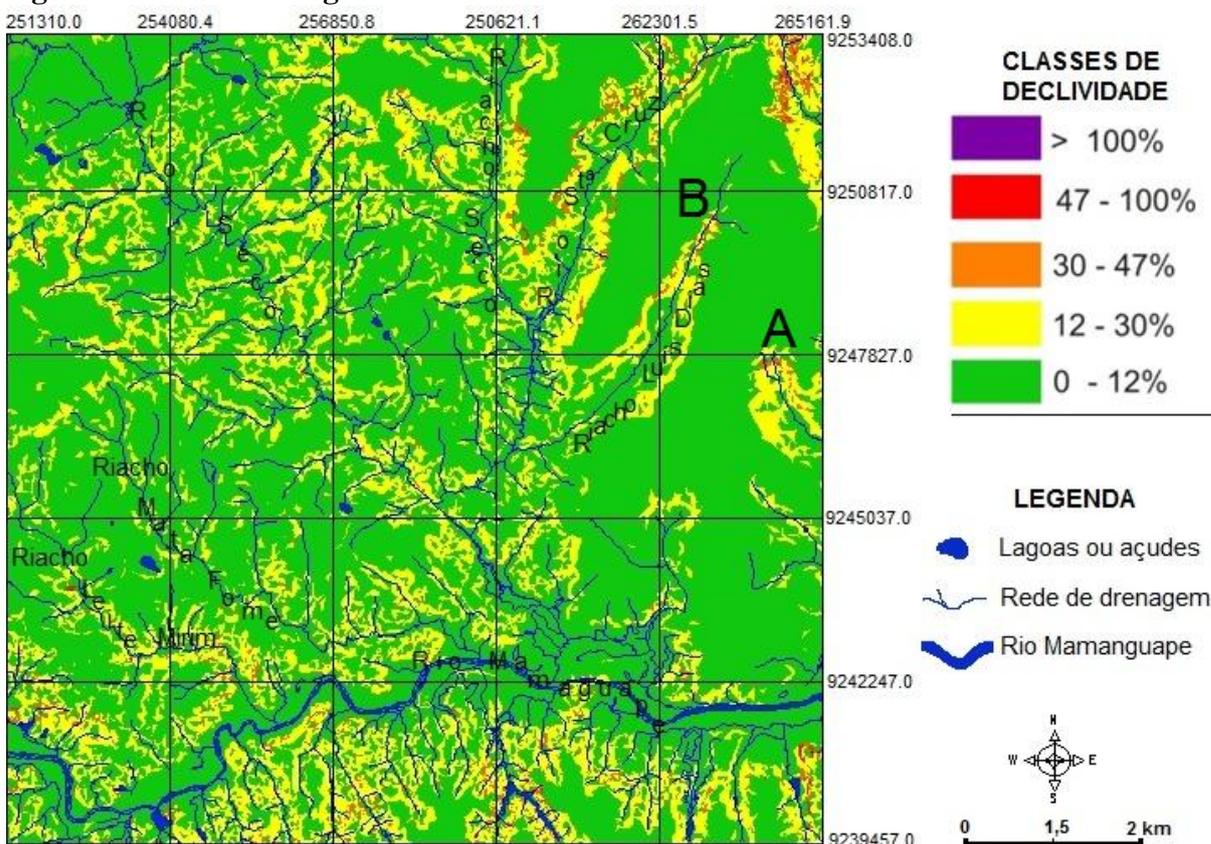
**Fonte:** Herz e De Biasi (1989).

A carta clinográfica (Figura 16) e observação de campo (Figura 17) permitiu a observação das áreas com maior e menor grau de declividade, sendo que as frequências de valores entre 47 – 100% se concentram nos seguintes trechos:

- Porções nordeste, cujos canais de 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup>, 3<sup>a</sup> e 4<sup>a</sup> ordens, em conformidade com ordenação proposta por Straler (1962 apud CHRISTOFOLETTI, 1980), tem como característica fisiográfica padrões paralelos e retilíneos, exibindo, de forma conspícua, o entalhamento dos respectivos canais, conforme Figura 17.
- Porção noroeste, em alguns canais mais ao norte, com drenagem radial centrífuga e condicionada pelo domo erodido da rocha vulcânica félsica Itapororoca (vide MDT e Mapa Geológico).
- Extensão meridional da carta, com declividades acentuadas nas encostas que circundam o Riacho Leite Mirim, este com forte inflexão de 90°. Além disso, vários

outros trechos dos canais que afluem para margem sul do Rio Mamanguape também apresentam declividades acentuadas.

**Figura 16 – Carta clinográfica da área de estudo**



**Nota:** Nos pontos A e B foram feitos registros de declividades maiores que 47%.

**Fonte:** Elaboração própria (2013). Vide cópia em tamanho original no Anexo C.

**Figura 17 – Encostas em Rio Tinto e no vale do Riacho Luís Dias**



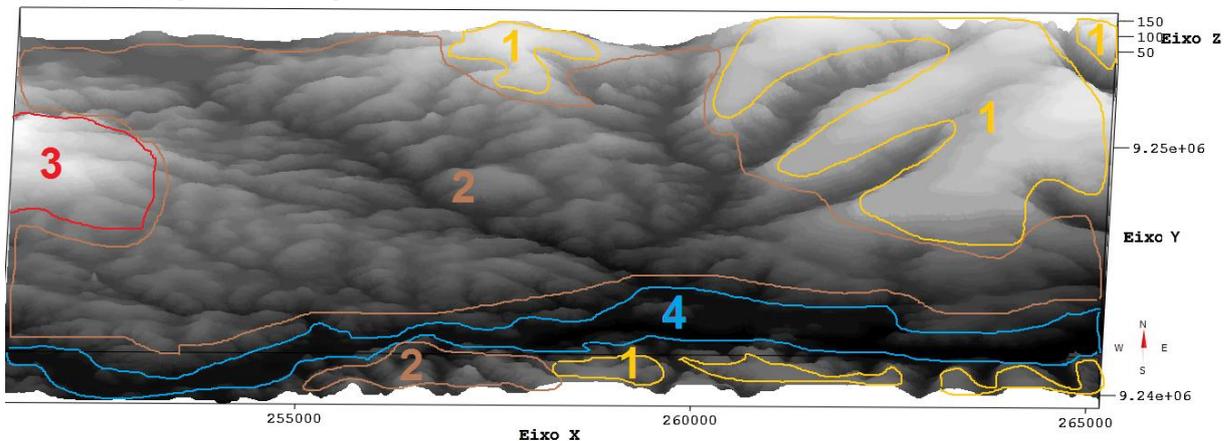
**Nota:** (A) Encosta com alto grau de declividade na margem da BR 101, na altura do município de Rio Tinto. Apesar da presença de vegetação de grande porte, há ocorrência de movimento de massa; (B) Encosta do vale do Riacho Luís Dias próximo à cabeceira que está ocupada por monocultura de cana-de-açúcar. Nesse trecho o canal fluvial apresenta ponto de represamento.

**Fonte:** Elaboração própria (2013).

## 12.2 Modelo Digital do Terreno (MDT)

O Modelo Digital do Terreno (MDT) (Figura 18) possibilitou a observação, em um plano especial, de quatro unidades morfológicas dominantes. Como auxílio de interpretação dessas unidades morfológicas e parâmetro basilar, utilizou-se o modelo estabelecido por Ross (1992), que estabelece as unidades taxonômicas de classificação do relevo (Figura 19).

**Figura 18 – Modelo Digital do Terreno (MDT), com delimitação das principais unidades geomorfológicas da área**



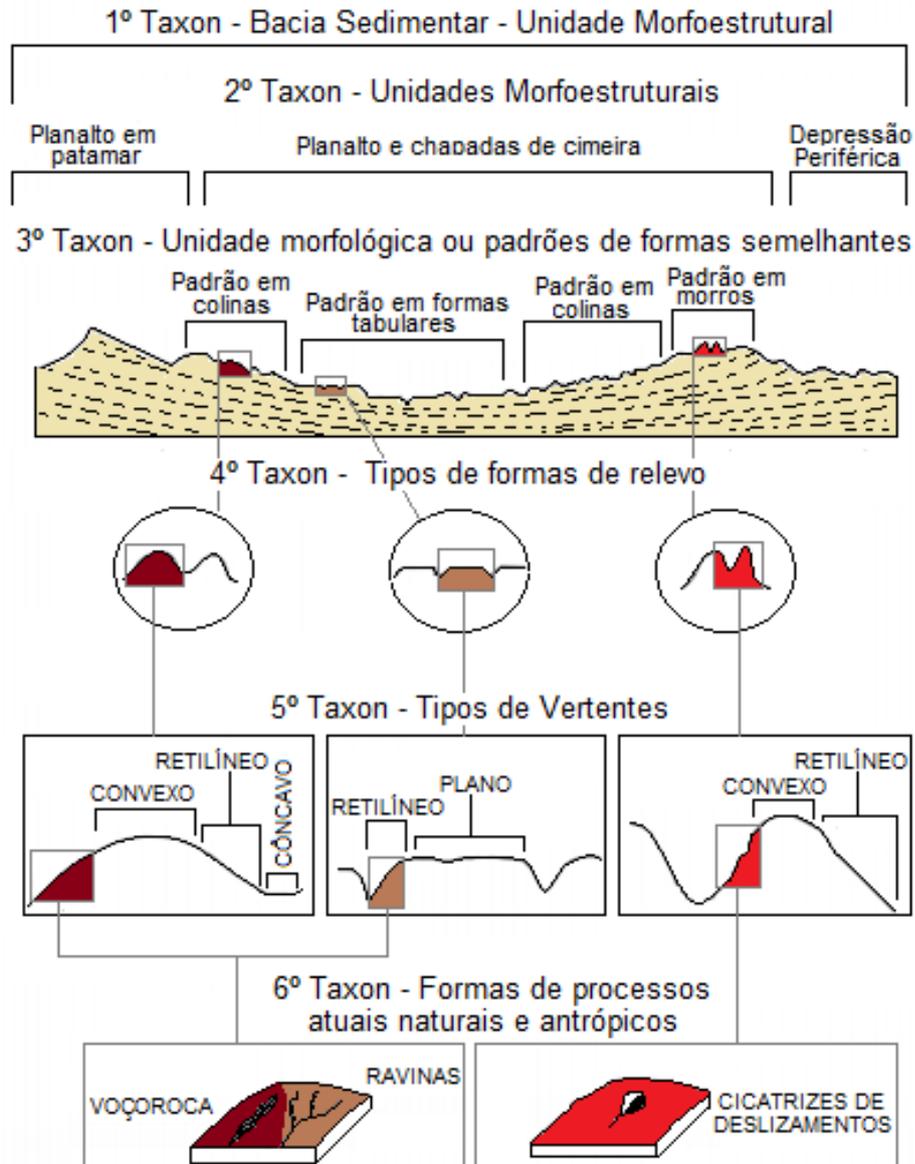
### UNIDADES MORFOLÓGICAS

- 1 Formas tabulares**
- 2 Linhas colinosas médias e suaves**
- 3 Superfície dômica (Episódio Vulcânico Itapororoca)**
- 4 Planície Fluvial (Rio Mamanguape)**

Fonte: Elaboração própria (2013).

A unidade 1 está representada por estruturas de topos tabulares sobre o domínio da Formação Barreiras, cujos vales encaixados e dissecados seguem sentidos discordantes da drenagem regional. A unidade 2 apresenta uma complexa rede de canais que drenam principalmente para os Rios Seco e Mamanguape, evidenciando uma extensa área de relevo de colinas médias e suavizadas. Já a unidade 3 é representada pela porção oriental do domo erodido do Episódio Vulcânico Itapororoca, cujo gradiente altimétrico e morfologia demonstram exercer forte influência na drenagem dos afluentes da borda oeste da área. E, por fim, mas não menos importante, a unidade 4 abrange a planície de Rio Mamanguape, principal rio da região para onde é drenada toda rede hidrográfica da região.

**Figura 19 – Unidades taxonômicas de classificação do relevo**



Fonte: Adaptado de Ross (1992).

### 12.3 Carta topográfica

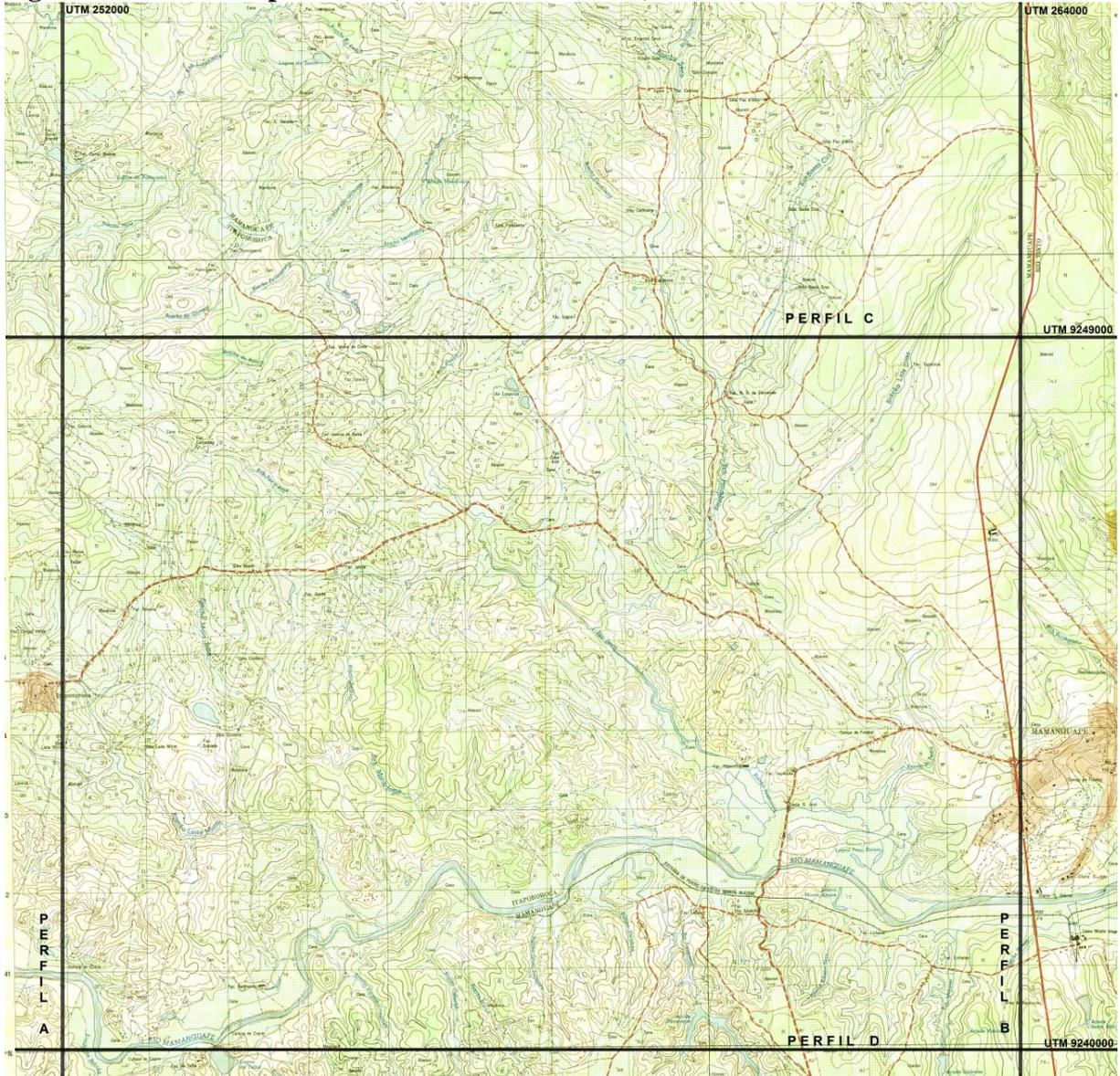
As cartas topográficas representam uma base de grande relevância para mapeamentos sistemáticos e desenvolvimento de pesquisas que se dediquem a análises no âmbito da Geografia e áreas afins, pois o uso dos produtos cartográficos possibilita a compreensão de diferentes fatores ambientais, como: relevo, hidrografia e uso e ocupação da terra (COLAVITE, 2010).

A carta topográfica Itapororoca 1:25.000 (Figura 20)<sup>2</sup>, com equidistância entre as curvas de nível de 10 m, é parte integrante do Catálogo das Cartas Topográficas do Nordeste

<sup>2</sup> Vide cópia em tamanho original no Anexo A.

do Brasil 1:25.000 (vide Anexo B). O catálogo, também denominado de Saliente Nordestino, contempla cartas topográficas do Nordeste do Brasil, em escala 1:25.000, de partes da Paraíba, Pernambuco e Alagoas, cujo levantamento cartográfico da área se destina a elaborações de projetos, estudos e pesquisas imprescindíveis ao desenvolvimento econômico regional e setorial (SUDENE, 2013).

**Figura 20 – Folha Itapororoca (SB.25-Y-A-V-4-NO) 1:25.000**



**Nota:** Observar as linhas que delimitam as coordenadas UTM onde foram traçados os perfis topográficos.

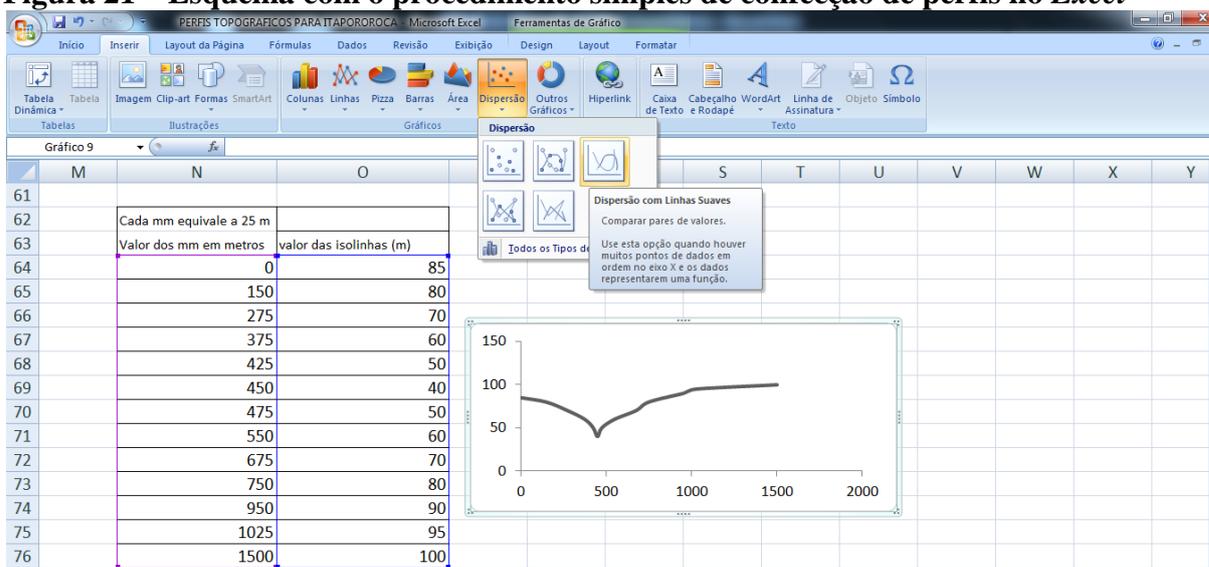
**Fonte:** Sudene (1974).

Numa carta topográfica, as curvas de nível também permitem a elaboração de perfis topográficos, e estes possibilitam uma imagem do relevo em dimensões especiais. Esses

modelos escalares podem ser confeccionados mediante recursos digitais e/ou manuais, ou mesmo utilizando-se ambos.

Nesta pesquisa, em particular, os perfis apresentados foram delineados com apoio de uma régua de 60 cm (por meio da qual foram marcadas as isolinhas da carta topográfica, sobre cada milímetro da régua) e o programa *Microsoft Office Excel 2007* (para onde os dados foram exportados e feitos os devidos ajustes), conforme ilustra a Figura 21.

**Figura 21 – Esquema com o procedimento simples de confecção de perfis no Excel**



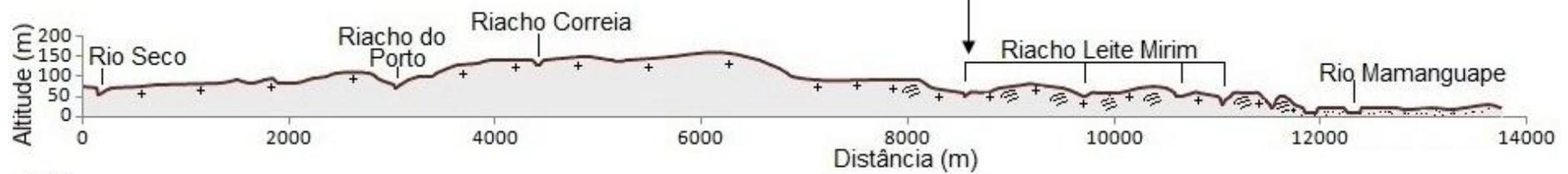
Fonte: Elaboração própria (2013).

## 12.4 Análise dos perfis topográficos

O perfil A, orientação N/S, traçado na borda ocidental da carta, possui número significativo de vales em toda a extensão do terreno, demonstrando uma topografia falhada, com drenagem visivelmente controlada pelo gradiente altimétrico do alto topográfico do Episódio Vulcânico Itapororoca, constituído pela rocha Vulcânica Félsica Itapororoca (Ki). Na porção sul, destaca-se o rifteamento do Rio Mamanguape, onde ocorre um aluvionamento com presença de blocos soerguidos nas guarneces e bastante dissecados por processo erosivos.

O perfil B, orientação N/S, delineado na borda oriental da carta, apresenta uma morfologia aplainada, pouco dissecada e levemente ondulada nos 5,5 km iniciais da porção norte, com extensa área escalonada em degraus que segue para a porção sul em direção ao vale do Rio Mamanguape, onde, também, foram encontrados basculamentos e superfícies tabulares comuns ao Grupo Barreiras, que, segundo Furrier et al. (2006), apresenta aspectos estruturais e morfológicos semelhantes a um teclado de piano com a formação de horstes e grábens.

Figura 22 – Perfil A – UTM 252000



N/S - exagero vertical 5X

+ + Granitos

+ Gnaisses

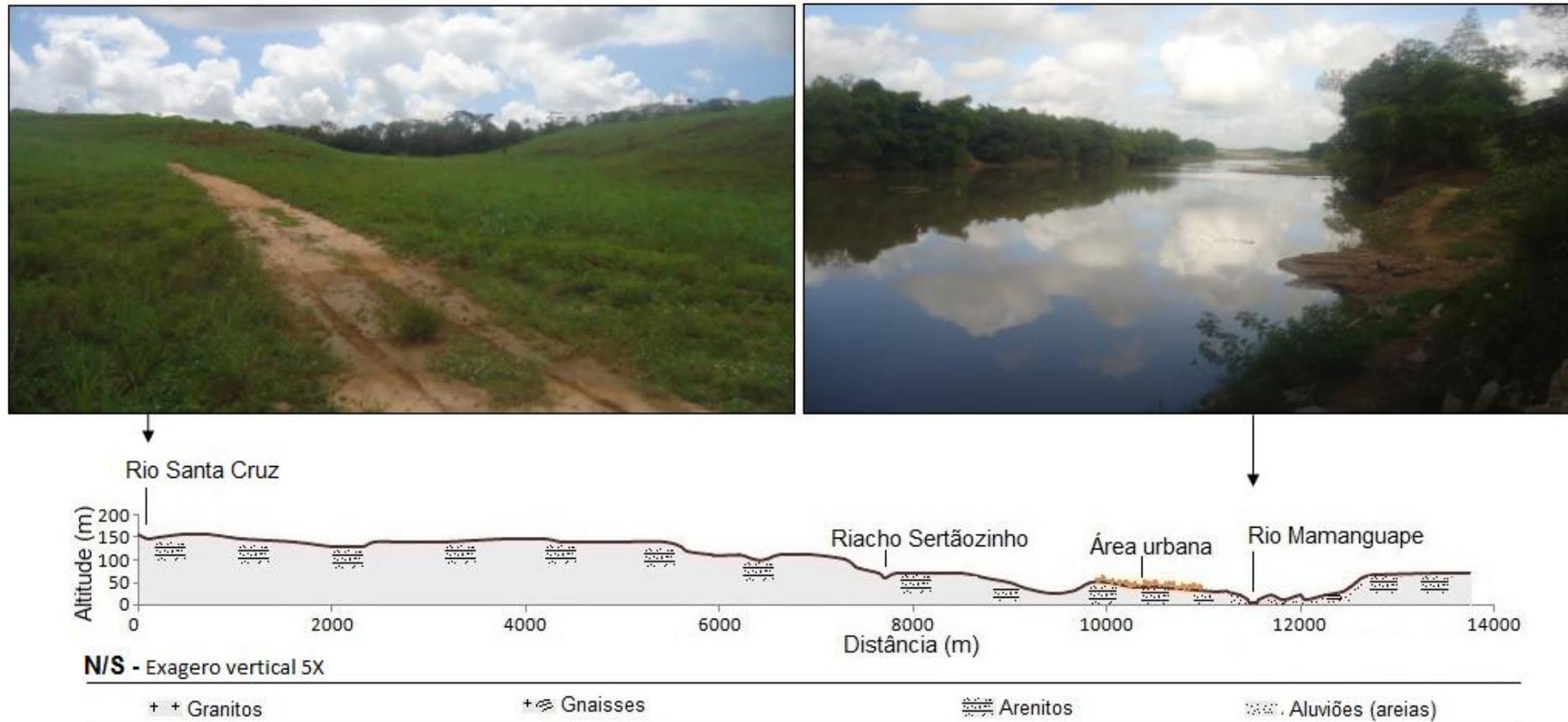
Arenitos

Aluviões (areias)

**Nota:** Observar o Riacho Leite Mirim nas proximidades da área urbana do município de Itapororoca, com evidências acentuadas de contaminação por resíduos sólidos.

**Fonte:** Elaboração própria (2013).

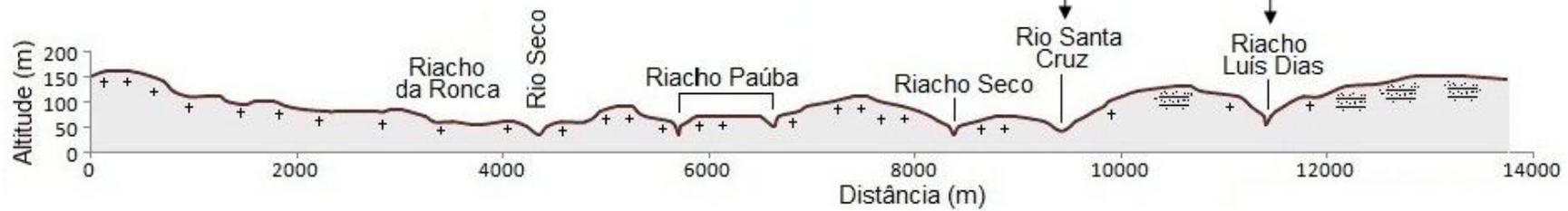
**Figura 23 – Perfil B – UTM 264000**



**Nota:** Observar os detalhes na cabeceira do Rio Santa Cruz completamente ocupada pela monocultura de cana-de-açúcar, e o Rio Mamanguape com parte da mata ciliar preservada, mas com pontos visíveis de assoreamento.

**Fonte:** Elaboração própria (2013).

**Figura 24 – Perfil C – UTM 9249000**



**WE - Exagero vertical 5X**

+ + Granitos

+ / Gnaisses

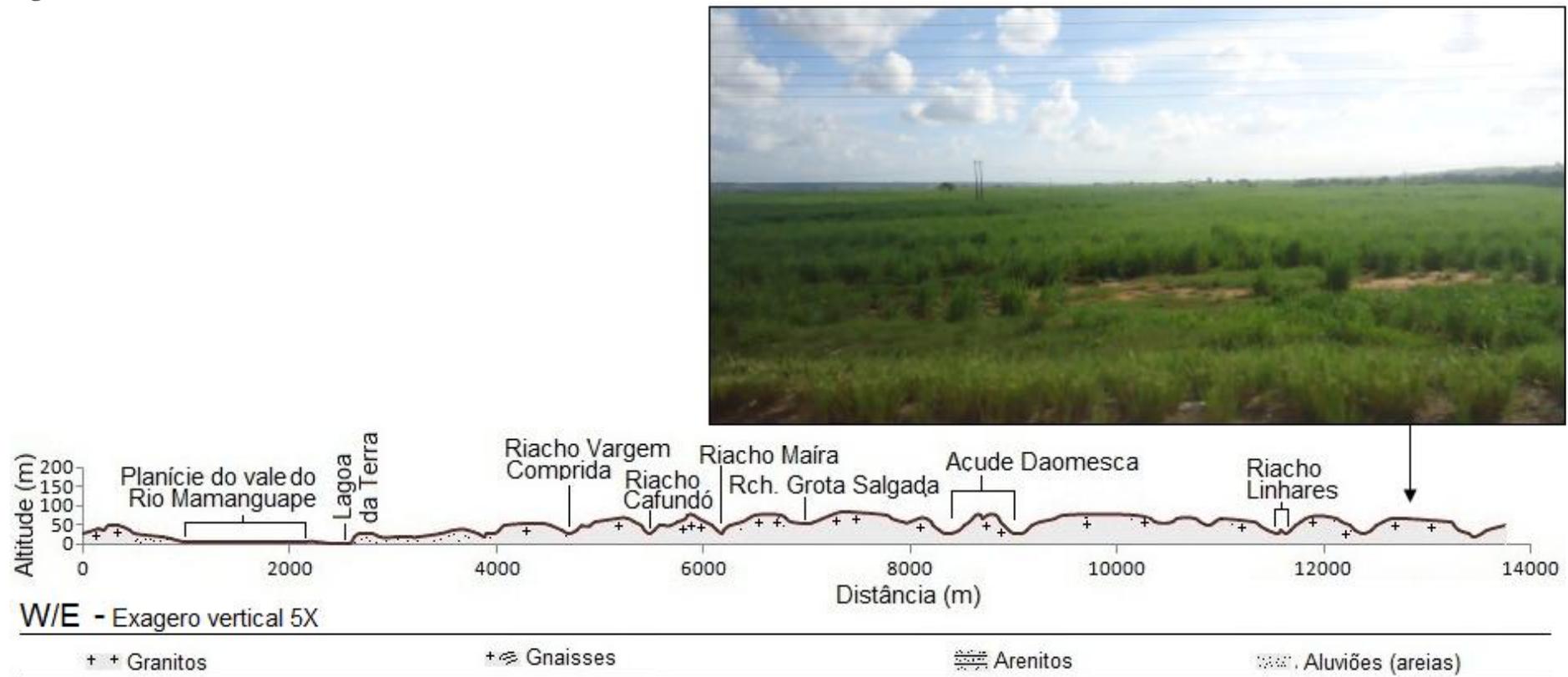
— — — Arenitos

•••• Aluviões (areias)

**Nota:** Observar nas imagens as encostas do Rio Santa Cruz e Riacho Luís Dias ambas ocupadas por monocultura de cana-de-açúcar. Notar também que nos dois canais há formas semelhantes de represamento e presença de algumas árvores no leito dos canais.

**Fonte:** Elaboração própria (2013).

Figura 25 – Perfil D – UTM 9240000



**Nota:** Neste trecho foram observadas as menores altitudes. Observar a sequência de vales assimétricos e o detalhe da foto que registra monocultura de cana-de-açúcar num tabuleiro levemente basculado na porção leste do perfil.

**Fonte:** Elaboração própria (2013).

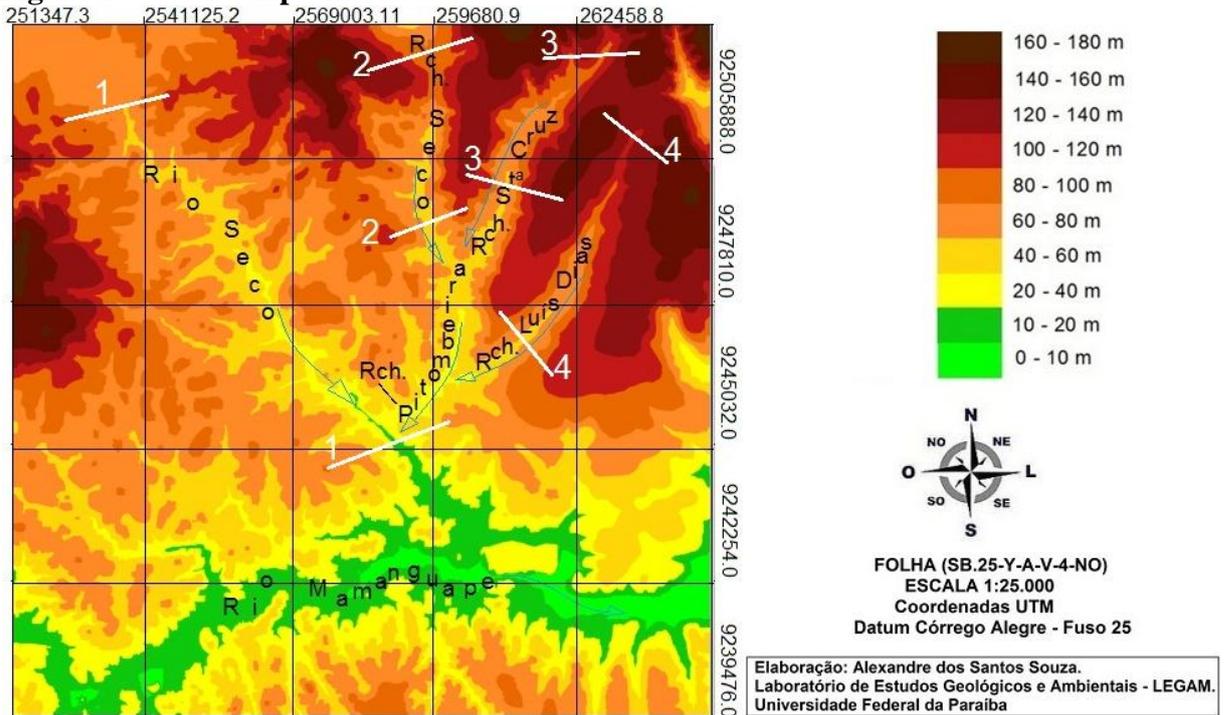
O perfil C, orientação W/E, porção norte da carta, inicia-se com a formação do domo erodido do Episódio Vulcânico Itapororoca. No percurso do seu traçado estão projetados os principais canais que afluem para o *rift* que confina o médio curso do Rio Mamanguape. Nesse perfil foi averiguado o maior gradiente altimétrico da carta, chegando a superar 160 m em alguns pontos, compreendendo blocos escalonados em direção W/E, ondulados e desgastados por processos de erosivos, principalmente na área de abrangência do Grupo Barreiras.

No perfil D, orientação W/E, porção sul da carta, foi identificado as menores altitudes, não excedendo 80 m, compreendendo uma linha de colinas. Nesse trecho ocorre um número expressivo de canais delimitados por interflúvios assimétricos, configurando um circuito de vales paralelos e alongados, como o que ocorre no início do perfil na planície do vale do Rio Mamanguape, onde estão postas ombreiras em ambas as bordas que delimitam a planície.

### **12.5 Carta hipsométrica e rede de drenagem**

A drenagem fluvial é constituída por uma malha de afluentes poucos entalhados na porção sul do Rio Mamanguape, onde a altimetria não excede 80 m. Já na porção norte os canais são mais volumosos e acentuados, ajustados por linhas de falhas na estrutura das rochas (Nγi) e nas rochas do Grupo Barreiras. O Rio Seco, cuja nascente encontra-se no extremo NW da carta, seguindo o seu curso em direção ao SE, possui um número expressivo de afluentes configurando uma bacia de drenagem em treliça, onde seus afluentes estão ajustados por falhas. Sua bacia apresenta um elevado gradiente hidráulico, sobretudo em função de sua localização no entorno da encosta erodida do Episódio Itapororoca, representado por um alto topográfico onde a altimetria é superior a 170 m em alguns pontos. Nessa parte do terreno a superfície dômica estrutura uma drenagem radial centrífuga que difere das outras drenagens presentes na região (Figura 26).

No nordeste da carta, o Rio Santa Cruz, bem como os Riachos Luís Dias e Seco, são evidências conspícuas da ação tectônica ocorrida no local. Esses canais seguem sentidos discordantes do padrão de drenagem regional. Nesse compartimento, os canais apresentam um número reduzido de tributários, se comparados ao padrão geral de drenagem regional, principalmente o Riacho Luís Dias, cujo padrão é paralelo e retilíneo e, apesar de sua considerável extensão, apresenta apenas dois pequenos tributários e uma relativa inexistência de alteração no traçado do vale que o confina. Esses canais seguem um sentido atípico N/S e NE/SW, formando um padrão centrípeto convergindo para o canal do Riacho Pitombeira, confluindo no Rio Seco e configurando a principal malha hidrográfica tributária do Rio Mamanguape.

**Figura 26 – Carta hipsométrica**

**Nota:** Os trechos sinalizados pelos traçados 1, 2, 3 e 4 correspondem aos vales em seus respectivos altos e baixos cursos, onde foi aplicado o índice RFAV.

**Fonte:** Elaboração própria (2013). Vide cópia em tamanho original no Anexo D.

## 12.6 Indícios de neotectônica

A Neotectônica, ramo da Geologia Estrutural que se dedica às atividades crustais ocorridas no Terciário Superior até o Quaternário, são típicas das zonas tectonicamente ativas, todavia, mesmo em áreas estáveis, como é o caso do Brasil, é possível encontrar fortes indícios recentes de movimentação crustal (SUGUIO, 1998).

De acordo com Saadi (1991), os primeiros trabalhos de maior expressão sobre a neotectônica brasileira datam de meados de 1951 onde foram feitas associações entre parâmetros geológicos e geomorfológicos além da interpretação da configuração de grandes redes hidrográficas do Brasil por Freitas (1951) e Guimarães (1951), respectivamente.

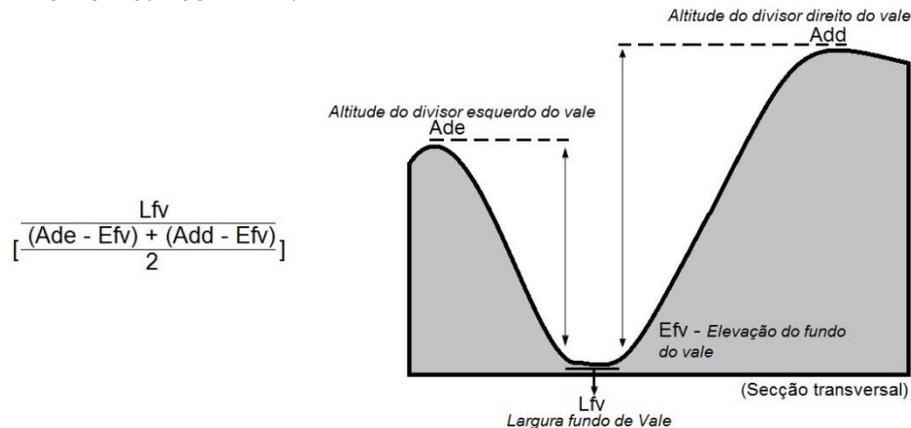
No caso particular da Folha Itapororoca, objeto central da análise da presente pesquisa, foi possível averiguar aspectos que indicam a possibilidade de ação morfotectônica condicionando alguns aspectos da morfologia do relevo e dos canais de drenagem da região. Tais evidências foram observadas pela nítida presença de diversas feições, como recuos de cabeceiras e canais inflexionados e retilíneos.

Além disso, foram aplicados cálculos de Razão Fundo/Altura do Vale (RFAV) sobre os canais dos Rios Seco e Santa Cruz, bem como nos Riachos Seco e Luís Dias, utilizando os

parâmetros propostos por Bull e McFadden (1977 apud WELLS et al., 1988), ressalvando-se que essa técnica de avaliação de intensidade neotectônica ainda tem sido pouco aplicada em trabalhos no Brasil, dentre os quais estão os publicados recentemente por Barbosa e Furrier (2012).

O índice de RFAV consiste em um cálculo morfométrico recomendado para análise em áreas fluviais onde são cruzados os dados correspondentes à altura dos interflúvios (direito e esquerdo) em relação ao talvegue, largura do vale e altura do fundo do vale referente à primeira cota altimétrica, conforme ilustrado na Figura 27.

**Figura 27 – Expressão matemática e procedimento de medida para encontrar o índice morfométrico RFAV**



**Fonte:** Adaptado de Bull e McFadden (1977 apud WELLS et al., 1988).

O cálculo de RFAV, segundo Silva et al. (2003), corrobora para indicar que os valores menores que 1 podem ser considerados indicadores de neotectonismo, enquanto que os valores maiores que 1 correspondem a áreas de estabilidade tectônica onde predominam fatores exógenos. Dessa forma, mesmo considerando a ação dos agentes modeladores externos na área, obtiveram-se, a partir dos cálculos de RFAV, resultados que apontam para forte influência morfotectônica, conforme apresentado na Tabela 2.

**Tabela 2 – Valores obtidos com o cálculo RFAV**

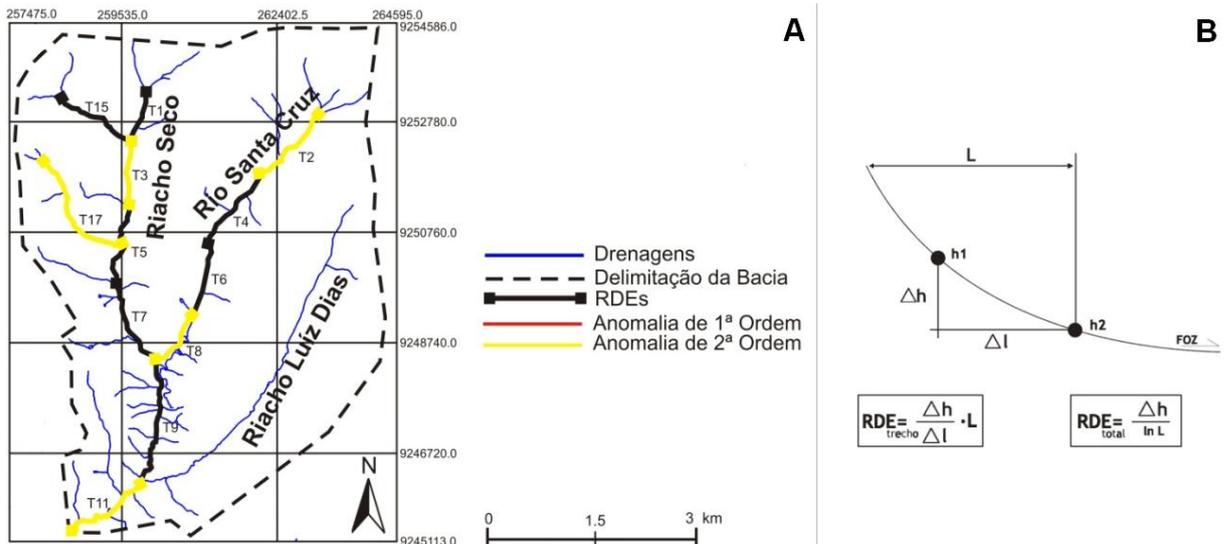
TRECHOS	Lfv	Ade	Add	Efv	RFAV
1 Riacho Seco (alto curso)	100 m	1.350 m	650 m	100 m	<b>0,11111</b>
1 Riacho Seco (baixo curso)	150 m	775 m	725 m	50 m	<b>0,21428</b>
2 Rio Santa Cruz (alto curso)	150 m	1.250 m	1.000 m	100 m	<b>0,15384</b>
2 Rio Santa Cruz (baixo curso)	125 m	950 m	1.050 m	60 m	<b>0,13297</b>
3 Riacho Luís Dias (alto curso)	125 m	775 m	1.600 m	120 m	<b>0,11241</b>
3 Riacho Luís Dias (baixo curso)	75 m	450 m	1.025 m	50 m	<b>0,10909</b>
4 Rio Seco (alto curso)	175 m	775 m	175 m	65 m	<b>0,16706</b>
4 Rio Seco (baixo curso)	62,5 m	1.350 m	900 m	20 m	<b>0,05656</b>

**Fonte:** Adaptado de Sudene (1974).

O índice fluviomorfológico RDE foi aplicado nos canais do Riacho Seco, Rio Santa Cruz e Riacho Luís Dias (Figura 28, nota A). Esse índice, proposto por Hack (1973), chamado de *stream-gradient index*, ou simplesmente SL – relação declive (*slope*) versus comprimento do curso (*length*) –, pode ser calculado baseando-se na fórmula apresentada na (Figura 28, nota B), entendendo-se como  $\Delta H$  a diferença altimétrica entre dois pontos,  $\Delta L$  a projeção horizontal da extensão do segmento, e  $L$  o comprimento total do curso d'água a montante do ponto para o qual o índice RDE está sendo calculado.

Segundo Hack (1973), o índice pode ser calculado por segmento ( $RDE_{\text{trecho}}$ ) ou em sua totalidade ( $RDE_{\text{total}}$ ) e, seguindo os critérios de Seeber e Gornitz (1983), obtêm-se, como resultados dessa relação, canais caracterizados, como: sem influência de ação tectônica ( $< 2$ ); com provável influência tectônica, chamados também de cursos de 2ª ordem, ( $\geq 2 < 10$ ); e como cursos de 1ª ordem, cuja ação tectônica é conspícua ( $> 10$ ).

**Figura 28 – Trechos com anomalias de 2ª ordem nos canais e parâmetros utilizados no cálculo do índice RDE**



**Nota:** (A) Trechos com anomalias de 2ª ordem nos canais; (B) Parâmetros utilizados no cálculo do índice RDE.  
**Fonte:** Adaptado de Sudene (1974) e Etchebehere (2004).

No trecho que delimita os canais da Figura 28, nota A, o Rio Santa Cruz e o Riacho Seco seguem paralelos ao Riacho Luís Dias, este último apresenta um trajeto retilíneo, sem desvio significativo de sua trajetória até alcançar a zona de confluência. Segundo Christofletti (1980), a presença de um canal reto está condicionada à existência de um embasamento rochoso homogêneo. Tal característica aplica-se fielmente ao canal do Riacho Luís Dias, que, apesar de extenso, não apresenta alteração no formato do seu vale, divergindo das drenagens adjacentes. Essas peculiaridades podem estar atreladas à composição do

terreno, onde ocorreu o falhamento que definiu esse canal na rocha granitóide de quimismo indiscriminado ( $N\gamma i$ ). O atual fluxo desses cursos seria incapaz, por si só, de definir esse padrão retilíneo, haja vista que a rocha do embasamento é maciça e de alta resistência litológica. Portanto, o padrão anômalo desses cursos não pode ser explicado pelo fator climático, estando ajustados a falhamentos.

**Tabela 3 – Valores obtidos com o cálculo RDE**

TRECHOS	$\Delta H$	$\Delta L$	L	$RDE_{trecho}$	$RDE_{total}$	$RDE_{trecho}/RDE_{total}$
1	10,2	929,855	958,358	10,522	8,802	1,1954
2	20,5	1.528,268	1.631,952	21,890	5,708	3,8347
3	30,2	1.168,920	1.175,735	30,376	8,802	3,4509
4	9,6	1.564,115	1.746,837	10,721	5,708	1,8781
5	–	1.456,936	1.647,937	–	8,802	–
6	10,3	1.302,013	1.346,614	10,652	5,708	1,8661
7	9,5	1.539,103	1.841,220	11,364	8,802	1,2911
8	9,5	1.145,800	1.386,548	11,496	5,708	2,0138
9	10,3	2.280,351	3.105,644	14,027	8,802	1,5936
11	19,9	1.580,198	1.929,845	24,303	8,802	2,7610
15	–	1.494,756	1.615,756	–	6,536	–
17	50,0	2.098,765	22.385,958	56,841	6,536	8,6958

**Fonte:** Adaptado de Sudene (1974).

A aplicação do  $RDE_{trecho}/RDE_{total}$  (Tabela 3) comprovou a presença de anomalias de 2ª ordem, fato que também corrobora com as evidências de possíveis reativações cenozoicas e configuração da rede de drenagem atrelada ao fator neotectônico. A partir das informações apresentadas, averiguou-se que a área estudada possui uma série considerável de evidências neotectônicas, como: recuo acentuado de cabeceiras, inflexões, canais retilíneos, direções anômalas nos cursos d'água e valores morfométricos que corroboram a influência de ação neotectônica na área. Por essas razões, ressalta-se a grande possibilidade de tais constatações estarem relacionadas a reativações recentes.

### 13 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na região compreendida pela carta topográfica de Itapororoca, foi possível apresentar, por meio dos parâmetros utilizados, formas distintas de um relevo trabalhado por agentes externos e internos que atuam na estrutura crustal. A partir dos dados obtidos na pesquisa, foi possível apresentar uma caracterização da unidade geomorfológica em questão, partindo de sua base geológica, correlacionando-a com a morfogenia do relevo que demonstra estar sobre possível controle morfotectônico.

Para tanto, a produção dos perfis topográficos (longitudinal e latitudinal) a partir da Folha Itapororoca 1:25.000, a aplicação de parâmetros morfométricos e a análise do mapeamento apresentado, foram de grande relevância, pois possibilitou a constatação de feições típicas de áreas onde é imprescindível o planejamento do meio físico.

Destarte, a presente análise expôs com clareza pontos importantes que devem ser observados pelas partes interessadas na gestão e manejo da região em questão, entre os quais podem ser sumarizados:

- Base litológica que congrega rochas do tipo: Granitóide de quimismo indiscriminado (N<sub>yi</sub>); Gnássico-Migmatito (P<sub>gm</sub>/p<sub>γ</sub>); Vulcânica Félsica Itapororoca (Ki); coberturas elúvio-coluviais (Q<sub>e</sub>), aluviões (Q<sub>a</sub>). Tal característica origina unidades morfológicas distintas, que forma sumarizadas em 4 tipos: formas tabulares; colinas médias e suaves; domo do episódio vulcânico Itapororoca; e planície fluvial.
- Considerável similaridade nos aspectos climáticos (com pluviosidade média anual de 1.634.2 mm) e na vegetação (bastante degradada) dos municípios que abrangem a Folha Itapororoca (Rio Tinto, Mamanguape, Cuité de Mamanguape, Itapororoca, Capim e Curral de Cima). Dessa forma, levanta-se a hipótese de que o relevo local não pode ser explicado apenas pelo fator climático.
- Tipos de solo com texturas que vão da argilosa até a arenosa, demonstrando variação de cores e maior ou menor fertilidade, em função do saprólito e do processo pedogenético. Na região, a capacidade de uso e manejo do solo possibilita diversas atividades agropastoris.
- Constatação de áreas com ocupação de vertentes com forte declividade, retirada de matas ciliares e antropização de leitos fluviais provocadas por atividades agropastoris, fatos que afetam o equilíbrio físico-natural da região, configurando zonas de susceptibilidade e vulnerabilidade ambiental, como é o caso do Rio

Mamanguape e seus tributários, que recebem esgotos domésticos, industriais, resíduos agroindustriais, defensivos químicos das culturas irrigadas, acelerando os processos de eutrofização.

- Observação das áreas com maior e menor grau de declividades, por meio da carta clinográfica. Esse mapeamento permitiu análise gráficas da orientação das vertentes, possibilitando uma melhor compreensão e possibilidade de equacionamento dos problemas que ocorrem na região, além do planejamento de uso e ocupação do solo.
- A drenagem fluvial é constituída por uma malha de afluentes poucos entalhados na porção sul do Rio Mamanguape, onde a altimetria não excede 80 m. Já na porção norte, a altitude alcança 175 m em alguns pontos, os canais fluviais são mais volumosos e extensos, drenando para o Rio Mamanguape, que segue num sentido exorreico. A observação em campo verificou que, nos rios e riachos da região, faz-se necessário um plano de recuperação de matas ciliares e revitalização, pois os leitos apresentam fortes indícios de antropização.
- Averiguação de evidências que indicam a possibilidade de ação morfotectônica condicionando alguns aspectos da morfologia do relevo e dos canais de drenagem da região, com presença de diversas feições, entre elas: recuos de cabeceiras, canais inflexionados e retilíneos, direções anômalas nos cursos d'água e valores morfométricos (RDE e RFAV) que corroboram a influência de ação neotectônica na área. Por essas razões, ressalta-se a grande possibilidade de tais constatações estarem relacionadas a reativações recentes.

E, para concluir, vale salientar que esta análise não visa, em hipótese alguma, encerrar a questão pertinente ao estudo da área em questão, mas, sim, propiciar um meio pelo qual novos trabalhos sejam desenvolvidos no afã de apresentar informações que corroborem com os resultados aqui apresentados, permitindo, assim, o conhecimento pormenorizado da região de maneira que os processos naturais e antrópicos possam ser conhecidos e planejados visando o bem comum.

## REFERÊNCIAS

- AB'SÁBER, A. N. A Geomorfologia no Brasil. **Notícia Geomorfológica**, Campinas, n. 2, p. 1-18, 1958.
- \_\_\_\_\_. O relevo brasileiro e seus problemas. In: AZEVEDO, A. de et al. (Dir.) **Brasil, a terra e o homem**. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1964. v. 1 – As bases físicas, p. 135-250.
- AESA – AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS DO ESTADO DA PARAÍBA. **Proposta de instituição do Comitê das Bacias Hidrográficas do Litoral Norte, conforme Resolução nº 1, de 31 de agosto de 2003, do Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado da Paraíba**. João Pessoa: AESA, 2004. Disponível em: <[http://www.aesa.pb.gov.br/comites/litoral\\_norte/proposta.pdf](http://www.aesa.pb.gov.br/comites/litoral_norte/proposta.pdf)>. Acesso em: 2 maio 2013.
- ARGENTO, M. S. F. Mapeamento geomorfológico: In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 7. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007, p. 365-390.
- ASMUS, H. E.; PONTE, F. C. The Brazilian marginal basins. In: NAIRN, A. E. M.; STEHLI, F. G. (Orgs.). The ocean basins and margins. **The South Atlantic**, Nova York: Plenum Press, v. 1, p. 87-133, 1973.
- BARBOSA, M. E. F.; FURRIER, M. Técnicas de geoprocessamento e morfometria aplicados na detecção de atividades neotectônicas no grupo barreiras, estudo da bacia hidrográfica do Rio Guruji (PB). **ACTA Geográfica**, Boa Vista, v. 6, n. 11, p.117-131, jan./abr. 2012.
- BEZERRA, Francisco Hilário Rego; MELLO, Claudio Limeira; SUGUIO, Kenitiro. A Formação Barreiras: recentes avanços e antigas questões. **Geol. USP, Sér. Cient. [online]**, v. 6, n. 2, p. III-VI, 2006.
- BOTELHO, R. G. M.; SILVA, A. S. Bacia hidrográfica e qualidade ambiental. In: GUERRA, Antonio Jose Teixeira; VITTE, Antonio Carlos. **Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil**. 1. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. p.153-192.
- BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 28 maio 2012.
- \_\_\_\_\_. Ministério da Agricultura. EPFS – Equipe de Pedologia e Fertilidade do Solo. **Levantamento exploratório – reconhecimento de solos do Estado da Paraíba & interpretação para uso agrícola dos solos do Estado da Paraíba**. Rio de Janeiro, 1972. (Boletim técnico n. 15).

BRITO NEVES, B. B.; CAMPOS NETO, M. C.; VAN SCHMUS, W. R.; SANTOS, E. J. O sistema Pajeú-Paraíba e o Maciço São José do Campestre no Leste da Borborema. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 31, n. 2, p. 173-184, 2001.

\_\_\_\_\_; MANTOVANI, Marta Silvia Maria; MORAES, Cristina Ferreira de; SIGOLO, Joel Barbugiani. As anomalias geológicas e geofísicas localizadas ao norte de Itapororoca. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 38, n. 1, mar. 2008.

\_\_\_\_\_; RICCOMINI, C.; FERNANDES, T. M. G.; SANT' ANNA, L. G. O Sistema Tafrogênico Terciário do Saliente Oriental Nordestino na Paraíba: um legado Proterozóico. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 34, p. 127-134, 2004.

\_\_\_\_\_; VAN SCHMUS, W. R.; SANTOS, E. J.; CAMPOS NETO, M. C.; KOZUCH, M. O evento Cariris Velhos na Província Borborema: integração de dados, implicações e perspectivas. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 25, n. 4, p. 279-296, dez. 1995.

CASSETI, Valter. **Geomorfologia**. [S.l.]: [2005]. Disponível em: <<http://www.funape.org.br/geomorfologia>>. Acesso em: 22 jun. 2013.

CHRISTOFOLETTI, A. Aplicabilidade do conhecimento geomorfológico nos projetos de planejamento. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 7. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. p. 415-437.

\_\_\_\_\_. **Geomorfologia – 2ª ed.** – São Paulo: Editora Blucher, 1980, p. 102-110.

COLAVITE, A. P. Resenha do livro: *Trabalhando Geografia com as Cartas Topográficas*. GRANELL-PÉREZ, Maria del Carmen. Ijuí: Unijuí, 2001. **Revista GEOMAE - Geografia, Meio Ambiente e Ensino**, v. 1, n. 1, 1º semestre 2010.

COLTRINARI, L. Geomorfologia: caminhos e perspectiva. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 1, n. 1, p. 44-47, 2000.

CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Geologia e recursos minerais do Estado da Paraíba**. Recife: CPRM, 2002.

\_\_\_\_\_. **Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea: Estado da Paraíba**. Recife: CPRM/Prodeem, 2005.

DAVIS, William M. The geographical cycle. **The Geographical Journal**, v. 14, n. 5, p. 481-504, nov. 1899.

DE BIASI, M. Carta de declividade de vertentes: confecção e utilização. **Geomorfologia**. São Paulo, v. 21, p. 8-13, 1970.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa SPI; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999.

\_\_\_\_\_. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa-SPI, 2006.

\_\_\_\_\_. **Manual de métodos de análises de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1997.

ETCHEBEHERE, M. L. C.; SAAD, A. R.; FULFARO, V. J.; PERINOTTO, J. A. J. Aplicação do índice “Relação Declividade - Extensão – RDE” na Bacia do Rio do Peixe (SP) para detecção de deformações neotectônicas. **Revista do Instituto de Geociências – USP**, v. 4, n. 2, p. 43-56, 2004.

FREITAS, G. M. A. **Caracterização geomorfológica e morfométrica da Folha Alhandra (1:25.000)**. 2012. 126 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – CCEN, Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa: UFPB, 2012.

FREITAS, Ruy Onório de. Ensaio sobre a tectônica moderna do Brasil. **Boletim FFCL/USP**, v. 130, n. 6, 1951.

FURRIER, M.; ARAUJO, M. E.; MENESES, L. F. Geomorfologia e tectônica da Formação Barreiras no estado da Paraíba. **Geologia USP – Série Científica**, v. 6, p. 61-70, 2006.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 7. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.

GUERRA, A. T.; GUERRA, A. J. T. **Novo dicionário geológico-geomorfológico**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1997.

GUIMARÃES, D. Arqui-Brasil e sua evolução geológica. **Boletim DNPM/DFPM**. Rio de Janeiro, n. 88, p. 1-314. 1951.

HACK, J. T. Stream-profile analysis and stream-gradient index. **Journal of Research of the United States Geological Survey**, v. 1, n. 4, p. 421-429, 1973.

HASUI, Y; PONÇANO, W. L. Geossuturas e sismicidade no Brasil. **ABGE, Anais do Cong. Bras. Geol. Eng.**, São Paulo, v. 1, p. 331-338, 1978.

HERZ, R.; DE BIASI, M. **Critérios e legendas para macrozoneamento costeiro**. Brasília: Ministério da Marinha/Comissão Interministerial para Recursos do Mar, 1989.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual técnico de Pedologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 2007.

KLEIN, Claude. A noção de ciclo em Geomorfologia. Tradução Wilian Zanete Bertolini. **Terræ Didática**, v. 8, n. 1, p. 58-71, 2012.

LIBAULT, A. Os quatro níveis da pesquisa geográfica. **Métodos em questão**, São Paulo: IGEOG-USP, n. 1, p. 1-14, 1971.

MAIA, R. P.; BEZERRA, F. H. R. Neotectônica, geomorfologia e sistemas fluviais: uma análise preliminar do contexto nordestino. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 12, n. 3, p. 37-46, 2011.

MARQUES, J. M. Ciência geomorfológica. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 7. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. p.23-45.

MORAES, A. C. R. **Geografia: pequena história crítica**. São Paulo: Hucitec, 1983.

MOREIRA, E.; TARGINO, I. **Capítulos de Geografia Agrária da Paraíba**. João Pessoa: UFPB, 1997.

NÓBREGA, W. R.; SOUZA, A. S.; FURRIER, M. Caracterização geomorfológica do gráben do Rio Mamanguape e adjacências, borda oriental do estado da Paraíba, Brasil. In: CONGRESO LATINOAMERICANO DE GEOLOGÍA, 14., CONGRESO COLOMBIANO DE GEOLOGÍA, 13., 2011, Medellín, Colômbia. **Anais...** Medellín: Sociedade Colombiana de Geología, 2011. v. 1. p. 430-430.

OLIVEIRA, A. O. S. A. **Contribuição teórico-metodológica para o ensino de Geomorfologia**. Presidente Prudente, SP: Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho, 2010.

PARAÍBA. Governo do Estado. Secretaria da Educação. **Atlas geográfico do Estado da Paraíba**. João Pessoa: Grafset, 1985.

PENHA, H. M. Processos endogenéticos na formação do relevo. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 7. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007, p. 51-91.

PRESS, F.; SIEVER, R.; GROTZINGER, J.; JORDAN, T. H. **Para entender a Terra**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

RICCOMINI, C; ALMEIDA, R. P; GIANNINI, P. C. F; MANCINI, F. Processos fluviais e lacustres e seus registros. In: TEIXEIRA, W; FAIRCHILD, T. R; TOLEDO, M. C; TAIOLI, F. **Decifrando a Terra**. 2. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2009.

ROACH, Bill. The rules of rivers. **ProFantasy's Map-making Journal**, out. 2012. Disponível em: <<http://www.profantasy.com/rpgmaps/?p=2017>>. Acesso em: 3 jul. 2013.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia, ambiente e planejamento**. São Paulo: Contexto, 1992.

SAADI, A. Neotectônica da plataforma brasileira: esboço e interpretação preliminares. **Geonomos**, v. 1, p. 1-15, 1991.

SANTOS, E. J.; NUTMAN, A. P.; BRITO NEVES, B, B. Idades SHRIMP U-Pb do Complexo Sertânia: implicações sobre a evolução tectônica da zona transversal, Província Borborema. **Geol. USP: Série Científica**. São Paulo, v. 4, n. 1, p. 1-12, abr. 2004.

SEEBER, L.; GORNITZ, V. River Profiles along the Himalayan arc as indicators of active tectonics. **Tectonophysics**, Amsterdam, v. 92, p. 335-367, 1983.

SILVA, P. G., GOY, J.L., ZAZO, C., BARDAJM, T. Fault generated mountain fronts in Southeast Spain: geomorphologic assessment of tectonic and earthquake activity. **Geomorphology**, v. 250, p. 203-226, 2003.

SOUZA, C. J. O. Conhecimento e aprendizagem de geomorfologia no ensino superior – uma pesquisa em andamento: seu foco, suas indagações e seu desenho metodológico. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA EM ENSINO E HISTÓRIA DE CIÊNCIAS DA TERRA, 1.; SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE ENSINO DE GEOLOGIA NO BRASIL, 3., 2007, Campinas. **Anais...** Campinas: Unicamp, 2007.

SUDENE – SUPERINTENDÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE. Biblioteca Celso Furtado. **Catálogo das Cartas Topográficas do Nordeste do Brasil 1:25.000**. Disponível em: <[http://www.sudene.gov.br/system/resources/BAhbBlsHOgZmSSJBMjAxMi8wNS8wOS8xMV80OV81MI85ODVfQ2FydGFfdG9wb2dyYWZpY2FfZXNjYWxhXzFfMjUwMDAucGRmBjoGRVQ/Carta\\_topografica\\_escala\\_1\\_25000.pdf](http://www.sudene.gov.br/system/resources/BAhbBlsHOgZmSSJBMjAxMi8wNS8wOS8xMV80OV81MI85ODVfQ2FydGFfdG9wb2dyYWZpY2FfZXNjYWxhXzFfMjUwMDAucGRmBjoGRVQ/Carta_topografica_escala_1_25000.pdf)>. Acesso em: 10 ago. 2013.

\_\_\_\_\_. Divisão de Recursos Naturais. Serviço de Cartografia. **Folha Itapororoca (SB.25-Y-A-V-4-NO)**, Recife: Sudene, 1974.

SUERTEGARAY, Dirce Maria Antunes. Pesquisa de campo em Geografia. **GEOgraphia**, v. 4, n. 7, p. 64-68, 2002.

SUGUIO, K. A Importância da Geomorfologia em Geociências e áreas afins. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 1, n. 1, p. 80-87, 2000.

\_\_\_\_\_. **Dicionário de Geologia Sedimentar e áreas afins**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998.

TRICART, Jean. Paisagem e ecologia. **Inter-facies**, n. 76, São José do Rio Preto: Ibilce-Unesp, 1982.

WELLS, S. G.; BULLARD, T. F.; MENGES, C. M.; DRAKE, P. A.; KARAS, K. I.; KELSON, K. I.; RITTER, J. B.; WESLING, J. R. Regional variations tectonic geomorphology along a segmented convergent plate boundary, pacific coast of Costa Rica. **Geomorphology**, Amsnterdam: Elsevier Science Publishers B. V., 1988. p. 239-265.

XAVIER-DA-SILVA, J. Geomorfologia e Geoprocessamento. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia**: uma atualização de bases e conceitos. 7. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. p. 393-413.

# ANEXO

**ANEXO A – CARTA TOPOGRÁFICA ITAPOROROCA 1:25.000**

## ANEXO B – SALIENTE NORDESTINO

