



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

SERGIO BERNARDES DA SILVA

**METODOLOGIAS DE MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO PARA O
SEMIÁRIDO: em busca de uma padronização**

Recife
2018

SERGIO BERNARDES DA SILVA

**METODOLOGIAS DE MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO PARA O
SEMIÁRIDO: em busca de uma padronização**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Geografia.

Área de concentração: Regionalização e Análise Regional

Orientadora: Prof.^a Dr^a Danielle Gomes da Silva

Recife
2018

Catálogo na fonte
Bibliotecária Maria do Carmo de Paiva, CRB4-1291

S586m Silva, Sergio Bernardes da.
Metodologias de mapeamento geomorfológico para o semiárido : em busca de uma padronização / Sergio Bernardes da Silva. – 2018.
151 f. : il.; 30 cm.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Danielle Gomes da Silva.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco, CFCH.
Programa de Pós-graduação em Geografia, Recife, 2018.
Inclui referências e apêndices.

1. Geografia. 2. Geomorfologia. 3. Cartografia. 4. Mapeamento geomorfológico. I. Silva, Danielle Gomes da (Orientadora). II. Título.

910 CDD (22. ed.)

UFPE (BCFCH2019-080)

SERGIO BERNARDES DA SILVA

**METODOLOGIAS DE MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO PARA O
SEMIÁRIDO: em busca de uma padronização**

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Geografia da
Universidade Federal de Pernambuco,
como requisito parcial para a obtenção do
título de Mestre em Geografia.

Aprovada em 24/08/2018

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Danielle Gomes da Silva (Orientadora)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof^o. Dr. Antônio Carlos de Barros Corrêa (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof^o. Dr. Hugo Rogério de Barros (Examinador Externo)
Universidade Federal de Pernambuco

Dedico a Cris,
não porque faz sentido,
mas pelo que inventamos juntos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à professora Danielle pela ideia deste trabalho e por toda a sua consideração e leveza de coração comigo, desde o princípio.

Agradeço à banca de qualificação, composta pelos professores Antônio Carlos e Fabrizio pelas valiosas contribuições a esse trabalho.

Agradeço a Capes/Cnpq, hoje ameaçada de não subsidiar outras pesquisas como essa. E ao Eduardo, mais que Secretário, amigo de todos os alunos da pós-graduação.

Agradeço ao apoio, e dedico esse trabalho aos meus primeiros amigos na PPGEQ: Carlos e Carla. Que este País honre as suas vidas.

A Cris, a mulher com quem me casei para a vida na alegria dos vinhos e chocolates, mas também na tristeza de vermos o ex-presidente Luiz Inácio Lula da Silva, o maior presidente que este País já teve, cerceado da liberdade de estar na sua casa reunido com a família, ou de andar por este país que tanto ajudou.

Ela e eu gostaríamos que você soubesse que não passou um dia dos mais de cem que está injustamente preso em Curitiba que deixamos de lamentar e de te desejar força.

Lute Presidente Lula pela sua honra, virtude esta não encontrada em seus algozes.

Lute Presidente Lula, porque precisamos de você para que o Brasil volte a nos dar orgulho de sermos brasileiros.

Conforme LULA (2018): podem matar uma, duas, três flores, mas nunca impedirão a chegada da primavera.

A perícia e prazer do geomorfólogo estão na leitura, o máximo que puder da história das paisagens (BLOOM, ARTHUR, L., 1997, P.111).

RESUMO

Esta dissertação tem como objetivo trazer elementos que conduzam a uma padronização cartográfica para o sistema de mapeamento no ambiente semiárido da região Nordeste, através da aplicação das orientações dos manuais normativos de Demek (1972) e IBGE (2009) que são os sistemas mais referenciados no Brasil. O recorte geográfico de estudo compreende uma fração do Nordeste brasileiro constituída de litologia cristalina do Planalto da Borborema no semiárido pernambucano - da articulação oficial em escala 1:100.000. Busca-se comparar e avaliar a potencialidade e adequação destes sistemas para as formas de relevo desta região do País, tendo como critérios chave: a escala, a estrutura hierárquica, a simbologia normativa e os princípios fundamentais para o mapeamento geomorfológico. Os resultados apontam para a desmistificação de tabus que cercam este campo do conhecimento e que são entraves à evolução de uma legenda única, tais como: a ideia de que um método é melhor porque traz um maior número de informações para o mapa; de que é possível a adaptação de um método a partir da sobreposição de aspectos entre legendas de outros; a prevalência da condição autoral/particular do mapeamento em detrimento do objetivo científico. E por fim, destaca-se que embora a maneira como cada uma das duas metodologias realiza o mapa seja diferente, as suas legendas indicam os princípios que fundamentam a cartografia geomorfológica e são adequadas ao ambiente semiárido, não sendo recomendado uma sobreposição destas metodologias para uma proposta de um manual novo.

Palavras-chave: Mapa geomorfológico. Semiárido. Legenda geomorfológica. Padronização geomorfológica. Geoprocessamento.

ABSTRACT

This research aims to offer a cartography standard to a mapping system into semiarid environment of Northeast region in Brazil using an application of normative manuals made by Demek (1972) and IBGE (2009), which are the most system have refereed in Brazil. The study area is a part of Northeast Brazilian constituted by a crystal lithology of Borborema plateau in semiarid of state of Pernambuco as part of official articulation in scale 1:100.000. The intention is to compare and to evaluate the potentiality of both systems applicated of these relief forms, based on some criteria: scale, hierarchical structure, normative symbol and fundamental principles of geomorphological mapping. The results show a demystification of taboos which surrounding this field of knowledge and which are obstacle to the construction of the unique legend. Some types of taboos which reverberate: i) the idea of that a method is better than other because it brings a major number of information to the map; ii) it is possible to adapt a method from the overlap of aspects between legends; iii) the prevalence of authorial condition from the mapping instead of scientific objective. As a conclusion, the research shows that although the two methodologies result in different maps, their legends indicates the main principles of geomorphological cartography and they are appropriate to semiarid. Therefore, it is not recommended an overlap of these methodologies for a new manual.

Key-words: Geomorphological mapping. Semiarid. Geomorphological legend. Geomorphological standardization. Geoprocessing.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa de localização da área de estudo.....	62
Figura 2 - Isotherma média da temperatura anual em C° para o período de 1961 a 1999	63
Figura 3 - Isoieta média da pluviosidade anual em mm para o período de 1961 a 1999	63
Figura 4 - Mapa de Unidades de Relevo regional e da área de estudos.....	66
Figura 5 - Mapa de localização das Unidades Megageomorfoestruturais do Planalto da Borborema.....	71
Figura 6 - unidade de relevo – maciço em crista: topo aguçado	91
Figura 7 - unidade de relevo – maciço em crista: topo aguçado	91
Figura 8 - unidade de relevo – pedimento: topo tabular	92
Figura 9 - unidade de relevo – pedimento: topo tabular	92
Figura 10 - unidade de relevo – encosta: topo convexo	92
Figura 11 - unidade de relevo – encosta: topo convexo	92
Figura 12 - unidade de relevo – encosta: topo convexo	92
Figura 13 - Curva de nível	95
Figura 14 - Morfometria: classe de aprofundamento da incisão.....	99
Figura 15 - Declividade das vertentes em ângulo de inclinação	100

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Evolução comparada simplificada do conhecimento geomorfológico.....	23
Quadro 2 - As cores e símbolos para o mapa geomorfológico em escala 1:100 000, gerados em sistema SIG, conforme o sistema de legenda unificada de Demek (1972).....	106
Quadro 3 - As cores e símbolos simplificados para o mapa geomorfológico em escala 1:100 000, gerados em sistema SIG, conforme o sistema de legenda unificada de IBGE (2009).	108

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Aplicação dos princípios básicos geomorfológicos aos sistemas de mapeamento europeus comparados.....	47
Tabela 2 - Principais eventos geológicos e de processos na formação do Planalto da Borborema.....	70
Tabela 3 - Classificação da densidade de drenagem (Dd).....	98
Tabela 4 - Classificação do aprofundamento da incisão (Ai)	99
Tabela 5 - Classificação para o ângulo de inclinação da vertente (lv)	100
Tabela 6 - Estrutura da legenda conforme Demek (1972)	102
Tabela 7 - Estrutura da Legenda conforme IBGE (2009)	103
Tabela 8 - Avaliação para as metodologias Demek (1972) e IBGE (2009) comparadas.....	113

LISTA DE SIGLAS

ASF	ALASKA SATELLITE FACILITY
ALOS-PALSAR	ADVANCED LAND OBSERVING SATELLITE
CPRM	COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS
EMBRAPA	EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA
IBGE	INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA
INMET	INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA
INPE	INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS
MDE	MODELO DIGITAL DE ELEVAÇÃO
MMA	MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE
PDI	PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS
RADAMBRASIL	RADAR DA AMAZÔNIA AMPLIADO PARA TODO O TERRITÓRIO NACIONAL
RTC	RADIOMETRICALLY TERRAIN-CORRECTED
SIG	SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA
SIVAM	SISTEMA DE VIGILÂNCIA DA AMAZÔNIA
SRTM	SHUTTLE RADAR TOPOGRAPHY MISSION
TOA	TOP OF ATMOSPHERE REFLECTANCE
UGI	UNIÃO GEOGRÁFICA INTERNACIONAL
UTM	UNIVERSAL TRANVERSE MERCATOR

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	JUSTIFICATIVA	16
1.2	OBJETIVOS	17
1.2.1	Objetivo Geral	17
1.2.2	Objetivos Específicos	18
1.3	ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	18
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
2.1	AS LINHAS EPISTEMOLÓGICAS DA TEORIA E DO MÉTODO DE INVESTIGAÇÃO EM GEOMORFOLOGIA	19
2.1.1	As duas linhas epistemológicas: a anglo americana e a germânica	20
2.1.2	Análise comparativa entre as duas correntes geomorfológicas	23
2.1.3	A evolução e as influências epistemológicas na geomorfologia brasileira	25
2.2	A GEOMORFOLOGIA ANALÍTICA E A SUA ANÁLISE APLICADA	28
2.2.1	A geomorfologia pura e aplicada	29
2.2.2	A cartografia geomorfológica analítica e aplicada	31
2.3	A CARTOGRAFIA GEOMORFOLÓGICA: o conceito de escala para os trabalhos de mapeamento geomorfológico	34
2.3.1	O conceito de escala e a estrutura hierárquica dos sistemas geomórficos	36
2.3.2	A evolução das técnicas e metodologias cartográficas de representação do relevo	38
2.3.3	Simbologia Cartográfica	40
2.4	O CARÁTER DO MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO	43
2.4.1	Os sistemas de mapeamentos geomorfológicos comparados	44
2.4.2	Uma busca da normatização metodológica	51
2.5	METODOLOGIAS DE MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO	56
2.5.1	Manual IBGE (2009)	58
2.5.2	Manual DEMEK (1972)	59
3	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA GEOGRÁFICA	61
3.1	LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	61
3.2	A GEOLOGIA REGIONAL, O DOMÍNIO GEOMORFOLÓGICO E AS CATEGORIAS DE CATENAS	65

3.2.1	A geologia regional	65
3.2.2	O domínio geomorfológico.....	67
3.2.3	As categorias de catenas	68
3.3	ASPECTOS DO ESTRATO GEOGRÁFICO PARA A FOLHA DE BELO JARDIM.....	70
3.3.1	Depressão Interplanáltica Pernambucana (6).....	72
3.3.2	Maciços Remobilizados do Domínio da Zona Transversal (3)	81
3.3.3	Cimeira estrutural Pernambuco-Alagoas (2).....	84
4	MÉTODOS E TÉCNICAS	89
4.1	A CONSTRUÇÃO DA BASE DE DADOS	90
4.2	MATERIAIS E PROCEDIMENTOS TÉCNICOS.....	93
4.3	O TRATAMENTO, CORRELAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS.....	101
5	ANÁLISE DOS RESULTADOS	102
5.1	BREVE DESCRIÇÃO ESTATÍSTICA DAS LEGENDAS DEMEK E IBGE	102
5.2	METODOLOGIAS DE MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO COMPARADAS E ANALISADAS, SEGUNDO OS MANUAIS: IBGE (2009) e DEMEK (1972)	104
5.2.1	Aspectos gerais: Princípios básicos	105
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	115
	REFERÊNCIAS	119
	APÊNDICE A - PLUVIOSIDADE ACUMULADA NO PERÍODO DE 1960 A 1990	129
	APÊNDICE B - TEMPERATURA MÉDIA NO PERÍODO DE 1960 A 1990	130
	APÊNDICE C - SÍNTESE SOBRE A EVOLUÇÃO GEOLÓGICA DA PROVÍNCIA BORBOREMA, VÁRIOS AUTORES	131

1 INTRODUÇÃO

A geomorfologia, considerando que a representação do relevo do semiárido brasileiro por mapeamento sistemático em escalas de detalhe e média, ainda esteja por ser realizada, busca o entendimento da problemática que permeia a sua execução, entre outras: a ausência de uma metodologia, consensualmente definida às formas autóctones da região do semiárido.

O aprofundamento a esta questão, segundo Seijmonsbergen (2013) resume-se ao fato de a uniformidade entre as legendas geomorfológicas não existir, principalmente porque as escolas tradicionais de mapeamento desenvolveram sistemas independentes para uso em diferentes escalas e em uma variedade de paisagens.

Switzer e Kennedy (2013) acrescentam os avanços tecnológicos dos programas e instrumentos voltados à aplicação no mapeamento que mudaram a preparação, a coleta de dados, a análise, o armazenamento e a visualização do mapa geomorfológico moderno, permitindo a construção de coleções digitais de camadas de informações consistidas em dados georreferenciados de vetor e raster, vinculados ao conteúdo das tabelas armazenadas em um banco de dados relacional.

Disto decorre, não é de hoje, que as dificuldades de gerenciamento dos grandes conjuntos de dados que estes avanços proporcionaram, acentuam a necessidade de uma orientação teórico-metodológica coerente e que responda: como representar esta massa de dados de forma unificada, compreensível e dinâmica (MARQUES, 1998).

No território nacional, majoritariamente, os trabalhos de mapeamento geomorfológico realizados em escalas menores apontam para duas metodologias: IBGE (2009) e Demek (1972). Respectivamente, a primeira é elaborada pelo órgão oficial da cartografia brasileira para o nosso território e determina a sua aplicação entre escalas menores ou igual a 1:250.000, portanto, não deixa orientação para os procedimentos em escalas de detalhe. E a segunda, trata-se de uma orientação da UGI (União Geográfica Internacional) de aplicação universal para as diversas paisagens do globo, que propõe chegar até o nível de detalhe.

A questão que pretende-se responder com essa dissertação, diante do aqui exposto: qual metodologia é a mais adequada à dinâmica natural do semiárido? A metodologia proposta por IBGE (2009) ou por Demek (1972)?

O recorte geográfico a ser mapeado, a partir das duas metodologias, está localizado numa porção cristalina do ambiente semiárido do Brasil, especificamente pela folha de Belo Jardim da articulação oficial em escala 1:100.000. Objetiva-se a sua comparação e análise quanto a potencialidade e adequação ao mapeamento das formas de relevo desta região do País, tendo como critério chave: a escala, a estrutura hierárquica e a simbologia geomorfológica.

Os resultados levantados a partir da comparação e avaliação das metodologias de mapeamento do relevo priorizam evidenciar as suas diferenças e discutir as suas possibilidades de aplicação para um ambiente específico.

1.1 JUSTIFICATIVA

No caso desta dissertação a sua relevância pode ser justificada, primeiramente, pela constatação de não haver mapeamentos geomorfológicos suficientes para recobrimento sistemático executado para o semiárido, salvo o Projeto Radam de 1980 em escala pequena, 1:1.000.000 e, mais recentemente, em 2007 para a Amazônia Legal, mas que deverá abranger o semiárido.

Embora tenha nascido no SIVAM, foi incorporado pelo IBGE, tendo como meta estruturante converter a metodologia do mapeamento sistemático para o meio digital, agora na escala 1:250.000 e que está disponível, parcialmente, na página eletrônica do IBGE em <https://www.ibge.gov.br/geociencias>. As primeiras folhas publicadas informam que esta atualização tem como base a interpretação do acervo de imagens de radar, imagens Landsat TM 5 e trabalhos de campo.

Fora estes mapeamentos, somente alguns raros trabalhos realizados dentro dos domínios das universidades em escala de detalhe e média, como é o caso da carta geomorfológica elaborada por Silva (2008), também para a folha de Belo Jardim no estado de Pernambuco, ainda não publicada.

Além do tamanho da área a ser mapeada, implicando no fator custo, o fato da carta geomorfológica de detalhe ser um instrumento que envolve uma demanda complexa de procedimentos metodológicos, técnicos e operacionais que requerem do pesquisador uma gama de conhecimentos multidisciplinares, habilidade para integrá-los e organizá-los em uma base cartográfica contínua, sugere que este seja um dos motivos para esta ausência de informação cartográfica percebida em escalas maiores, não somente no Brasil como no mundo, fato este corroborado por Cunha *et. al.*, 2003).

Uma outra justificativa, esta mais específica, corresponde à ausência de uma padronização ou unificação cartográfica para a identificação e classificação de feições geomorfológicas para o semiárido brasileiro.

Esta ausência de um sistema, para atender as especificidades desta fração do território nacional, significa que os manuais técnicos de mapeamento geomorfológico existentes necessitam passar por uma adequação ou conciliação por parte do pesquisador entre a aplicação desejada, o método e a escala de representação adotada, tornando a cartografia geomorfológica uma atividade complexa, conforme aponta Correia, 2008.

No âmbito acadêmico, o debate das metodologias de mapeamento geomorfológico disseminadas pelos seus centros de excelência para a sedimentação de uma padronização para a Região, e que propicie a representação clara e objetiva da forma do relevo, será forte aliado para que se enfrente o desafio da construção de uma legenda unificada para o semiárido partir de uma metodologia própria ou pela adequação dos sistemas existentes

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo principal deste trabalho é o de comparar e avaliar as duas metodologias de mapeamento geomorfológico (IBGE e Demek) para fração do Nordeste brasileiro constituída de litologia cristalina do Planalto da Borborema no semiárido pernambucano, tendo em vista sua adequação e pertinência para esta região do País.

1.2.2 Objetivos Específicos

Como objetivos específicos destacam-se os seguintes passos:

- a. Definir as unidades geoambientais da área de estudo a partir de uma análise geossistêmica tendo por base a compartimentação do relevo para folha topográfica de Belo Jardim;
- b. Discutir o processo histórico de construção das metodologias de mapeamento geomorfológico de IBGE (2009) e da UGI (DEMEK, 1972);
- c. Elaborar dois mapas geomorfológicos, tendo como base a metodologia da UGI (DEMEK, 1972) e a metodologia do IBGE (2009).

1.3 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A dissertação está estruturada em 6 capítulos, sendo o primeiro, essa introdução. O capítulo dois trata sobre Revisão Bibliográfica, com destaque para os três conceitos clássicos da cartografia geomorfológica: escala, simbologia, metodologia e princípios básicos do mapa. O capítulo três constrói uma breve caracterização da área por meio da sua subdivisão em unidades geoambientais para a análise geossistêmica. Os Procedimentos Metodológicos adotados para a realização do trabalho são mostrados no capítulo quatro, onde se destacam os materiais e métodos utilizados. Os Resultados e Discussão dos dados e informações encontradas são apresentados no quinto capítulo. Na conclusão (capítulo seis) estão as considerações finais que comparam as duas metodologias buscando atender aos objetivos propostos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste tópico é realizada uma revisão teórica comum à ciência, sobre a cartografia geomorfológica e a suas diretrizes para o ambiente semiárido no Nordeste brasileiro, onde para LIMA (*et al.*, 2013), recai uma escassez de mapeamento geomorfológico em grande escala, traduzindo-se num vazio no conhecimento de estudos em nível de detalhe para esta região do País.

Na revisão dos aspectos gerais e aplicados da geomorfologia, destacam-se as linhas teóricas e metodológicas históricas e as influências na geomorfologia brasileira, passando também pela evolução da sua aplicação no contexto geográfico. O debate sobre a necessidade de uma padronização cartográfica para melhor adequação à realidade específica dos processos autóctones e relacionados à forma do relevo no semiárido, especificamente, está permeado pelos conceitos e problemáticas que estruturam os trabalhos em geomorfologia e cartografia do relevo: escala, estrutura hierárquica, simbologia e metodologias na visão de autores como: KOHLER, 2001; LIMA *et. al.* 2013; ABREU 2003; RODRIGUES, 2010 entre outros.

2.1 AS LINHAS EPISTEMOLÓGICAS DA TEORIA E DO MÉTODO DE INVESTIGAÇÃO EM GEOMORFOLOGIA

A evolução da geomorfologia, segundo Abreu (1983), indica duas linhas epistemológicas de pensamento no mundo: a anglo americana e a germânica. A primeira, interessando também a autores de língua francesa, e a outra, germânica, incorporando a maior parte da produção em alemão, russo e polonês. Para Marques (1998), estes dois troncos metodológicos receberam grande estímulo no século XIX com o desenvolvimento das ciências em geral, como da cartografia, dos métodos de trabalho de campo e dos meios de divulgação de um crescente números de livros e artigos.

O desenrolar histórico destas duas linhas epistemológicas na geomorfologia parecem conduzir a uma nova estrutura, a qual tende buscar, cada vez mais, o aspecto das geociências direcionadas para uma interface complexa, tendendo a ampliar seus fundamentos ecológicos, como uma volta às suas origens, na medida em que a escala

de análise regional e de detalhe vão sendo mais abordadas na investigação do relevo (ABREU, 2003).

2.1.1 As duas linhas epistemológicas: a anglo americana e a germânica

Nos Estados Unidos, a geomorfologia nasce por intermédio da geologia, ao passo que na Alemanha, a partir de uma concepção mais abrangente e naturalista de ciências da terra (MIKESELL, 1969; ABREU, 2003). Segundo Marques (1998), as observações empíricas, os estudos sistemáticos, os conceitos e ideias necessitavam ser revisitados e articulados. Este cenário somente vai mudar no final do século XIX, em 1899, com a Teoria de Evolução do Relevo por W. M. Davis. Os estágios do ciclo de erosão desenvolvidos por este autor, embora criticados à época, trouxeram um novo paradigma aos estudos sobre o relevo (BIGARELLA, 2003).

A discussão sobre o modelo evolutivo de Pedimentação e Pediplanação, proposto por King na década de 1950, vincula-se melhor ao semiárido. No entanto, segundo Leite (2011), entre os modelos mais atuais estão: o de Equilíbrio Dinâmico, sugerido por Gilbert no final do século XIX e retomado por Hack na década de 1960; e o Probabilístico, difundido por Leopold e colaboradores na mesma década.

Leite (2011) enfatiza que cada uma das percepções teórico-conceituais prestigia mais determinados aspectos de processos específicos de condicionantes geológicas ou climáticas, acrescentando importantes contribuições de modo que nenhuma pode ser considerada absoluta. Todas estão presentes, direta ou indiretamente, em maior ou menor proporção nos trabalhos realizados pelos estudiosos do presente, em especial por geógrafos físicos.

A teoria de Davis explica que no relevo jovem existem amplos interflúvios e poucos tributários. No relevo maduro existe o desenvolvimento completo das redes de drenagem e, por fim, no relevo senil, os vales são muito largos e os interflúvios são rebaixados (GREGORY, 1992; CRUZ, 1985; MONTEIRO, 2000; BIGARELLA, 2003; SILVA, 2012).

Suscintamente, no modelo do ciclo geográfico ideal de Davis, as paisagens evoluiriam por estágios ou ciclos a partir do soerguimento da região devido a movimentos crustais. Assim, o primeiro elo de encadeamento deste modelo, o estágio de juventude, caracteriza-se com o manto de intemperismo migrando encosta abaixo por gravidade, sendo então removido pelo rio como parte de sua carga, até que a capacidade de recebimento e transporte do rio seja excedida, atingindo o ciclo final, o de senilidade.

Neste estágio de senilidade, as superfícies seriam reduzidas ao nível do mar, quase a um plano, atingindo a condição de equilíbrio com a diminuição da declividade. A paisagem seria representada por rios meandrados numa feição aplainada, ou suavemente ondulada, denominada de Peneplano. Sobre o recuo das encostas, ele decorreria de uma diminuição de sua declividade, desenvolvendo-se um perfil convexo no topo, enquanto que por uma concavidade na base, seja qual for a sua morfologia inicial. No clima úmido haveria diminuição da declividade e no árido ela seria preservada (BIGARELLA 2003).

Para King & Schumm (1980), a única situação em que o equilíbrio poderia ser rompido, marcando o início de um novo ciclo de erosão, ocorreria quando o ambiente fosse submetido à ação de forças crustais, eustáticas somado a ocorrência de mudanças climáticas.

No século XX, a linha anglo-americana caracterizou-se por apoiar-se na teoria da evolução do relevo de Davis, até praticamente o período da II Guerra Mundial. Destacaram-se nesta linha as obras em francês *Morphologie Structurale* de Pierre Birot e *Géomorphologie Structurale* de Jean Tricart (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Foi neste período que A. Penk e W. Penk, dois dos maiores críticos das ideias davisiana e à frente da escola geomorfológica alemã, chamaram a atenção para a tônica que se deveria dar no futuro ao estudo das vertentes e aos processos associados, trazendo o limiar da contestação do paradigma anterior e a preparação do terreno para o advento de novos paradigmas (ABREU, 2003).

E dentro de um contexto anglófono, na sequência, coube a Lester King a tentativa de incorporar o modelo *penkano* ao modelo de Pedimentação e Pediplanação. Segundo King, o modelo proposto por Penck em 1924, seria o mais adequado a suas observações. De acordo com este autor, as encostas evoluíam devido a um recuo paralelo da sua superfície, por erosão, ou seja, sem que houvesse diminuição da declividade, culminando ao final do processo, em um perfil côncavo.

O processo essencial consiste no recuo paralelo das vertentes, com fluxo dos detritos da encosta saindo como um lençol que se move para jusante em direção ao sistema fluvial. Este processo tem sido referido como pedimentação, porque ele enfatiza a formação das superfícies extensivas suavemente inclinadas, encontrados nos sopés das vertentes (KING, 1953; BIGARELLA, 2003; BIGARELLA *et. al.*, 2016).

A linha alemã, de maneira mais intensa, diferenciava-se pela observação e análise dos fenômenos naturais de caráter atmosféricos e biológicos, abarcando um conjunto de autores naturalistas do idealismo filosófico alemão, entre eles Goethe, que precederam os grandes destaques nas primeiras décadas do século XX, como Von Richthofen, seguido por A. Penck.

Embora tenha sido W. Penck que a partir da sua publicação, em 1924 *Die Morphologische Analyse Ein Kapitel der physikalischen Geologie*, e da realização do *Düsseldorfer Naturforschertag*, em 1926, que consolidou a ideia do clima como grande responsável na morfogênese da paisagem. Os estudos geomorfológicos da linha alemã contestavam o método da proposição davisiana, enfatizando à cartografia geomorfológica, estudos geográficos da paisagem e fisiologia da paisagem (ABREU, 2003).

direcionam o entendimento de uma corrente ao naturalismo, marcada pela observação, a subjetividade e verbalização, cujos filósofos, como Kant e Goethe, figuram no embasamento desta linhagem. Enquanto em uma outra corrente a partir dos conceitos determinista e positivista-cientificista, conforme o pensamento filosófico de H. Bergson, concebia como científico somente aqueles dados que pudessem ser descritos numa relação de causa e efeito.

De início, para uma abstração do que é essencial no encadeamento geral evolutivo da geomorfologia, no quadro 1, os autores estão ordenados cronologicamente por sua produção mais representativa, num contexto global de cada corrente. Todavia, salienta-se que na linha alemã, especificamente, encontra-se uma quantidade maior de autores que trouxeram substância ao método ou aos conceitos geomorfológicos, sendo por esta razão ter-se optado pela omissão de alguns nomes no quadro, permanecendo um ou dois nomes de cada nacionalidade.

Mesmo assim, houve espaço para autores de representatividade na geomorfologia brasileira e que consagraram os seus trabalhos de pesquisa a esta linha epistemológica, como é o caso do geógrafo Aziz Ab'Saber. Embora os nomes de Bigarella e Maria Regina Mousinho de Meis apareçam nesta mesma linhagem, ainda que dentro de um contexto periférico Abreu (2003), é notória a abordagem de viés fortemente climático em seus estudos.

Sobre a corrente anglo-americana, os grandes nomes ganham destaque de forma individual e não de forma coletiva, englobada e sem rupturas, como na corrente alemã. Nesta, também se observa marcadamente as proposições teóricas, enquanto que a outra é dedicada à formulação de conceitos e de sua sistematização.

Assim, o quadro 1 objetiva evidenciar que, apesar dos dois troncos epistemológicos desenvolverem-se de forma distinta e paralela, houveram contatos e interferência mútua na produção de resultados de ambas as linhas, como é possível verificar no modelo de Penck que foi adaptado por King para seu modelo de Pedimentação, e no desenvolvimento de modelos de classificação do relevo por Gerasimov e Limaszewski, aproveitado pelos autores da corrente anglófona.

Entretanto, a tônica impactante dentro dos trabalhos acontecia de forma diferente para cada corrente. Enquanto, a linha anglo americana era impactada pela revolução quantitativa, desde os anos 1940, com a aplicação do conjunto das redes, da teoria dos gráficos, da teoria dos conjuntos, da teoria da informação através da cibernética (Bertalanffy, 1973) e com o uso generalizado de quantificação por meio de computadores, segundo Christofolletti (1980).

A corrente alemã também repercutia esta influência em seus trabalhos, contudo evoluía mais harmoniosamente no sentido de integração das ciências da terra, por intermédio da geoecologia e do planejamento ambiental, numa perspectiva de valorização do homem que surge como instrumento de articulação teórica com a geografia.

No lado da corrente anglo americana, a pouca articulação e harmonia dentro da disciplina devido ao quadro de referências teóricas orientadas mais a uma perspectiva geológica e hidrológica, irá produzir o seu isolamento dentro da geografia, com boa parte dos geógrafos alinhando-se às ciências sociais.

Atualmente, no desencadeamento evolutivo do conhecimento geomorfológico, principalmente com a internacionalização do conhecimento e as necessidades de melhor implantação dos projetos humanos de uso do meio natural, o quadro 1 mostra uma contínua tendência à ecologia e de um hibridismo metodológico dos autores contemporâneos, com grande parte dos trabalhos apresentando uma abordagem de escala regional e de detalhe.

2.1.3 A evolução e as influências epistemológicas na geomorfologia brasileira

Numa breve sistematização sobre a evolução dos estudos geomorfológicos no Brasil que repercutiram as ideias da linha alemã e anglo-americana, recebendo fortes influências dos franceses, segundo Zaidan (2011), Marques (1998), Casseti, (1994) e Ab'Saber (1969), pode-se distinguir períodos distintos:

- i) As Comissões geológicas de 1817 a 1910 promovidas pelo Império que contribuíram com uma ampla documentação sobre geologia, geografia física e cartografia;

- ii) Os estudos pioneiros de 1910 a 1940, marcado pelo predomínio de pesquisadores estrangeiros, especialistas em geologia e geomorfologia, sendo os estudos geomorfológicos atribuídos às primeiras gerações de geólogos brasileiros;
- iii) Os trabalhos publicados no mundo nas décadas de 1940 e 1950 estavam sob forte influência de W.M. Davis, cujo foco era a identificação das superfícies de aplainamento e sua correlação com ciclos de erosão de diferentes idades. Enquanto, no Brasil, a geomorfologia dava início com uma maior participação de geógrafos, sendo a criação do IBGE em 1937, um dos marcos desta transformação. Neste período destacam-se: de 1940 a 1949 a implantação das técnicas modernas, caracterizando-se pela tentativa de sistematização do conhecimento geomorfológico acumulado até então, por meio da criação das primeiras faculdades de Filosofia no País e o Conselho Nacional de Geografia. Após 1950 se inicia o período contemporâneo da geomorfologia brasileira, através de uma acelerada evolução.

No cenário acadêmico da época, a grande aceitação das ideias de King, transformou-se em importante oportunidade para verificação e testes de seu modelo em regiões do planeta de clima tropical. Não tardou o convite do Conselho Nacional de Geografia (IBGE) em meados da década de 1950, para que King realizasse um amplo trabalho de observações junto aos pesquisadores brasileiros. A área de abrangência compreendeu um milhão de quilômetros quadrados entre a costa e o interior, percorrendo em excursões de campo, da região Nordeste no vale do rio São Francisco, chegando a região Sudeste no Estado de São Paulo (KING, 1956; LEITE, 2011).

Nas suas observações com forte viés geológico, resultando numa sequência de ciclos de soerguimentos topográficos, intercalados com ciclos de erosão, responsáveis pela dissecação dos blocos de rocha soerguidos, King interpreta a evolução do relevo da região visitada como tendo ocorrido devido ao recuo paralelo das encostas. Ou seja, as topografias iniciais, ou as sequências de escarpas, seriam progressivamente remodeladas por ciclos de erosão e recuos topográficos subsequentes. (KING, 1956; LEITE, 2011; BIGARELA, 2003)

No entanto, os seguidores da escola de geomorfologia climática se tornaram grandes críticos do modelo de King. Enquanto este autor concebe uma origem tectônica para as interrupções dos ciclos de aplainamento, J. J. Bigarella, debruçado em estudos de macro escala e colaboradores, acreditam em uma ciclicidade baseada majoritariamente nas alternâncias climáticas entre o semiárido e o úmido (BIGARELLA, 2003; BIGARELLA *et al.*, 2016).

Segundo Bigarella *et al.* (2016), as críticas destes autores ao modelo de King, tendo como base as investigações realizadas nas regiões Sul e Sudeste do Brasil e sem fazer referências às particularidades da hidrologia subsuperficial de tais ambientes, consistem no clima como o principal fator de explicação da paisagem e da descontinuidade espacial que ela apresenta nas superfícies aplainadas.

Para esses autores, os movimentos crustais e o seu arrasamento não explicam as grandes superfícies aplainadas, os Pediplanos; e os níveis embutidos nos vales, os Pedimentos; mas sim, as condições de climas secos que, atuando sobre os remanescentes desta antiga superfície de erosão (pedimento), produziram sequências de colinas cujos topos estariam distribuídos segundo diferentes níveis altimétricos.

Assim, os pedimentos são considerados como superfícies contemporâneas desenvolvidas em alvéolos a diferentes faixas de altitudes. Explicando melhor, estes autores admitem que o soerguimento terrestre contribuiu para uma maior diferença de nível entre as várias superfícies de erosão. Afirmam ainda que o mesmo consistiria essencialmente em uma sutil interação entre profundas mudanças climáticas, variações dos níveis de base local e deslocamentos crustais.

Eles entendem que a alternância cíclica entre os climas seco e úmido modelaram o relevo original a partir do seu arrasamento por erosão e recuo paralelo das encostas. A atuação cíclica do clima seco deixa uma superfície aplanada (os Pediplanos). Isso ocorre ao mesmo tempo que o manto intempérico (os Pedimentos), que estão embutidos nos vales em níveis topográficos variados e desenvolvidos em superfícies côncavas, evoluem na dependência dos níveis de base locais (nickpoints), mantidos

pela rede de drenagem. Os blocos rochosos mais resistentes são modelados em sequências colinosas de topos com diferentes faixas topográficas.

Outro aspecto de críticas é o critério puramente altimétrico de King para a datação e correlação entre os diferentes níveis de aplainamento, pois para os integrantes da escola climática brasileira, não foi encontrado o gradiente cronológico de montante para jusante que havia sido proposto por Penck e posteriormente por King.

Porém, Maria Regina Mousinho Meis (1982), uma de suas colaboradoras, interessou-se por realizar um estudo mais detalhado dos processos de sedimentação que lhe eram característicos, ao observar a intensa repetição de feições côncavas no compartimento colinoso (residual) da paisagem. Seus trabalhos tinham por base uma abordagem temporal, fundamentada na análise dos registros morfológicos e estratigráficos do relevo (COELHO NETO, 2005).

Em seus estudos sobre o mecanismo de evolução das vertentes a partir de 1980, desenvolvidos no médio vale do rio Paraíba do Sul (entre os Estados de São Paulo e Rio de Janeiro), a pesquisadora demonstra que, apesar dos processos físicos e mecânicos do intemperismo atuarem ao mesmo tempo em todos os níveis do relevo, a descontinuidade espacial apresentada pela erosão se deve a sua simples progressão natural que pode promover alterações dos níveis de base, relativizando a ocorrência de oscilações climáticas (LEITE, 2011; BIGARELLA et al, 2016).

2.2 A GEOMORFOLOGIA ANALÍTICA E A SUA ANÁLISE APLICADA

Neste tópico tem-se que a geomorfologia assume, cada vez mais, o papel de atender às questões da sociedade quanto o uso do meio natural no prisma da superfície do relevo, ao mesmo tempo que este tema ganha fôlego dentro dos departamentos de geografia das universidades públicas e, por si só, gera debates a respeito de uma geomorfologia acadêmica, preocupada com a criação de modelos precisos, e de uma outra geomorfologia a partir da sua aplicação, por meio de subprodutos gerados fora deste contexto de pesquisa, sendo de cunho mais prático e emergente.

2.2.1 A geomorfologia pura e aplicada

A distinção da geomorfologia nos primórdios (século XVII a XIX), segundo Joly (2013), esteve ligada aos estudos das engenharias, e mais especificamente, conforme Zaidan (2011), Marques (1998) e Abreu (2003), até a metade do século XX, foi ligada à geologia no Brasil.

A geomorfologia passou um longo período de tempo estagnada fisiograficamente, caracterizada por um processo descritivo das superfícies pediplanadas e sua cronologia, sem a menor preocupação com o seu valor prático. Irá se destacar como ciência autônoma somente a partir das necessidades práticas da compreensão da superfície em seus processos naturais e derivados da ação humana ou pelo avanço no conhecimento em geomorfologia dos processos (GREGORY, 1992).

A partir deste ponto decorre que é possível observar um movimento da geomorfologia teórica para a aplicação, ou uma cisão sob dois conjuntos de interesses simultâneos e dependentes entre si: os interesses pragmáticos e os interesses científicos (RODRIGUES, 2006, 1997; GUSTAVSSON, 2006; GREGORY, 1992).

Ao mesmo tempo que a geomorfologia moderna pura, ou de abordagem analítica, caracteriza-se por estudos teóricos desenvolvidos na área científica e acadêmica, onde algumas práticas são comuns, como por exemplo: a realização de testes em maior profundidade para a geração de modelos, até a condição de conseguir chegar aos efeitos esperados por certas interpretações; e a liberdade de se debruçar sobre temas de pouco interesse imediato e não ter que dar conclusões e respostas às urgências das sociedades humanas, restritas sob limites temporais e espaciais rígidos. Na geomorfologia moderna aplicada ou pragmática, ao contrário, a pressa pela conclusão e respostas é bem mais presente, o que implica em práticas diferentes da academia, como a interpretação, a decodificação e a adaptação do conhecimento geomorfológico teórico realizado pela primeira, para fins de absorção em processos de planejamento (RODRIGUES, 2006;1997; GUSTAVSSON, 2006; GREGORY, 1992; HAYDEN, 1986).

No mesmo sentido que se distingue o que é ciência pura e aplicada, se considerarmos uma definição clássica de geomorfologia, como sendo o estudo das formas, dos materiais e dos processos, então pode-se dizer que há a coexistência de uma apoiando a outra. O que significa que a ciência aplicada, ou pragmática, possui a sua sobrevivência no conhecimento desenvolvido pela pesquisa geomorfológica teórica, enquanto contribui, trazendo à tona questões do cotidiano ainda não suficientemente desenvolvidas pela ciência de caráter geral. A ciência pura, concomitantemente, por sua vez, busca o refinamento das definições, reorganizando as suas prioridades de investigação teórica metodológica, tendo em vista o conhecimento gerado por ela ter sido posto em dúvida (HAYDEN 1986).

Como desdobramento deste comensalismo descrito conclui-se, de forma indireta, a equivalência entre os dois ramos de conhecimento pautado, primeiramente do ponto de vista desta coexistência verificada na sua história, depois por não haver sobrevalorização de uma em relação a outra e, por último, pelos progressos recentes relacionados dentro e fora da própria disciplina.

Destacam-se neste primeiro grupo de aperfeiçoamento: o surgimento de estudos de processos e o desenvolvimento de técnicas quantitativas, o reconhecimento do homem como agente geomorfológico, o surgimento da análise sistêmica e desenvolvimento de técnicas como o sensoriamento remoto.

O segundo grupo de aperfeiçoamento, também marcando a sua influência sobre a temática geomorfológica, traz os seguintes elementos ocorridos em outros seguimentos da ciência, começando pelo conceito de ecossistema da ciência biológica, incorporado em decorrência da teoria dos sistemas desde Bertalanffy, mais propriamente a partir dos anos 1970, com J. Tricart, entre outros.

Neste encadeamento, verifica-se o surgimento da preocupação geral com a conservação no âmbito decisório e com o manejo ambiental, estes em decorrência do uso excessivo dos recursos naturais nas últimas décadas, em virtude da corrida econômica das superpotências e do bloco de países emergentes, entre eles o Brasil. Todos estes aperfeiçoamentos foram absorvidos, ao mesmo tempo, no fluxo

altamente estimulado e produtivo entre ambas, tendo na cartografia geomorfológica um elo de ligação firme e real na produção do conhecimento geomorfológico (ZAIDAN 2011; HART 1986; RODRIGUES, 2006, 1997).

Entretanto, segundo Marques (1998), a geomorfologia pode ser subdividida em áreas, como consequência às emergências dos problemas ligados ao relevo e à sociedade. Tais subdivisões estão voltadas ao campo de estudos geomorfológicos, como a Geomorfologia Estrutural, do Quaternário, Climática, Costeira, Continental, Dinâmica ou Funcional e dos Processos fluviais, eólicos, costeiros, glaciais, cársticos e das vertentes.

Logo, ao interesse específico de cada pesquisador, caberá a adequação da escala ao recorte geográfico pretendido. Ou seja, para uma grande regressão temporal dos fatos geomorfológicos, com maior influência dos processos tectônicos, toma-se a escala de análise pequena e, para se investigar a maior influência dos processos atmosféricos/antrópicos e menor regressão temporal, usa-se uma escala de análise grande (CAILLEUX, TRICART, 1956; SCHMIDT, 2005; CHORLEY et al. 1984; SCHUMM, 1985).

2.2.2 A cartografia geomorfológica analítica e aplicada

O inequívoco conflito sociedade-natureza, agora com maior intensidade em decorrência do atual estágio de evolução humana e da preservação dos ambientes naturais (Hart, 1986) que nos restam hoje em dia, geraram cenários dos mais preocupantes, são eles:

- (i) Em meio urbano: a ocupação humana de áreas de risco de enchentes e de deslizamento de terra que produzem, todos os anos, perdas materiais e de vidas;
- (ii) Em meio natural: a expansão da fronteira agrícola que na busca por mais espaços produtivos (CHRISTOFOLETTI, 1998), principalmente com o novo código florestal brasileiro, pode levar ao aumento do desmatamento de áreas naturais ou em recuperação;
- (iii) Em meio rural: a intensificação do uso das terras por práticas de manejo equivocadas, tanto pelo modelo agroexportador, quanto pelo modelo tradicional de

agricultura familiar (ARAUJO et. al. 2011), cabendo destacar que a estrutura fundiária existente no semiárido, impossibilita o acesso dos pequenos produtores à renda da terra, afetando sua sobrevivência e determinando, como uma das únicas alternativas, ou a fuga para as áreas urbanizadas, ou a busca por seu sustento, por meio da exploração excessiva sobre a base de recursos naturais existentes em suas propriedades ou do entorno (ROCHA 2010, SÁ et. al. 2009).

As consequências deste cenário percebem o desequilíbrio ecológico e ambientais à sociedade, como por exemplo: a supressão da vegetação nativa da região por meio de queimadas ou do corte de lenha destinada às caieiras, olarias, entre outros, sem a preocupação com o seu replantio; a perda de solos e o consequente assoreamento dos cursos d'água, até a salinização dos solos que se tornam estéreis (CORRÊA et. al., 2014).

Em linhas gerais, a transformação dos ambientes naturais pela ação humana desencadeou uma série de desdobramentos socioambientais e econômicos diferentes entre si e que exigem uma abordagem metodológica que tenha, como fio condutor, a multidisciplinaridade e uma base de dados integrada capaz de revelar, à luz da morfodinâmica no semiárido, os processos físicos do binômio relevo/solo face ao seu contexto morfogenético.

Neste subtópico, a cartografia geomorfológica será apresentada como um método integrador de outras áreas das ciências aplicadas, porque encontra as associações e correlações da morfologia entre os componentes da paisagem na interface do relevo, em escala regional e de detalhe adequada à análise espacial para o seu melhor uso pelas sociedades.

A abordagem Geomorfológica é uma especialidade da Geografia como ciência da natureza ou das geociências que consiste em estudar e explicar as formas do relevo da superfície terrestre, descrevendo, classificando sistematicamente e investigando a sua origem e desenvolvimento no tempo e no espaço, sendo de sua competência identificar nestas superfícies, desde os grandes lineamentos estruturais das placas litosféricas de milhões de anos de formação, aos pequenos sulcos abertos no

momento de uma chuva (COLTRINARI, 2011; DICKAU, 1989 *apud* FISHER et. al. 2004).

E para que isso seja possível, ela empresta os conhecimentos de outras áreas das ciências aplicadas, tais como a física, a climatologia, a pedologia, a hidrografia, a paleontologia, a glaciologia e a geologia (COLTRINARI, 2011; GREGORY 1986). Mas é na cartografia que a geomorfologia consegue expressar a sua síntese por meio de mapas e cartas.

Segundo Hayden (1986), a pesquisa na moderna geomorfologia analítica desenvolveu-se em torno de cinco conceitos ou atributos da superfície fundamentais: a morfologia; a morfometria; a morfogênese; a morfocronologia; e a morfodinâmica. No mapa geomorfológico, a sua legenda completa, dependendo do nível de análise do mapeamento, tece informações que vão além da aparência e forma da paisagem, ou das medidas, dimensões e valores de declividade das formas, ou da origem de cada forma e as suas idades, ou ainda dos processos criadores das formas atualmente ativas na paisagem e aqueles processos que poderão atuar no futuro.

Explicando melhor, pode-se dizer que em sua legenda encontra-se as associações e correlações da morfologia com os componentes da paisagem integrados (COLTRINARI, 2011; MARQUES, 1998), tais como: (i) a litologia com o substrato rochoso que sustenta as formas e a geometria do relevo; (ii) a cronologia que caracteriza os eventos naturais e o estágio biológico e climático atmosférico de uma determinada era, período ou época do passado do Planeta, revelando a dinâmica dos processos que ocorreram no seu passado geológico e que estão acontecendo atualmente, seja natural ou provocados pela ação humana; (iii) a morfometria, quando tratada em escalas pequenas e médias, indicando a altimetria e o grau de dissecação das formas por meio de dois atributos físicos que representam a rugosidade topográfica: a densidade de drenagem e o aprofundamento dos canais; (iv) e a morfologia do solo por meio da descrição das propriedades físicas como a fração textural da areia, silte e argila que serão analisadas e classificadas para a determinação da sua instabilidade (GUSTAVSSON 2005; DEMEK 1972; BAKER

1986; WEISSEL; PRATESON, 1994; TRICART, 1965, 1977; GREGORY, 1992; RODRIGUES, 2006).

Neste aspecto, quando em escala apropriada, a carta geomorfológica é um instrumento que permite a derivação dos seus conhecimentos para subprodutos cartográficos que respondam às especificidades emergentes de ordenamento e desenvolvimento de uma determinada região.

O que a torna imprescindível à consulta sobre: quais as condições físicas de fragilidade/suscetibilidade dos ambientes referentes à expansão do tecido urbano e, assim, possibilitar a localização dos terrenos fora dos limites de inundação dos rios ou com inclinação da vertente ideal ao assentamento humano; saber onde se encontram as terras topograficamente agricultáveis, conforme o cultivo, para cada gênero agrícola, ou mesmo, servindo de insumo, inclusive à determinação dos procedimentos técnicos mais adequados em relação a capacidade de uso, manejo e conservação, como também da fertilidade natural dos solos (ARAUJO *et al.*, 2011; GREGORY 1992; BAKER, 1986; COLTRINARI, 2011; ROSS, 2003, 2004; RODRIGUES, 2006, 1997; AB'SABER, 1969).

Portanto, ressalta-se o papel da cartografia geomorfológica analítica no âmbito da pesquisa em Geomorfologia e a sua aplicação à sociedade como instrumento de projeção de cenários futuros sobre a dinâmica evolutiva da superfície da Terra (AUGUSTIN *et al.*, 2011; SUERTEGARAY, 2002; GREGORY 1992).

2.3 A CARTOGRAFIA GEOMORFOLÓGICA: o conceito de escala para os trabalhos de mapeamento geomorfológico

Epistemologicamente, a escala no âmbito da temporalidade e espacialidade parece ter um lugar secundário no corpo reflexivo e teórico da geografia, sendo correlacionada somente quando associada às categorias território, região, lugar e espaço (HORTA, 2013).

Colocando deste modo, o conceito de escala é, simplesmente, um instrumento técnico. No entanto, com a evolução do conceito de Morfogênese, observando as

duas fases da Geomorfologia (a primeira, como visto, seria os primórdios, quando havia forte vinculação com a teoria davisiana; e a segunda fase de ruptura epistemológica nos anos 1950, marcada pela teoria de pediplanação do autor Lester King), as concepções de escala espacial, temporal e de formas, empregadas nos estudos realizados nas duas fases, foram incorporadas como um fundamento para a classificação de um determinado espaço geográfico (CRUZ 1985; VITTE, 2008 *apud* MATTOS e SOUZA, 2010). A escala na sua compreensão espaço-temporal passa a ser um componente de reflexão teórica e metodológica para os trabalhos em geomorfologia que se seguiram.

Como tal, a escala tornou-se muito mais do que um instrumento para os geomorfólogos, como por exemplo, uma câmera fotográfica digital que pode variar a distância focal para digitalizar conjuntos mais menos extensos, mais ou menos distantes, mais ou menos inter-relacionados em diferentes níveis de realidade.

Nos trabalhos em geografia é muito comum, quando é usual aumentar a aproximação dos fenômenos estudados, a relação com o todo ficar de fora da análise. Neste momento, a geomorfologia terá como determinante o aspecto temporal dos fenômenos exógenos ou endógenos. Uma vez que a verificação de uma justaposição das superfícies no interior do relevo de encosta, na qual se distinguem sedimentos desigualmente acomodados na vertente, podendo ser distintos entre si, pela textura, pelo material, tamanho, profundidade e posição que ocupam, revelam impressões de processos morfodinâmicos (CHORLEY *et. al.*, 1984 *apud* SCHIMIDT 2005) ocorridos em diversos intervalos de tempo e que respondem pelo modelado do relevo de toda uma região.

A gênese destes processos, tectônicos ou climáticos, de compreensão multiescalar (Baker 1986; Cruz 1985; Gorini; Mota (2011) *apud* Lima, 2014) da magnitude (espaço) e recorrência (intervalo de tempo) dos eventos naturais, permitem dois movimentos para o modo do conhecer da dinâmica do relevo nos trabalhos em geomorfologia:

i) A escolha da escala para a sua real correlação com a forma atual do relevo (TRICART, 1977);

ii) E a sua extrapolação para escalas médias e menores, permitindo uma avaliação da dinâmica ambiental regional (Kohler, 2001; Baker, 1986; Cruz, 1985).

Em Silva *et. al.*, (2006) no artigo intitulado: Análise geomorfológica e sedimentológica dos depósitos de tanques em Fazenda Nova, Brejo da Madre de Deus – PE. Os autores apresentam pesquisa sobre a evolução quaternária do semiárido nordestino, por meio de análise sedimentológica dos materiais que preenchem as depressões confinadas caracterizadas como cacimbas ou tanques, considerando que a hidrodinâmica dominante durante o processo de sedimentação variou de moderada a muito alta.

Este trabalho traz conclusões que extrapolam a escala espacial do modelado estudado, algo em torno de 100 m², para várias combinações de semiaridez atuantes na região desde o Pleistoceno Superior até o presente, a partir da distinção dos vários processos responsáveis pelas impressões de ciclos de pedogênese/morfogênese nos registros dos sedimentos dos depósitos quaternários.

Este é um bom exemplo de como o conceito de escala, nos trabalhos em geomorfologia, pode colaborar com o entendimento de que um ponto em uma paisagem, potencialmente, transporta mais de uma informação (em uma escala específica) sobre os processos de sua formação. Daí as formas de relevo, em geral, possuírem característica multiescalar (WEISSEL *et. al.*, 1994) e agregarem dados sobre a morfodinâmica dos modelados de uma área muito maior.

2.3.1 O conceito de escala e a estrutura hierárquica dos sistemas geomórficos

O fator sistêmico deve ser acrescentado sobre a dinâmica do relevo, diz Christofolletti (1998), onde os sistemas geomórficos possuem uma estrutura hierárquica orientada em forma de grafo, linearmente ordenada, na qual cada sistema geomórfico abriga ou aninha outros sistemas nivelados abaixo de si, estando, ao mesmo tempo, debaixo de um guarda-chuva de cobertura mais ampla (DE BOER, 1992; KING, 2005). Disto, configura-se um sistema organizado em subsistemas inter-relacionados, no que cada qual, por sua vez, são constituídos por outros subsistemas, e assim sucessivamente, até ao nível do componente mais elementar.

Estes subsistemas são assim entendidos como porções do sistema que, apesar de terem uma individualidade própria em comparação com a porção restante, mantêm as características de dinamismo e de relações do geossistema no seu todo, mesmo em escalas diferentes e presumivelmente com uma menor quantidade de variáveis. (KRONERT et. al., 2001 *apud* GAMA e DEMUCCIO, 2013; PHILLIPS, 2012).

A abordagem sistêmica permite ligar, conceitualmente, um elemento abiótico, biótico e antrópico, ou um processo analisado no interior de um geossistema (ex. vertente), identificado localmente, através da experiência direta do trabalho de campo, com os elementos/processos naturais que se reconhecem, até a escala global. Estas passagens de escala ou de níveis diferentes que se articulam podem modificar as percepções e as representações e, algumas vezes, a natureza dos fenômenos, permitindo significações trans e multiescalares (GAMA MENDES, 1998 *apud* GAMA e DEMUCCIO, 2013).

A ideia de que o relevo é marcado por uma composição de vários elementos e processos misturados e sobrepostos, dentro de um sistema geomórfico hierarquizado, permite a afirmação que os seus agentes escultores, seja provindo das forças do interior do Planeta ou atmosféricos e antrópicos, numa dada escala temporal e espacial, conferem ao relevo características poligenéticas. (BRUSDEN; THORNES, 1979 *apud* DE BOER, 1992).

A propósito, se a geomorfologia é o ramo da geografia física que se ocupa com o estudo das formas do relevo terrestre, de sua gênese, de sua evolução no tempo e de suas relações dentro do espaço (JOLY, 2013), o tempo e espaço se constituem como sendo uma estrutura básica de qualquer pensamento para as ciências de observação, como é o caso específico da geomorfologia.

Talvez, por esta razão, o seu exclusivo interesse em torná-los visíveis, seja o que a difere na ciência geográfica: a escala, não somente, como se fosse uma ferramenta de manobra ou uma operação aritmética na pesquisa para a delimitação do espaço físico, grau de detalhamento de um canal, ou a identificação de feições geográficas simplesmente mas, acima de tudo, a escala utilizada como uma técnica que ajuda a

pensar, fornecendo maior exatidão aos fenômenos estudados (ORAIN, 2006). Entende-se assim, que a escala de estudo de um relevo, no âmbito espacial e temporal, delimita as estratégias e técnicas de abordagem da análise geomorfológica (KOHLE, 2001).

2.3.2 A evolução das técnicas e metodologias cartográficas de representação do relevo

É inegável o aprimoramento das técnicas de representação cartográfica, especificamente na Cartografia, desde a antiguidade à época das grandes navegações no século XV, até meados do século XIX. Neste período houve um contínuo aprimoramento artístico de hachuras dos desenhos de montanhas colinas, morros, planícies e cursos d'água.

Estes ainda que pictóricos, proporcionavam uma percepção mais real do fato geomorfológico, culminando com o aparecimento das curvas de nível para a representação topográfica do continente europeu, originadas das curvas batimétricas da cartografia náutica francesa no reconhecimento dos níveis de profundidade marinha da costa. Após a Segunda Guerra Mundial, na metade do século XX, o aprimoramento vem com a técnica de tomada aérea de fotografias, as técnicas quantitativas, o computador e o sensoriamento remoto. O atual estágio geotecnológico combina programas e equipamentos desenvolvidos para o mapeamento (CHRISTOFOLLETTI, 1987; FLORENZANO, 2008; JENSEN 2007).

No Brasil, a representação pictórica também foi utilizada pelo Conselho Nacional de Geógrafos, por exemplo, em seu Atlas do Brasil (1959), que apresenta um conjunto de mapas regionais esquemáticos sobre fatos geográficos básicos, como relevo, tipos de clima, tipos de vegetação, distribuição da população, atividades econômicas e vias de comunicação (LIMA, 2014).

A chegada das fotografias aéreas representa outro marco na evolução da representação gráfica para a geomorfologia brasileira, permitindo a correlação destes mesmos atributos naturais na configuração espacial com mais eficiência, graças a possibilidade da análise mais abrangente dos espaços somadas aos aspectos

multitemporais, baseadas em fotografias tomadas em diferentes escalas e de distintos momentos de uma mesma paisagem, para a compreensão da dinâmica do relevo (CHRISTOFOLETTI 1983; COLTRINARI, 2011).

O marco seguinte, com o avanço do sensoriamento remoto, contribuiu para obtenção de maior detalhe das imagens, principalmente em regiões onde as condições atmosféricas eram desfavoráveis ao levantamento. O Projeto RADAM, do Departamento Nacional de Produção Mineral, no início da década de 1970, implementou o sensoriamento remoto no Brasil.

A cobertura radargramétrica foi primeiramente executada para a Amazônia e, logo depois, estendida para todo o território nacional como projeto RADAMBRASIL. Os voos a 11.000 metros, propiciaram imagens na escala de 1:400.000, sendo ampliadas para 1:250.000. Já para a obtenção de fotos em escalas que variam de 1:500.000 a 1:1.000.000, as faixas de fotos tomadas pelo satélite SKYLAB, foram obtidas de uma altura de 450 km (CHRISTOFOLETTI, 1983; LIMA, 2014). No período das décadas de 1970 e 1980 foram produzidos cerca de 40 volumes, contendo 46 cartas em escala 1:1.000.000 (conforme informação disponível na página eletrônica do IBGE em 02/06/2017).

Sobre as imagens orbitais de satélite, cabe ressaltar que a sua utilização teve início com a criação do Instituto de Pesquisas Espaciais que, desde os anos 1970, é responsável por pesquisas, divulgação e fornecimento de imagens para usuários (MARQUES, 1998).

O atual momento histórico tecnológico de evolução das geotecnologias aponta um cenário bastante promissor para o avanço da pesquisa geomorfológica no mundo. O Sistema de Posicionamento Global (GPS), dados de imagem de satélite, Modelo Digital de Elevação (MDE) e os Sistemas de Informação Geográfica – SIG, apenas significam o promissor estado da arte tecnológico dos programas e instrumentos que estão a nosso serviço para facilitar os trabalhos (DRAMIS, GUIDA, CESTARI, 2011). Neste cenário, pode ser verificado alguns trabalhos em geomorfologia sistemática em escalas pequena e média desenvolvidos por órgão de governo e institutos de pesquisa

como os mapeamentos geomorfológicos dos estados de São Paulo, Paraná e Rio de Janeiro. E trabalhos nos departamentos das universidades motivados pela investigação geomorfológica analítica e aplicada num recorte geográfico local ou regional em diversas escalas.

O momento está propício para a realização desta reflexão, como nunca esteve antes, pois além de encontros em eventos promovidos pelas universidades ou institutos, a rede mundial de computadores (internet) oferece serviços que possibilitam a fluidez de acesso e disseminação da informação produzida em qualquer parte do mundo.

No entanto, um salto metodológico depende de debates promovidos por pesquisadores e profissionais em geografia, não somente à luz do aprendizado acumulado com a utilização destas tecnologias digitais, mas que tragam à reflexão sobre como vamos tratar a questão da representação gráfica da infinidade massa de dados obtidos, no contexto atual, sobre os elementos do relevo (MARQUES 1998).

Sobre isto, Lima *et. al.* (2014) lembra que a elaboração de um mapa geomorfológico envolve duas preocupações: o conhecimento técnico-científico e a eficiência em sintetizar e mostrar as informações espaciais, seja no plano do papel ou na tela do computador, para que não surjam dúvidas quanto a sua interpretação. Assim queremos nos ater mais à segunda parte de sua afirmação, porque estes autores parecem serem precisos quanto a ideia de que é fundamental pensarmos sobre a leitura do mapa, o seu desenho e representatividade a partir de procedimentos metodológicos definidos.

2.3.3 Simbologia Cartográfica

As legendas empregadas nos diversos mapas geomorfológicos produzidos de forma sistemática, no plano do território político administrativo de um país, estado, município e região, ou os mapas pertinentes aos recortes que seguem as linhas dos projetos de pesquisas dentro das universidades, por vezes, demonstram a flexibilidade na utilização das simbologias e escolhas das cores para a devida representação gráfica do relevo.

Basta uma breve consulta na rede mundial de computadores (internet) e encontraremos mapas geomorfológicos, executados por órgãos de estado e pelas

universidades, cada qual, buscando uma simbologia que atenda de forma satisfatória a dinâmica geomorfológica da sua área, mas sem seguirem um fundamento sólido quanto a representação cartográfica dos elementos necessários a uma apresentação clara e adequada do fenômeno geomorfológico (VERSTAPPEN, 2011).

Este autor comenta que a padronização completa das legendas no mapa geomorfológico só é necessária no caso da produção de uma série de mapas em nível nacional ou internacional. Caso contrário, é mais adequado aplicar conceitos gerais com alguma flexibilidade quanto a melhor forma de atender a finalidade da pesquisa e as características específicas da área mapeada.

Em um mapa geomorfológico, em geral, são abordados os dados referentes a: litologia, estrutura, curvas de nível, canais de drenagem, formas de relevo, morfometria, morfografia, morfocronologia, depósitos superficiais, dinâmica do relevo, limites administrativos, e até os usos da terra (VERSTAPPEN, 2011).

A questão que se pode fazer aqui é de como representar no mapa todo o inventário da pesquisa, lançado sobre a superfície do papel ou da tela do computador, onde uma gama de cores em tons quentes e frios, competem entre si, exigindo bom senso e ponderação sensorial, funcionando como fundo para um emaranhado de símbolos pontuais e lineares, além dos topônimos com os nomes dos rios, estradas, limites, cotas topográficas e lugares. Por este motivo, a tarefa de reunir a integração de tanta informação sobre um mapa, sem sobrecarregar o poder de sistema de visualização humana, de modo que a sua leitura seja de fácil entendimento deve merecer maior atenção (EVANS, 2012; CUNHA *et. al.*, 2003).

Se a sobreposição dessas informações dispostas em apenas um documento cartográfico não é um processo simples, a dificuldade de representação do relevo, de um elemento que possui três dimensões na natureza (X, Y, Z e T), ou seja, extensão, altura e profundidade mais o tempo, respectivamente, em apenas duas dimensões no mapa, demonstra a sua complexidade (HAYDEN, 1986).

A estratégia gráfica, para se contornar esta problemática, é o emprego de símbolos, cores e tramas, visto como um dos princípios básicos da cartografia temática para se

alcançar a rapidez e eficiência na comunicação dos fenômenos mapeados (CUNHA *et al*, 2003; MARTINELLI, 2014).

Mas as dificuldades são maiores pelo fato de o conjunto gráfico de possibilidades de combinação, nos programas de SIG, não estarem agrupados segundo as tipologias cabíveis às especificidades dos fenômenos geomorfológicos. E como outras fases da pesquisa receberam maior atenção, não há tempo hábil para um estudo aprofundado mediado por um aporte teórico para nos ajudar a atravessar o poço sem fundo que são as paletas de cores e símbolos disponíveis no âmbito das geotecnologias.

Entende-se que o contexto operacional na realização do mapeamento geomorfológico, as atividades técnicas e operacionais de levantamento dos materiais, obtenção dos dados, tratamento, edição e consistência da base de dados, mais a sua correlação topológica e estatística, realizada analogicamente ou no SIG, além das visitas a campo, devem seguir um padrão pré-definido, tanto em nível de escalas adotadas, como quanto à adoção de bases taxônomicas a elas aferidas (ARGENTO, 1995).

Alguns manuais objetivando esta normatização serão alvo de discussão no corpo deste trabalho, quando serão abordadas, mais de perto, duas metodologias consagradas epistemologicamente: Demek, 1972 e IBGE 2009. A primeira, voltada a uma cartografia em escala de detalhe, trazendo uma dificuldade implícita na sua aplicação a todas as superfícies do Planeta. E a segunda, conhecida por ser elaborada e executada pelo órgão oficial da cartografia brasileira, num primeiro momento, reconhecidamente, mais adequada ao relevo do território nacional, no entanto pouco contribuindo às escalas de detalhe.

Na prática, estas metodologias oferecem ampla margem para a adaptação, quando se faz necessário; o que permite a execução de suas diretrizes para o mapeamento, mas nenhuma exprime, na totalidade, uma metodologia voltada a morfogênese e morfodinâmica para o semiárido brasileiro, na complexidade que se deve nesta faixa do Planeta Terra.

2.4 O CARÁTER DO MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO

Antes do exame sobre a natureza da informação que pode ser armazenada em um mapa, ou os problemas relacionados à sua transmissão, modificação ou quem irá receber a informação contida nele, busca-se enfatizar que um mapa geomorfológico, como sistema de classificação e síntese, implica em competência analítica na definição de classe e na identificação das características que pertencem às várias classes para a escolha do melhor agrupamento homogêneo das formas. Logo, também envolve a capacidade de sintetizar sem distorcer ou perder qualquer informação essencial para o objetivo científico (ST-ONGE, 1981).

Sobre o aspecto do objetivo científico versus interesse particular, este autor entende que uma dada forma não deve ser interpretada segundo um interesse próprio; no que, se ela faz parte das relações entre uma multiplicidade de formas, é assim que se deve entendê-la.

Um mapa geomorfológico, em si, ilustra a opinião peculiar do autor, mas fundamentalmente transmite informações essenciais sobre atributos pertinentes ao próprio mapa, onde a sua legenda é o seu principal componente (COLTRINARI, 1982).

A legenda exige rigor intelectual, pois a sua ausência é facilmente percebida. Para que isto não ocorra ela deve ser construída para que a descrição e interpretação possam ser separadas. Em outras palavras, deve ser possível para uma pessoa estudar o mapa para chegar a uma conclusão diferente da do autor. Caso contrário, ele se torna uma simples ilustração da visão particular do autor (TRICART 1954; COLTRINARI 2011).

Para Varnesj (1974), os mapas geomorfológicos devem ser instrumentos para organizar, armazenar, transmitir e analisar informações sobre o espaço e distribuição de atributos. Não obstante, o seu propósito deve ser o de descrever e explicar formas de relevo de morfogênese individuais, mas também é essencial que ele explique como as diversas formas de relevo foram afetadas pelos diferentes e numerosos processos com base nas relações entre ambas. No entanto, problemas conceituais, entre outros de ordem prática, dificulta o alcance deste ideal.

Os atributos de precisão e legibilidade que fundamentam um mapa geomorfológico são encontrados na legenda a partir da constituição do conjunto de símbolos escolhidos para representar o modelado e as formações superficiais terrestres distribuídos abaixo dos princípios básicos e norteadores de mapeamento geomorfológico: a morfogênese, a morfografia, a morfometria e a idade (COLTRINARI, 1982; KLIMASZEWSKI, 1990).

Os diversos autores estudados nesta dissertação apresentam estes princípios básicos alicerçando as suas propostas de mapeamentos no que se refere a um núcleo duro estruturante que constitui a base de suas legendas, cada qual adaptando ao seu modo, a representação do conjunto de símbolos e de desenhos sobre o mapa. Em nenhum deles verificou-se a infabilidade dos resultados levantados pelas metodologias empregadas para o propósito de mapeamento geomorfológico de suas respectivas áreas.

2.4.1 Os sistemas de mapeamentos geomorfológicos comparados

O entendimento dos sistemas de mapeamento geomorfológico e a sua aplicação, pressupondo a comparação entre as metodologias para uma avaliação qualitativa e gráfica de seus resultados tem sido o enfoque de diversos autores e regiões do planeta.

Neste tópico, sob os pressupostos teóricos obtidos a partir do exercício e resultados encontrados nos trabalhos referentes a esta problemática na esfera do conhecimento prático dos seus produtos de mapeamento geomorfológicos, temos:

- i) Salomé & Dorsser, (1982), com a elaboração de mapas para um mesmo recorte geográfico e escala, situado no lado sul das Hautes Fagnes, no leste da Bélgica, buscando estabelecer os limiares de aplicabilidade destes sistemas;
- ii) Radoane et. al., (2011), que propuseram uma adaptação da Legenda Unificada da UGI, com o uso do sistema SIG, a um setor do vale de Putna do condado de Vrancea, porção leste da Romênia, após comparação dos sistemas de mapeamento no contexto de seus países de origem;

- iii) Gustavson et. al., (2006), onde se encontram as comparações de mapeamentos mais recentes, tendo como objetivo a validação à sua proposta de um novo sistema de mapeamento.
- iv) St-Onge (1964), onde parte das principais escolas de mapeamento geomorfológico foram aplicadas a partir da elaboração de mapas, no que a sua descrição técnica foi a pioneira para o entendimento e a finalidade desta comparação e análise;
- v) Van Westen et. al. (2003), que analisa a legenda do mapeamento geomorfológico com vistas a sua aplicabilidade ao estudo de riscos a Alpago, região da Itália;
- vi) Barzani & Salleh (2016), onde a classificação do mapa de relevo foi identificada para Zayandeh Rood Basin (Z. R. B) no Irã;
- vii) Otto et. al., (2011), onde a comparação é orientada as técnicas de representação e sistemas de mapeamento;
- viii) Coltrinari, (2011), com uma síntese e análise dos aspectos gerais que balizaram a evolução da cartografia desde 1956, quando cartas geomorfológicas detalhadas de diversos países foram apresentadas em congressos da UGI para análise, incentivando a um caminho comum que culmina com Demek (1972) e a construção de uma legenda padronizada para o mundo.

A exemplo, busca-se trazer a discussão os diferentes aspectos metodológicos por meio de uma abordagem comparativa da simbologia cartográfica apresentada por diferentes metodologias no contexto de abrangência dos seus territórios nacionais.

Os resultados encontrados nos seus artigos, respectivamente, ancoram-se na escolha dos principais mapeamentos existentes no continente e no mundo, ora na sua aplicação a um mesmo recorte geográfico e escala, ora por serem sistemas que definem um quadro de legenda completo, até as escalas de detalhe, e por fornecerem um produto acabado para a comparação de suas principais características.

Ainda, compreendendo como de grande valor para esta dissertação, acrescenta-se que a maioria dos sistemas de mapeamento indicam claramente às suas legendas, a distinção entre superfícies de aplainamento e superfícies degradadas de

aplainamento. A única exceção é o sistema belga que indica somente superfícies planas (SALOMÉ & DORSSER 1982; ST-ONGE, 1964).

No entanto, as semelhanças destas publicações acabam quando as comparações entre as metodologias visam esclarecer, sob o ponto de vista semiótico, qual mapa oferece uma leitura mais fácil e rápida sem que se perca as informações básicas que devem nortear o mapeamento geomorfológico (KLIMASZENSK, 1990; VERSTAPPEN, 1970).

Disto decorre a escolha de sete sistemas de mapeamento geomorfológico na escala 1:25.000 a 1:100.000 e que se encontram discutidos pelos autores supracitados. Nestes, especificamente, evidenciam-se a maneira diferente como cada um realiza o mapeamento geomorfológico no mapa.

Para ilustrar esta situação, segundo a evolução das legendas de alguns sistemas de mapeamento geomorfológico nestas escalas de detalhe, apresenta-se um quadro síntese com a aplicação dos princípios básicos geomorfológicos aos sistemas de mapeamentos europeus comparados por República nacional, representantes autorais e descrição metodológica discutidas pelos autores referenciados anteriormente.

Tabela 1 - Aplicação dos princípios básicos geomorfológicos aos sistemas de mapeamento europeus comparados.

Legenda/país/autor	Morfometria	Morfografia	Gênese	Idade	Litologia/estrutura
ITC – Holandês; Verstappen & Zuidam, (1968).	Os aspectos morfométricos combinados a partir das cores para as unidades geomorf..	As formas denudacionais em marrom e as formas de acumulação em verde e azul	As cores são utilizadas para as unidades geomorf..	Letras em preto	Símbolos em cinza
Polonesa Klimaszewsk, 1963, in St.-ONCE (1968) Geographical Institute of the Academy of Sciences in Krakow (1950, 1952, 1956 e 1963).	A inclinação abaixo de 4 °, 4 - 20 °, acima de 20 ° são grafadas por 3 tons da cor referentes ao grupo genético das formas;	As cores distinguem as formas construtivas e destrutivas; As vertentes nas formas denudacionais fluviais são destacadas em tons das cores utilizadas	As cores por símbolos distinguem as formas geradas por forças endo e exogenéticas	Formas construtivas e destrutivas: Terciário em tom neutro; as destrutivas do Plioceno e Holoceno em laranja e vermelho, com os rios respect/; formas destrutivas do Holoceno em azul e a sépia para as biogênicas;	A resistência das rochas por meio de cinco tons diferentes destes símbolos coloridos.
Francesa Center for Applied geomorphology in Strasbourg (1962)	Sem indicação	Formas fluviais Formas originadas em diferentes condições climáticas: tropicais e tropicais úmidas e periglaciais. Distinguem-se por símbolos a direção das curvas e as linhas de crista	Verde indica forma fluvial; o azul esverdeado para os processos que atuam sobre e violetas para as periglaciais. As hachuras finas para as formas originadas sob sucessivas condições climáticas	Os tons das cores dos grupos morfogenéticos indicam a idade.	Simbs color. p/ a estrutura e litologia: Vermelho para as roc. metamórficas e marrom as sedimentares. Os tons destas cores ind. a resistência das rochas. Os depós. Superf. estão inds por simbs nas cores gên. ao qual pertencem
Chave unificada Demek et al. (1972)	Linhas de contorno e símbolos, ou tons de cinza ou tons das cores dos grupos morfogenéticos	Formas construtivas e destrutivas. Classes de vertentes	Cores para os grupos genéticos de formas de relevo: marrom para as formas denudacionais e verde para as formas de acumulação.	As idades das formas dos topos por símbolos e letras nos tons das cores das formas genéticas: cores cheias para as mais recentes e claras para as mais antigas;	Sem indicação

Belga Carta geomorfológica da belgica (Folha fléron Verviers), 1:25.000 Robert & Beckers, 1970	As superfícies. de aplain. em amarelo; no relevo ond. as vertentes convexas pela cor laranja, enquanto as vertentes côncavas estão em azul; as vertentes indiscr em vermelho-violeta; Os fundos de vale em tons de verde. Demais dados indicados por símb. em preto	Indicação somente para superfícies planas	Símbolos indicam a morfogênese; Formas antropogênicas por símbolos em preto	Letras maiúsculas e minúsculas	Acrescentada em um mapa colorido separado
Suíço Mapeamento da Suíça em escala 1:25.000 Moser, (1958)	Sem indicação	Formas de erosão e de acumulação	Formas de erosão em vermelho e de acumulação em verde.	Sem indicação	Sem indicação
Czechoslovakian legend (or Czech and Slovak legend) Geographical Institute of the Academy of Sciences in Prague (1963)	Sem indicação	A legenda é baseada na classificação genética. As formas de relevo estão agrupadas em 4 conjuntos: estrutural, denudacional acumulativo e antropogênico	Gênese indicada por cor	índices sobre cores	A estrutura é indiada por cor

Elaborado pelo Autor, 2018.

A partir desta síntese pode-se constatar que os principais sistemas de mapeamento geomorfológico procuraram respeitar os princípios fundamentais aceitos pela comunidade científica desde 1968, a saber: a morfografia, a morfometria, a gênese e a idade.

Existem, no entanto, variações com algumas legendas incluindo a apresentação de litologia, como é o caso da legenda belga, ou em outras, substituindo informações morfométricas pela litologia, a exemplo das legendas russa e francesa, ou feito a legenda ex-tchecoslovaca que abandona estes dois princípios para manter somente a gênese e a idade das formas.

A legenda francesa permite o entendimento da evolução do relevo que pode ser decifrado a partir do mapa, sem um texto explanatório adicional, apesar da quantidade de informações detalhadas serem um empecilho para a facilidade da leitura do mapa.

Assim, questiona-se o valor de informação geológica elaborada no referido mapa. No que ao mesmo tempo, do ponto de vista científico, é o único sistema que permite indicar as formas poligenéticas por meio de símbolos, sem a inserção de limites. Em todos os outros sistemas, somente os processos dominantes aparecem em cores cheias, concentrando toda a atenção.

No entanto, segundo a experiências dos autores, pode-se resolver este tipo de problema, fugindo um pouco da legenda oficial com a impressão de duas cores em faixas alternadas, ou por meio de pequenos símbolos para as formas que pertencem a outros sistemas morfogenéticos.

Existe uma unanimidade quanto a legenda polonesa estar entre os mais atrativos e claros mapas geomorfológicos produzidos, no que também consideram o seu sistema de cores deveras complicado, indicado pela morfometria e idade:

- a) O fundo do mapa apresenta tons coloridos para 3 valores de inclinação abaixo de 4 °, 4 - 20 °, acima de 20 °;
- b) As cores cheias destes tons para a idade ordenam três períodos: Neógeno, Pleistoceno, Holoceno;
- c) A Gênese figura por símbolos com cores diferentes.;
- d) Não há referência à informação litológica.

Pelo viés das preferências dos autores, a Legenda Unificada ganha destaque pelas informações sobre a morfogênese do terreno e estrutura simples da legenda que permite uma leitura fácil, no que temos:

- a) Prioridade para a gênese orientada por cores;
- b) As classes de vertentes recebem atenção especial por tons da mesma cor da gênese das formas;
- c) A idade por letras;
- d) A morfometria por angulo de inclinação e curvas de nível;

e) A litologia e estrutura são negligenciadas.

Em menor grau em relação a facilidade de leitura, o sistema ITC - Holandês, concebido como universal, foi planejado para ser analítico como é o caso também dos sistemas francês e da Legenda Unificada; logo verifica-se o papel da morfografia:

a) No aspecto geral, combinando as cores dos grupos morfognéticos por idade às unidades de relevo e incluindo as linhas de contorno e símbolos para a morfometria;

b) As formas denudacionais aparecem em marrom e as formas de acumulação em verde e azul.;

c) A cronologia é discriminada por letras em preto e a litologia é grafada com símbolos, sendo registrado pelos autores uma variação destes elementos como cartogramas.

O sistema suíço, devido a sua simplicidade, acresce a vantagem de permitir a impressão, tanto colorida quanto em preto e branco, sendo o ponto adverso a supressão das informações referentes à morfometria e idade. Os outros sistemas também podem ser impressos em preto e branco, mas é necessário fazer alterações para a representação de alguns itens da legenda, onde a graduação dos tons escuros e claros para polígonos e símbolos tenham pesos bem distintos.

O sistema Belga indica apenas superfícies planas e devido a morfogênese ser representada por símbolos pretos dispersos em meio as unidades morfométricas e morfográficas coloridas a sua leitura é pouco evidente. Outros mapas utilizam este sistema, mas indicam mais elementos para a morfogênese.

A avaliação realizada com base na orientação teórica e de praxe por estes autores sobre os sistemas apresentados neste tópico, aponta que nem sempre um sistema que indica ser o mais completo, consegue ser o melhor ou adequado para o uso prático.

Contraditoriamente, o inverso não responde pelo sistema melhor e mais adequado, porque na prática, as ausências de informações relativas aos princípios básicos de morfometria, morfografia, morfogênese e idade interferem no uso e aplicação do mapa.

Esta dualidade suscita os geomorfólogos a entenderem que o nível de informação suportado pelo mapa geomorfológico deve estar ombro a ombro com o propósito autoral, a dinâmica do ambiente, suas especificidades autóctones e a multiplicidade das formas e suas relações (ST-ONGE 1981).

Embora a comparação seja o método aplicado para os resultados apresentados pelos pesquisadores acima, em nenhum momento encontrou-se uma das preocupações sobre a qual debruça-se esta dissertação: avaliar e responder qual das metodologias completas e aplicadas, se adequa melhor às especificidades de um determinado ambiente, como se objetiva aplicar a uma porção cristalina do semiárido brasileiro e que está debatido no capítulo seguinte.

2.4.2 Uma busca da normatização metodológica

A elevada complexidade da ciência Geomorfológica em virtude das diferentes abordagens processual, estrutural e histórica, moduladas por níveis de escala espacial e de análise de seus estudos, parecem ser uma resposta pronta para explicar a falta de padronização metodológica de mapeamento geomorfológico no mundo e no Brasil (LONGLEY et al., 2010).

De concreto, claramente, tem-se a variedade da paisagem mundial como sendo um fato que dificultou e dificulta a homogeneização de técnicas a serem empregadas na construção de mapas geomorfológicos (ALMEIDA & DA SILVA, 2015).

Os autores Radoane et. al., (2011), à luz de suas experiências com mapeamento geomorfológico, justificam que a padronização metodológica esbarra no declínio da disciplina de mapeamento geomorfológico nas últimas duas décadas, justamente quando os avanços tecnológicos com as técnicas em SIG apresentavam maior qualidade e precisão no trato do dado geográfico.

Assim, basicamente pontuam dois dos principais motivos para este cenário em que o mapeamento geomorfológico se encontra até os dias atuais. Em primeiro lugar, por tratar-se de uma atividade cara e demorada para ser realizada em qualquer esfera. E em segundo, porém não menos importante, o fato deste ter focado mais as

necessidades de aplicações temáticas do que em mapas complexos com uma abordagem holística.

A inexistência de homogeneidade do padrão ou de elementos a serem identificados no relevo nada tem a ver com a ausência de propostas de mapeamento completo, chegando até as escalas de detalhe. Conforme foi apresentado anteriormente, houve um esforço por parte dos geomorfólogos do continente europeu, uma espécie de berço das metodologias de mapeamento geomorfológico moderno, na proposição e construção de legendas que cobrissem os territórios nacionais de diversos países, como Polônia, ex-Tchecoslovaquia, França, Bélgica, Suécia, Rússia. Nestes, os diversos autores deram valorosa contribuição no desenvolvimento e aperfeiçoamento das técnicas para a fidedigna representação das superfícies terrestres.

Após análise dos sistemas apresentados houve a constatação de divergências entre os respectivos conteúdos e metodologias, partindo da Subcomissão de Cartografia Geomorfológica à definição de diretrizes para a produção futura desses documentos.

E com estas recomendações sendo aceitas pela maioria dos participantes de diferentes regiões climáticas e estruturas geológicas, foi levado adiante a proposta de eliminar os mapas puramente morfológicos, morfométricos, morfografo/morfométricos, morfométricos e estritamente morfogenéticos, do conjunto dos mapas geomorfológicos stricto sensu (KLIMASZEWSKI, 1982).

Este acordo conseguiu o trabalho conjunto entre os representantes de duas tendências diferentes na construção de mapas geomorfológicos detalhados: uma estruturada no binômio litologia-estrutura com a atenção voltada sobre as relações entre as formas e a composição e estrutura do substrato, mas com pouca utilidade para a reconstrução do desenvolvimento do relevo; e a outra tendo a forma como elemento básico, ou seja o relevo, com dimensões, origens e idades definidas.

À época, recomendou-se, entre outras, também o uso de cores e símbolos como meios de informação; o uso de datações para estabelecimento da cronologia do desenvolvimento das formas; a inclusão da litologia com signos diferenciados e a atualização permanente da lista de formas classificadas (CONTRINARI, 2011).

Para a autora supracitada, estava implícita nestas recomendações, a ordem cronológico-genética como o principal fio condutor para a elaboração da legenda unificada, embora figurem entre as informações básicas que devem ser encontradas nos mapeamentos geomorfológicos. A adoção de princípios uniformes com representações corretas do relevo que permitissem a comparação entre as metodologias teve encaminhamento desde 1962, quando a Conferência Internacional da UGI, realizada na Polônia, analisou mapas geomorfológicos de 14 países.

Assim, passados 10 anos de trabalhos e conferências, foi que Demek, em 1972, editou o Manual de Cartografia Geomorfológica Detalhada e, posteriormente, junto a Embleton em 1978, para mapas de média escala, sistematizando resultados de propostas discutidas pela Subcomissão no Congresso da UGI de 1968² em Nova Delhi (CONTRINARI 2011, BARSCH et. al.,1987).

As contribuições qualitativas neste período para o conhecimento dos sistemas de mapeamento geomorfológico foram cruciais para o devido desenvolvimento da disciplina no mundo, deixando à apreciação dos geomorfólogos do Planeta um caminho, um manual. No entanto, houveram algumas experiências de recobrimento cartográfico para o relevo depois disto, com resultados significativos ao que pretende-se nesta pesquisa, que desmistificam alguns pré-conceitos como a ideia de que um método é melhor porque traz um maior número de informações para o mapa:

No Brasil o Mapeamento Geomorfológico do Estado do Rio Grande do Norte elaborado pelos autores Diniz et al., (2017) em escala 1:250.000 com utilização do manual do IBGE (2009) e adaptações de Ross, (1992 e 1996) e Santos et al (2004), é o mais recente esforço a serviço de uma homogeneização metodológica do mapeamento geomorfológico no país, especialmente para o Nordeste brasileiro.

Este é um documento analítico produzido em escala média. Sua morfografia segue orientação até o nível das Subunidades Morfoesculturais: nisto percebe-se o esforço de seus autores em representar os campos de inselbergs que a redução da escala propicia. A sua legenda estrutura-se pela morfografia com o uso de cores para as

² Optou-se pelas discussões originadas desta subcomissão da UGI para os parâmetros geomorfológicos que orientam o Mapa geomorfológico de Belo Jardim, segundo a Legenda Unificada detalhada para as superfícies terrestres do mundo, Demek (1972).

diferentes unidades e cores destas mesmas unidades com tonalidades próximas para relacionar unidades integrantes de um mesmo Domínio Morfoestrutural. Inclui assim, a morfogênese e notas explicativas para morfometria no corpo da sua legenda.

O convenio Franco-Brasileiro entre universidades produziu A Carta do modelado e das formações superficiais do Rio Parateí, SP por Coltardi et. al. (1978) e que encontra-se analisada no artigo de Coltrinari (1982). Assim como as suas similares do Vale do Rio Piracicaba, em São Pedro, e do Rio do Peixe, em Marília, no interior de São Paulo. Estes trabalhos, segundo seus autores, enfatizam pouco os tipos de superfícies, principalmente na sequência vertente-terraços-várzea que traria, caso observada, a sequência dos eventos morfogenéticos responsáveis pelo transporte dos materiais. Há ausência de informações sobre as formações superficiais correlativas no tropical úmido.

Ainda pondera-se esta crítica, tanto pelo seu pioneirismo, porque figuram como um dos poucos mapeamentos detalhados realizados no País, como pelo caráter de inventário das formas de relevo numa região de geomorfologia complexa. E verifica-se o admirável esforço em sistematizar uma legenda básica para o relevo em escala 1:25.000, com o caráter de proposição deste tipo de cartografia no território nacional (COLTRINARI, 1982).

Outras experiências, agora no âmbito internacional, e que contribuem com elementos para compor esta discussão sobre os trabalhos em mapeamento geomorfológico produzidos após a publicação da Legenda Unificada é a Carta Geomorfológica Geral em escala 1:50.000 na Romênia (POPESCU, 2000).

Neste, o conceito de áreas morfogenéticas indica ênfase sobre a gênese das formas terrestres e negligência as idades. A morfometria está inclusa a partir das três categorias de declives representadas por cores de matizes diferentes. As encostas são genericamente apresentadas com matizes de cor para três categorias de declives. Com matizes de cor também são apresentadas outras formas de relevo que entram na categoria de declives (glacis, piemontes, etc.).

Este trabalho contribui para desmistificar a ideia de que uma legenda simplificada torna a sua leitura algo fácil, pois as críticas a este sistema está, entre outras, na solução gráfica escolhida e no abandono dos princípios que fundamentam o mapa geomorfológico.

Dentre as experiências notáveis de mapeamento geomorfológico na Europa vinculada ao manual da UGI, está o projeto GMK da República Federal da Alemanha. Sobre ele Barsch, (1987) diz que aproveitou essas discussões internacionais para obter uma padronização de termos, conteúdo e forma no mapeamento geomórfico e lamenta, por outro lado, constatar que a legenda internacional dos mapas geomorfológicos em grande escala é de valor limitado, porque é apenas um catálogo que nunca será completo.

No entanto, ela foi o ponto de partida para, juntamente com a colaboração de geomorfólogos de quase todos os departamentos universitários de geografia da República Federal da Alemanha, desenvolverem uma série de mapas do território alemão, complementando outras séries de mapas de geociências, especialmente as séries oficiais geológicas e pedológicas (Barsch e Liedtke, 1980).

O que se pode apreender a partir desta experiência de padronização para o mapeamento geomorfológico realizado pelo projeto em questão e que foi admitido pelos próprios autores, está resumido da seguinte forma:

- i) a maneira de classificar os dados pode resultar numa complexa sobreposição de símbolos gráficos, assinaturas e hachuras que, por vezes, apresenta difícil leitura;
- ii) por tratar-se de uma padronização flexível, permitiu a exibição de muitos tipos de relevo encontrados entre a costa do norte da Alemanha e os Alpes, com representação precisa para feições que atingiam no mínimo área de 200 x 400 metros de diâmetro para a escala 1:100.000;
- iii) disto decorre que todas as formas menores, microformas e asperezas da superfície foram representadas por símbolos sem a mesma precisão, dentro do critério de prioridades que é definido pela habilidade e experiência do autor, por consequência, nem sempre a melhor solução.

A flexibilização que trouxe ao alcance cartográfico as feições menores do que a área mínima permitida pela escala, utilizando para isso o subterfúgio dos símbolos, levou a conclusão de que, para a sistematização de uma série de mapas, importa que padronize-se também a expressão gráfica no ponto que haja a redução dessas feições para a escala de impressão do mapa (BARSCH, 1987).

A consistência dos pressupostos teóricos discutidos neste capítulo espelha o conjunto de elementos e princípios básicos que deve ser dado à legenda unificada Demek et al., (1972) e IBGE (2009), porque a análise e avaliação à luz deste corpo crítico deve formar a base para a proposta de legenda geomorfológica no sistema SIG para estes dois manuais.

2.5 METODOLOGIAS DE MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO

A escolha destas duas metodologias analíticas de mapeamento geomorfológico, IBGE (2009) e Demek (1972), que são os manuais mais adaptados no Brasil (Cunha *et al.*, 2003), teve como ponto de partida Lima (2104) e objetiva a comparação e análise a partir da aplicação normativa que estes guias definem, para cada uma das suas etapas na construção cartográfica do mapa. Deste modo, segundo Corrêa (1997), pode-se chegar ao conhecimento dos limites que cerceiam estas propostas para a representação do fenômeno geomorfológico para um determinado ambiente.

No que, pressupondo esta experiência assistida pelo conjunto de técnicas modernas de sensoriamento remoto, espera-se contribuir com mais uma centelha para construção de subsídios a uma metodologia de mapeamento geomorfológico do semiárido nordestino.

No Brasil, à priori no meio acadêmico, alguns trabalhos têm seguido tais propostas acima referidas. Assim destacamos: Corrêa (1997) e Silva (2007), aplicados à região do Nordeste brasileiro, com similaridade ao sistema de orientação da UGI; e Ross (1992), pelas referências que se faz por todo o País à sua ordem taxonômica para o relevo, apresentando proposta semelhante ao projeto Radam que estrutura a elaboração dos manuais do IBGE como sendo a sua continuação para o território nacional.

No entanto, estes autores não acrescentam propostas de legenda como se encontram orientadas nos manuais dos sistemas de mapeamentos escolhidos para a comparação, análise e avaliação.

Uma metodologia de mapeamento existe para que se possa diferenciar as unidades de relevo. Deste modo, um método é tão melhor, quanto ele permita visualizar fidedignamente um relevo sem a repetição de padrões (ST.- ONGE 1981).

Embora o método de Ross (1992) seja um avanço do projeto Radam, ele participa do sistema dedutivo de estudos da paisagem que considera a sua evolução pelo tempo com o entrincheiramento da drenagem, desdobrando-se corretamente para paisagens do tropical úmido.

Neste sentido, no ambiente semiárido, essa chave morfométrica não aplica-se plenamente a história de vida da paisagem, posto que o índice de aprofundamento da incisão nesse ambiente não condiz à dinâmica natural desta região.

No semiárido, outros aspectos físicos são mais relevantes, tais como: a tectônica, a estrutura e a litologia. Disto decorre que os diferentes níveis de entalhes existentes não poderão ser diferenciados por esta chave morfométrica, pois a sua aplicação levará à repetição equivocada do enquadramento dos grupos de formas que estejam dentro dos seus parâmetros de evolução da paisagem.

Deve-se ponderar, no entanto, o fato de encontrar-se no manual deste sistema, a orientação quanto a geomorfogênese, e a similitude de formas serem explicadas por fatores paleoclimáticos e por condicionantes litológica e estrutural, onde cada unidade geomorfológica evidencia seus processos originários.

O comportamento da drenagem, seus padrões e anomalias são tomados como referencial à medida que revelam as relações entre os ambientes climáticos atuais ou passados e as condicionantes litológicas ou tectônicas.

É importante destacar que tanto na proposta metodológica de Demek (1972), vinculada à abrangência das paisagens de qualquer superfície da crosta terrestre, quanto a proposta do IBGE (2009), especializada nas características do relevo do território nacional, as suas unidades taxonômicas estão estruturadas a partir da noção de hierarquização do relevo, delimitadas por diferentes níveis de detalhe (escala

temporal e espacial) e abrangência de paisagens, e segundo Lima (2014), apresentam propostas de legendas: um dos elementos principais para comparação.

2.5.1 Manual IBGE (2009)

Em IBGE (2009), o qual passaremos a denominar simplesmente de IBGE, a taxonomia é descritiva e genética, parte de uma hierarquização das unidades de relevo decrescente, ou seja, da maior redução da realidade para uma generalização competente às escalas maiores. Assim, segundo o arcabouço geológico marcado pela natureza das rochas e pela tectônica que atua sobre elas, os táxons de maior abrangência organizam os fatos geomorfológicos.

Como tal, tem-se o primeiro e o segundo táxon, denominados de Domínio Morfoestrutural e Região Geomorfológica, ambos correspondendo à escala regional. Os exemplos, respectivamente, são: os Cinturões Móveis Neoproterozóicos que abrigam o Planalto da Borborema.

Já o terceiro e o quarto táxon, denominados de Unidade Geomorfológica e de Modelado, podem ser representados, nesta ordem, tanto por escalas pequenas e médias, até em escala grande. Aqui, a morfogênese e as semelhanças podem ser explicadas por fatores paleoclimáticos, litoestruturais e antrópicos. A Unidade Geomorfológica é definida pelo arranjo de formas, fisionomicamente semelhantes, dada a sua altimetria nos diversos tipos de modelados.

Em alguns casos, também é tomado como referencial, o padrão ou anomalia da drenagem, indicando condicionantes litológicas ou tectônicas e as relações entre as condicionantes atmosféricas passadas e atuais. São exemplos: planícies, depressões, tabuleiros, chapadas, patamares, planaltos e serras. Entre a relação de Unidades mapeadas por este guia está o Planalto da Borborema.

Os Modelados circunscrevem um polígono, abrangendo um padrão de formas de relevo definidas pela sua homogeneidade geométrica e pela recorrência dos materiais correlativos superficiais encontrados, como resultado de uma gênese comum e dos processos morfogenéticos atuantes. Segundo este manual, são identificados quatro tipos de Modelados: acumulação, aplanamento, dissolução e dissecação.

O quinto táxon corresponde às formas de relevo que somente podem ser visíveis em mapeamentos de escala de detalhe devido a sua dimensão espacial, por este motivo, abrange feições que são representadas por símbolos lineares ou pontuais.

O manual exibe um quadro de legendas que abrange 99 letras e símbolos para os tipos de formas de relevo, com exemplos para as principais formas de relevo nas paisagens brasileiras. Apresenta uma relação contendo as 404 unidades geomorfológicas mapeadas no Brasil e acrescenta uma convenção para a litologia com 36 símbolos de representação.

2.5.2 Manual DEMEK (1972)

Em Demek (1972), o qual passaremos a denominar simplesmente Demek, observa-se a utilização de três unidades taxonômicas básicas nas cartas geomorfológicas.

A primeira unidade é representada pelas superfícies geneticamente homogêneas (Morfortopo) que resultam de curtos estágios na evolução do relevo decorrentes de um ou mais processos agindo em uma certa direção, podendo variar de alguns metros a vários quilômetros.

A segunda unidade são as Formas de relevo (Morfocore, mesocore e microcore) que alcançam algumas centenas de m² a vários km².

E por fim, a terceira é denominada Tipos de relevo (Microrregião) e correspondem a um complexo de formas, numa mesma história evolutiva, encadeadas em uma área limitada e relativamente distinta; com a mesma altitude e a mesma gênese, dependendo da morfoestrutura originada dos mesmos processos morfogenéticos.

No manual da legenda unificada (Demek et al., 1972), encontra-se um catálogo que conseguiu combinar a complexidade das formas de relevo, sendo a ênfase principal colocada na legenda da morfogênese, expressa por dez cores: vermelho, marrom, verde, roxo, rosa, amarelo, ultramarino, preto, cinza e azul. Os vários tipos de relevo são representados por 353 símbolos.

Melhor explicando: a gênese das formas de relevo é indicada por 10 cores e agrupada em 16 categorias, sendo 3 para os processos endógenos e 13 para os processos exógenos; O vermelho é reservado para formas endógenas, preto para os biogênicos / antropogênicos, cinza para as linhas de contorno e classes de declive, azul para águas superficiais e sistema fluvial;

As cores restantes descrevem diferentes formas exógenas de erosão e deposição para descreverem as formas de relevo com a gênese.

3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA GEOGRÁFICA

Neste tópico, o entendimento da área de estudo, primeiramente, parte do seu contexto local dentro dos limites administrativos e regional, abrindo para contornos mais amplos dos elementos climáticos, da geologia regional, do domínio geomorfológico e das categorias de catenas existentes.

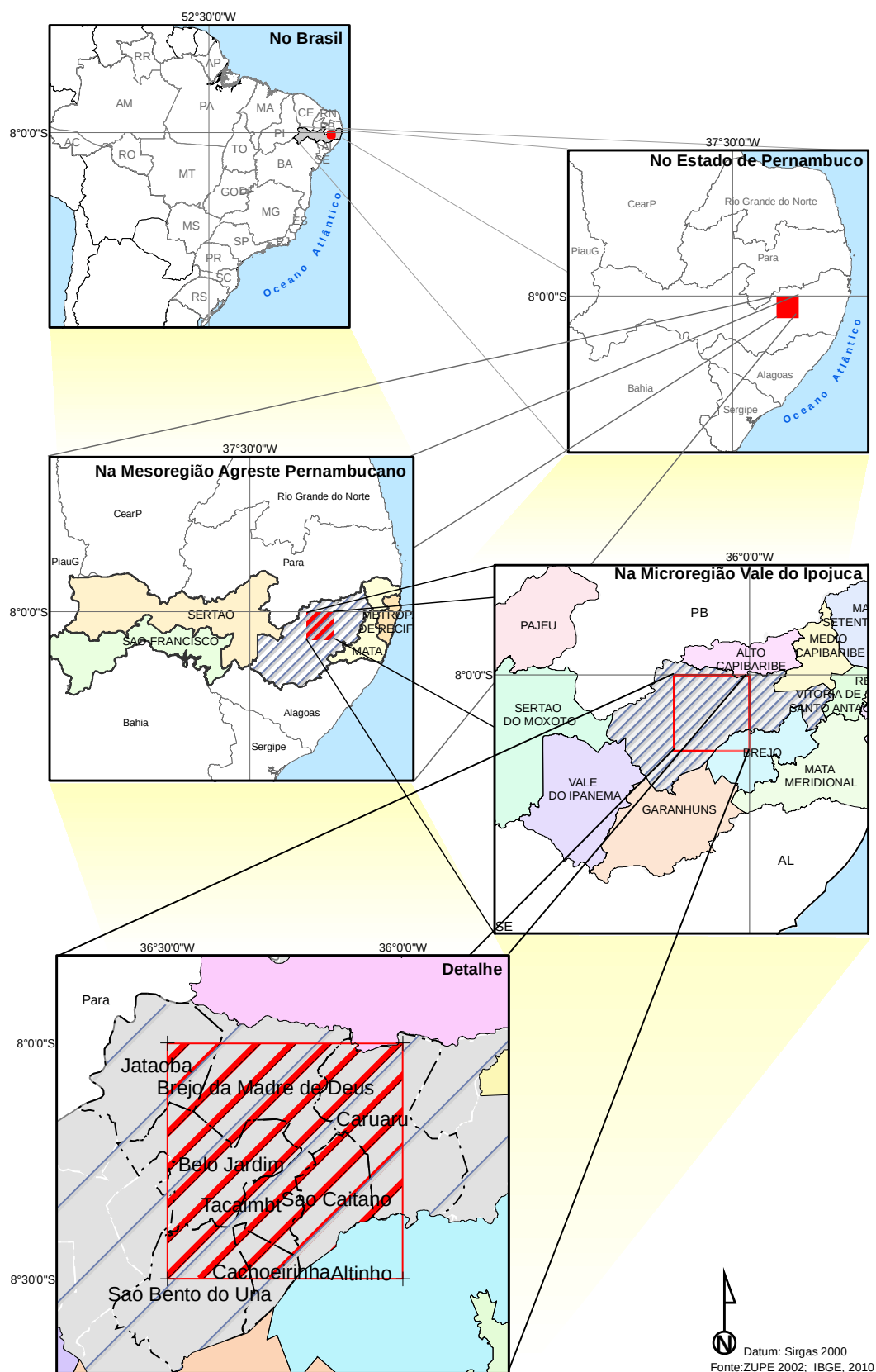
3.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo (figura 1) está inserida dentro do perímetro do Semiárido nordestino. Compreende a folha de Belo Jardim, com nomenclatura na articulação da cartografia do IBGE (SC.24-X-B-III). Tem os seus limites na interseção dos paralelos e meridianos compreendidos pelos pares de coordenadas 8° 00' 00 latitude sul e 36° 30' 00 longitude oeste do meridiano de Greenwich e 8° 30' 00 latitude sul e 36° 00' 00 longitude oeste do meridiano de Greenwich, apresentando uma área de aproximadamente 3050 Km².

A localização dos municípios que possuem os seus territórios contidos, parcial ou totalmente dentro dos seus limites são: Taquaritinga do Norte, Agrestina e Toritama, a nordeste; Sanharó que cobre na carta uma área inferior a 1%; depois os municípios de Cachoeirinha, Jataúba, São Bento do Una e Altinho, ocupando menos de 10%; e, por fim, os municípios de Caruaru (17,6%) ocupando a porção leste/nordeste, Belo Jardim na porção central (18,8%) e Brejo da Madre de Deus ao Norte (20,1%). Os municípios de Tacaimbó no centro da folha a leste (7,5%) e de São Caitano a sudeste (12,35%) possuem seu território totalmente dentro dos limites da folha.

Na divisão geopolítica estadual, estes municípios se inserem na região de desenvolvimento do Agreste Central, constituída por 26 municípios e, na microrregião do Vale do Ipojuca por 16 municípios. Esta área permeia a faixa de transição entre o semiárido e o tropical úmido sobre o planalto da Borborema e possui altitude superiores a 500 metros, com maciços atingindo pouco mais de 1000 metros de altitude.

Figura 1 - Mapa de localização da área de estudo

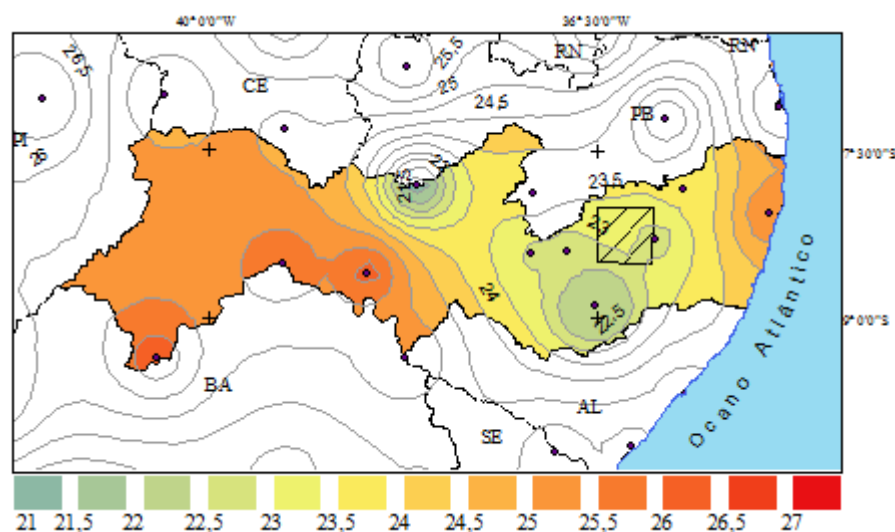


Elaborado pelo autor, 2018

O clima da área de estudo (figuras 2 e 3), do tipo BShs, segundo Kopen, caracteriza-se pela semiaridez de estepe de baixas latitudes, com chuvas de outono-inverno e um período seco de sete a oito meses, segundo os dados para o período de 1961 a 1990, fornecidos pelo INMET (ver Apêndice) e consistidos para produção do mapa de isoietas.

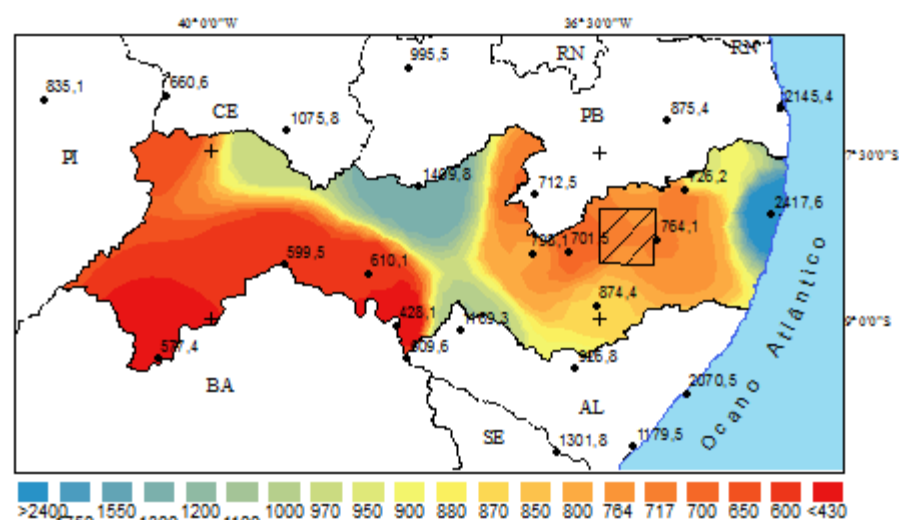
A temperatura média anual é de 23°C a 23,5°C. A pluviosidade é da ordem de 772 mm/ano, com período de chuvas concentrado nos meses de março a julho, com média de 534,3 mm/ano registrada para os cinco postos no estado de Pernambuco mais próximos da área de estudo que são Arcoverde, Caruaru, Garanhuns, Pesqueira e Surubim.

Figura 2 - Isotherma média da temperatura anual em C° para o período de 1961 a 1999



Fonte: INMET, 2017. Elaborado pelo autor, 2018.

Figura 3 - Isoieta média da pluviosidade anual em mm para o período de 1961 a 1999



Fonte: INMET, 2017. Elaborado pelo autor (2018)

Os mecanismos responsáveis pela dinâmica atmosférica para todo o clima do Nordeste do Brasil (NEB) podem ser classificados em mecanismos de grande escala, destacando-se os sistemas frontais e a zona de convergência intertropical (ZCIT) que, em geral, são responsáveis pela maior parte da precipitação observada, e mecanismos de mesoescala, como as perturbações ondulatórias no campo dos ventos Alísios (POA), complexos convectivos e brisas marinha, enquanto que as circulações orográficas e pequenas células convectivas se constituem fenômenos da microescala (MOLION e BERNARDO, 2002).

No entanto, para anos de seca extrema e episódios de chuvas intensas no Nordeste brasileiro, autores como Nobre e Molion (1988) *apud* Molion e Bernardo (2002) sugeriram que este fato está intimamente relacionada com as mudanças nas configurações de circulação atmosférica de grande escala e com a interação oceano-atmosfera no Pacífico e no Atlântico, quando o ramo ascendente da Circulação de Walker, usualmente sobre a Amazônia, é deslocado para sobre as águas anormalmente quentes do Pacífico Este ou Central, produzindo centros ciclônicos nos altos níveis sobre o norte/nordeste da América do Sul e uma forte subsidência sobre essa região e sobre o Atlântico tropical.

Nobrega e Santiago (2014) confirmaram que dois eventos de grandes magnitudes desta relação interferem no clima do Nordeste do Brasil (NEB): o El Niño e o Dipolo do Atlântico.

Em seus estudos, sobre as temperaturas da superfície do mar (TSM) dos oceanos Pacífico e Atlântico, verificou-se que, na fase quente dos eventos E1 Nino-Oscilação Sul (ENOS) tanto nas escalas espacial quanto global, a ZCIT e a convecção sobre o NE são enfraquecidas, diminuindo as chuvas.

Por outro lado, na fase fria (La Nina), a ZCIT aumenta em intensidade e há chuvas intensificadas durante esse período.

3.2 A GEOLOGIA REGIONAL, O DOMÍNIO GEOMORFOLÓGICO E AS CATEGORIAS DE CATENAS

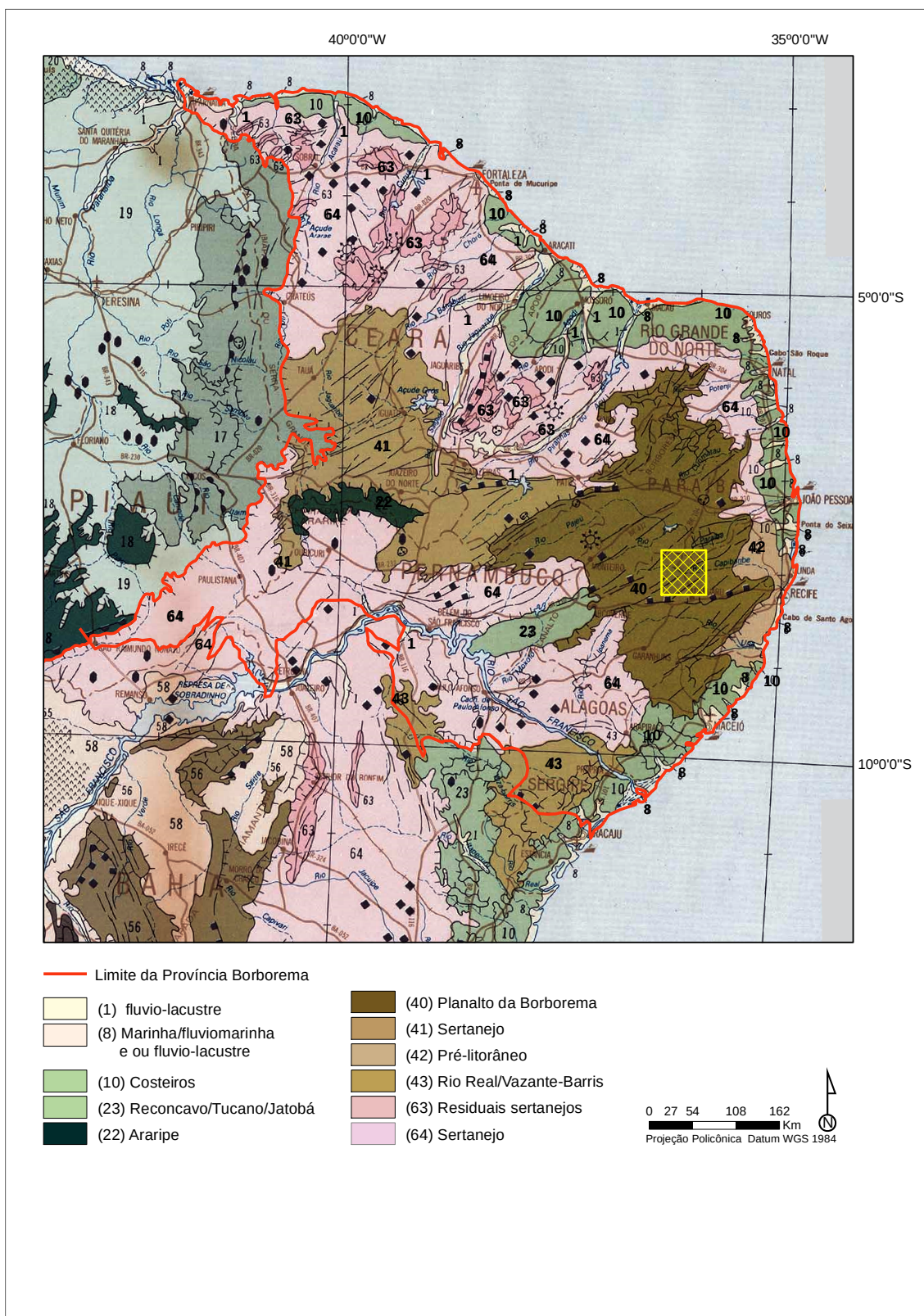
As considerações reservadas para este tópico visam referenciar a área de estudo quanto aos aspectos geológicos mais amplos (figura 4), com elementos da tectônica de placas e litológicos do Planalto da Borborema as quais estruturam as unidades de relevo do macrocompartimento dos cinturões de dobramentos antigo (Ross, 2009), ou cinturões móveis neoproterozóico e ainda com presença expressiva de núcleos cristalinos de conformação geral dômica (Ab'Saber, 1972).

3.2.1 A geologia regional

A Província de Borborema, termo cunhado e definido por Almeida *et. al.*, (1988) como uma região complexa de domínios tectono-estratigráficos, estruturado durante o Neoproterozóico, cobre uma área de aproximadamente 450.000 km² no Nordeste do continente sulamericano e sua configuração final resulta da convergência da Amazônia, São Luís / África Ocidental e São Francisco / Congo e cratons durante o Brasileiro / Colagem panafricana de West Gondwana (BRITO NEVES e CORDANI, 2001).

Segundo Mabessone (2002), há indícios de que a sua origem começou a partir da junção de diversos terrenos que se fizeram, já no Arqueano, mas com certeza no Paleoproterozóico, e sua estruturação se deu durante o evento conhecido como Ciclo Brasileiro. O sistema de faixas e dobramento tiveram a sua orogênese no início do megacontinente Panotia (Almeida, 1976).

Figura 4 - Mapa de Unidades de Relevo regional e da área de estudos



Fonte: Mapa de Unidade de Relevo do Brasil, IBGE (1993), modificado pelo autor, 2018

Nestes terrenos de diferentes litologias separados por falhas e lineamentos de direção NE-SW e E-W a Província Borborema é composta por vários terrenos arqueanos e proterozóicos agrupando litologias metamórficas e ígneas. (BRITO NEVES, 1975, 2000, CABY et. al., 1990; SAADI, 1993; BEZERRA, 2014).

A orogenia Brasileira foi responsável, entre 750 e 540 Ma, pela amalgamação final de Gondwana ocidental. No final desta orogenia, os diferentes blocos crustais parecem ter sido soerguidos, variavelmente, ao longo dos lineamentos principais, seja como resultado de reativações das extensas zonas de cisalhamento em caráter dúctil-rúptil, seja associado a reajustes (ARTHAUD, 2007).

Durante a divisão do megacontinente Pangea (145 Ma a 65 Ma), eles foram posteriormente reorganizados no Cretáceo e as suas paisagens desenvolveram-se sobre zonas de cisalhamento reativadas durante o Cretáceo e o Cenozóico, originando áreas arqueadas que, uma vez submetidas a erosão diferencial, formam alinhamento de cristas com direções preferenciais NE-SW e E-W. Atualmente, nestas áreas soerguidas, há a formação de grandes domínios morfoestruturais, como o Maciço da Borborema e seus remanescentes, constituindo o arqueamento máximo do escudo nordestino (SAADI, 1993).

Disto decorre que esta área é caracterizada por relevos desenvolvidos em litotipos variados, com destaque para as Bacias paleozoicas e mesozoicas, os maciços cristalinos e as depressões sertanejas, todos com padrões de dissecação orientados segundo as direções das principais zonas de cisalhamento transcorrentes. As altitudes variam de 0 a 200 metros na sua faixa costeira aumentando suas amplitudes em direção ao interior, onde podem ultrapassar os 1.000m, o topo dos maciços mais elevados (BEZERRA, 2014).

3.2.2 O domínio geomorfológico

Geomorfologicamente, compreende-se o Planalto da Borborema por três partes assim definidas: a primeira por todo o setor de terras altas, acima de 200 metros de altitude, situado ao norte do rio São Francisco, estruturado nos diversos litotipos cristalinos correspondentes aos maciços arqueanos remobilizados, sistemas de dobramentos brasileiros e intrusões ígneas neoproterozóicas sin-tardi e pós-orogênicas.; a

segunda parte pelo limite oriental do planalto que é genericamente definido pela ruptura de gradiente existente entre a encosta e os patamares rebaixados do piemonte em direção à costa; e por fim, pela depressão sertaneja, na face ocidental, como um semicírculo de terras baixas semiáridas limitadas por uma escarpa que ressalta os controles litológicos e estruturais e impede o seu contato com o topo do planalto (CORRÊA *et al.*, 2010).

3.2.3 As categorias de catenas

As catenas típicas de solos, neste planalto, possuem forte relações topográficas e litológicas, modificadas pelos fatores climáticos e bióticos, ao longo do transcurso de um determinado intervalo de tempo.

Os eventos desestabilizadores da paisagem, ocorridos ao longo do Cenozoico, foram marcados pelo soerguimento e flexura da borda do continente, mas também, por mudanças drásticas no regime das precipitações.

Estes fatores, por si só, não criaram condições de preservação de quaisquer mantos de intemperismo reliquiais subordinados a outros regimes climáticos remotos para que fossem diferenciados dos encontrados atualmente.

Assim, nas encostas e planícies aluviais dos maiores rios, o que explica as variações destes mantos intempéricos, decorrem muito mais, da própria variedade litológica que os sustentam, bem como de eventos recentes e localizados de sedimentação induzida pelo clima (CORRÊA *et al.*, 2014).

O autor supracitado identifica, para o planalto da Borborema, duas categorias de catenas desenvolvidas sobre rochas cristalinas como sedimentares: uma com pedimentos e outra com inselbergs e pedimentos.

A primeira com pedimentos, ocorre nas áreas onde os maciços residuais não são comuns, como é o caso dos terrenos da PEAL (Pernambuco Alagoas) da porção meridional da folha de Belo Jardim.

O relevo é plano ou suavemente ondulado e geralmente a migração das substâncias no perfil do solo está sujeita a uma inundação sazonal, que favorece o processo de bissialitização e, geralmente, dá origem a Planossolos e Luvissolos.

Nas estruturas sedimentares homoclinais e áreas similares com maior exposição à umidade (como os inselbergs e inselgebirge das depressões) podem ser encontrados solos mais desenvolvidos, como Argissolos e até Latossolos.

A segunda categoria de catenas, com inselbergs e pedimentos, mas também comum entre pedimentos e maciços residuais encontrados comumente na porção da Zona Transversal da área de estudo da folha de Belo Jardim, se desenvolve sobre terrenos cristalinos e granitóides, onde o relevo é ondulado a forte ondulado, com encostas de retilíneas a convexas, que tendem a acumular leques coluviais nos sopés das encostas.

Este material, remobilizado e produto do retrabalhamento de depósitos e mantos de alteração de uma faixa altimétrica superior, ora dá origem a Argissolos, ora a Cambissolos.

As formas de uso sobre as catenas de solos do Planalto da Borborema são bastante diversificadas, incluindo atividades como horticultura, fruticultura, pastagens, produção de grãos, capim, etc. Há também exploração do material destes solos na indústria de cerâmica.

Atualmente grande parte das áreas de caatingas, principalmente da caatinga hipoxerófila, foram derrubadas para abastecer padarias, indústrias de calcário e mesmo outras indústrias maiores. A caatinga hiperxerófila também sofreu forte impacto com retirada de suas madeiras para uso na produção de gesso, carvão e ainda nos fornos de padaria, entre outros.

Os conhecidos brejos-de-altitude, entre eles os localizados nos municípios de Pesqueira, Brejo da Madre Deus e Belo Jardim, que ocupam o centro norte e oeste da área de estudo, tiveram significativa parte da vegetação primitiva substituída por

gramíneas, principalmente, pelo capim braquiária, como também pela cafeicultura e espécies de eucalipto.

No caso do capim braquiária, o super-pastoreio de bovinos tem provocado problemas de erosão nos solos especialmente no município de Belo Jardim (FILHO *et.al.*, 2000).

Tabela 2 - Principais eventos geológicos e processos na formação do Planalto da Borborema

Período Neoproterozóico (Toniano)	Período Cretáceo	Período Cenozóico	Quaternário
Ciclo Brasileiro/ Panafricano (700 a 450 Ma);	Reativação do Cretáceo (145 a 65 Ma);	Reativação do Cenozóico (+65 Ma até o presente):	(+2,5 Ma até o presente):
Intensificação		Intensificação da Agradação / Degradação	
Dos Movimentos		Crustais	
Megacontinente Panotia Formado pela Laurásia e Gondwana	Início da divisão do megacontinente Pangea	Estágio final da divisão do mega-continente Pangea; Fase final de abertura do Atlântico; Rifteamento da margem do continente; Era submetida a sucessivas fases de soerguimento e flexura da borda do continente	Arqueamento máximo do escudo nordestino; Blocos falhados, limitados por escarpas que se erguem em direção ao interior como degraus
Colagem do Brasil a África; Orogênese Brasileira localizada e linearizada;	Arqueamento/movimentos epirogenéticos em ampla área; Soerguimento lento da crosta com a formação de platôs ou planaltos elevados que são, assim, submetidos a uma intensificação gradual da erosão;	Cristas com direções preferenciais NE-SW e E- W; Mudanças drásticas no regime das precipitações; destruição do manto intempérico reliquial; Deposição de pedimentos; Aprofundamento dos canais;	Grandes domínios morfoestruturais; Relevo Planáltico; Maciços residuais; modelados de gradação e de denudação;

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018

3.3 ASPECTOS DO ESTRATO GEOGRÁFICO PARA A FOLHA DE BELO JARDIM.

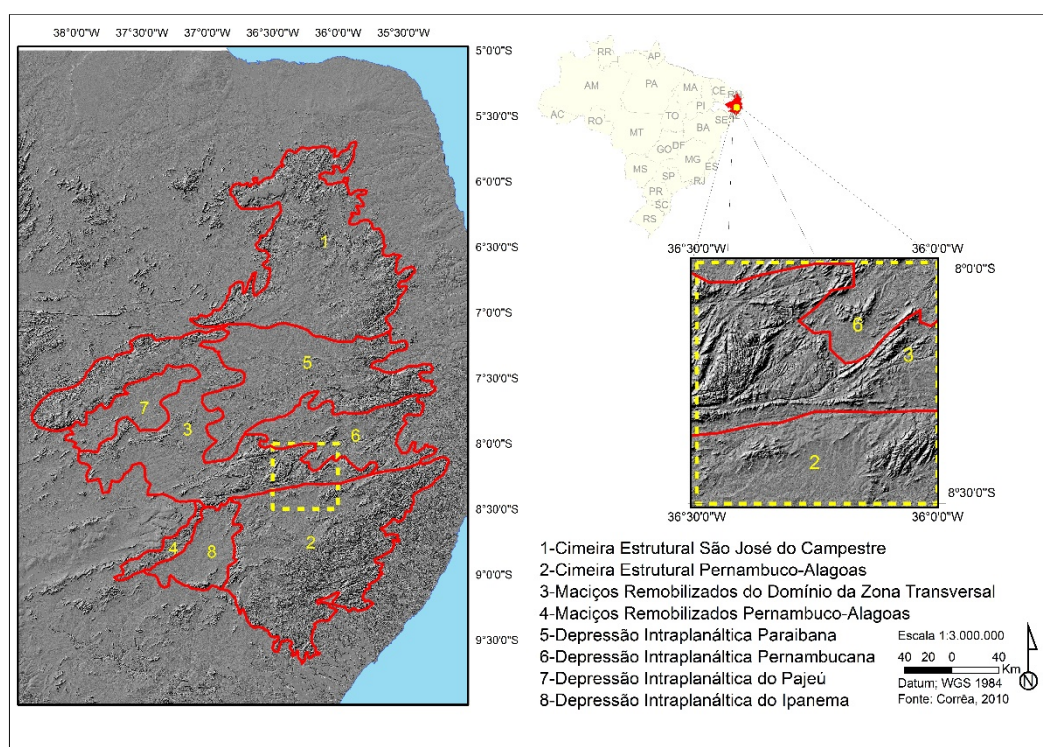
Num segundo momento pretende-se configurar a relação geossistêmica das unidades de compartimentalização efetuada em Corrêa (2010), concebendo-as como sistema integrativo da natureza com a sociedade (BERTRAND 1972; MONTEIRO, 2000).

O Planalto da Borborema com o seu aspecto dômico, expresso sob a forma de patamares escalonados, caracteriza a exposição a diferentes estádios de dissecação

e a evacuação dos sedimentos, sempre na razão: resistência litológica e ação climática intensa e, concomitantemente, a ocorrência de pulsação tectônica oscilatória sobre ambientes plataformais. (CORRÊA *et. al.*, 2010).

Para o entendimento das características do estrato geográfico nos seus aspectos: de domínio, geomorfológico, pedológico e de uso e ocupação da terra, adotou-se a proposta de compartimentação megageomorfológica destes autores que, por meio do entendimento morfoestrutural, buscaram reconstituir a influência dos mecanismos endógenos atuantes sobre a hierarquização regional dos compartimentos do relevo nordestino brasileiro, durante os eventos geológicos para a formação do Planalto da Borborema.

Figura 5 - Mapa de localização das Unidades Megageomorfoestruturais do Planalto da Borborema.



Fonte: Corrêa *et. al.*, (2010), modificado pelo autor, (2018)

Embora esta proposta de reconhecimento do planalto possua oito subcompartimentos morfoestruturais distintos, apenas receberão destaques, para a caracterização da área de estudo, os limites para as seguintes unidades morfoestruturais: (6) Depressão

Intraplanáltica Pernambucana; (2) Cimeira Estrutural Pernambuco-Alagoas; e (3) Maciços Remobilizados do Domínio da Zona Transversal.

3.3.1 Depressão Interplanáltica Pernambucana (6)

Os municípios que localizam parcialmente os seus territórios dentro da área de estudo deste projeto para esta unidade (6) Depressão Interplanáltica Pernambucana são: Jataúba, Brejo da Madre de Deus, Caruaru, Taquaritinga do Norte e Toritama.

Geomorfologicamente, nos terrenos ondulados com inclinação das vertentes entre 9º a 18º, o modelado de denudação em Maciços residuais está localizado entre as faixas altimétricas de 520 a 740 metros. E nos terrenos planos, suavemente ondulados, com vertentes de inclinação inferiores a 7º. Os Pedimentos rochosos com cobertura detrítica estão localizados na faixa altimétrica a 500 metros (SILVA, 2008; IBGE, 2009).

O cobrimento pedológico, nesta escala de análise, agrupa os seguintes solos:

i) Argissolo (40%) com atividade de argila baixa em solos rasos e atividade alta em perfis profundos, a textura média/média e argilosa com cascalho a cascalhenta, associado a Neossolos (35%), textura média e argilosa com cascalho e cascalhenta, ambos Eutróficos e Distróficos, por vezes, com o horizonte A pedregoso e Afloramento de rocha (25%);

ii) Argissolo (55%) com atividade de argila baixa distrófico e eutrófico profundo e pouco profundo textura média/média e argilosa com e sem cascalho a cascalhenta. Estão associados a Neossolos (30%), textura média com cascalho a cascalhenta e substrato gnáissico, granítico e granodiorítico, ambos com horizonte A moderado e afloramentos de rocha (15%) (BARBOSA *et al*, 1984; FILHO *et al.*, 2000).

A cobertura vegetal³ primária de Savana Estépica Arborizada (Ta) se encontra antropizada pelo uso agropecuário e de cultivos. Nestes maciços residuais, após a supressão total ou parcial da cobertura primária, verifica-se vegetação Secundária

³ A caracterização da cobertura vegetal e uso da terra nesta pesquisa tem como base a bibliografia informada, acrescida do mapa de uso e cobertura da terra elaborado pelo autor em ambiente SIG.

(Vs) em estágio inicial e intermediário por sucessão natural, entremeada a estradas sem pavimentação de tráfego periódico que interligam esparsas propriedades rurais de pasto e cultivos a pequenos núcleos de povoamento, tais como, Cabeça Branca, Cachoeira do Bento, Lage de Tabocas e Bilhar. Todos em Brejo da Madre de Deus (MMA 2007; FILHO et al., 2000).

Os principais gêneros agrícolas e agropecuários produzidos pelos municípios que englobam esta facie do compartimento são: abacate, banana, coco-da-baía, manga, cana-de-açúcar, laranja, mamão, feijão, milho, mandioca e batata doce. A área total plantada de cultivo permanente e temporário é de 139 km². Os principais rebanhos são: bovinos, caprinos, muares, porcos galináceos ocupando uma área de 46.000 ha (IBGE, 2016).

O cobrimento pedológico, nesta escala de análise, agrupa solos:

- i) Planossolo (70%) associado a Neossolos eutróficos (30%), com textura média com cascalho a cascalhenta e substrato gnáissico, granítico e granodiorítico. Em ambos, o horizonte A apresenta desenvolvimento estrutural de fraco a moderado onde afloram gnaisses, anfíbolitos, escarnitos e calcários cristalinos;
- ii) Planossolo (55%) associado a Neossolos eutróficos (45%), textura média com cascalho a cascalhenta e substrato gnáissico, xisto, granítico e granodiorítico. Em ambos, o horizonte A apresenta desenvolvimento estrutural de fraco a moderado (BARBOSA et al, 1984; FILHO et al., 2000).

A cobertura vegetal primária de Savana Estépica Arborizada (Ta) e secundária (Vs) se encontra antropizada pelo uso agropecuário e de cultivos temporários como milho, feijão, batata doce e mandioca. E perenes, de banana, coco-da-baía, abacate, manga e castanhas. Os Maciços residuais e Inselbergs são originalmente cobertos pela savana estépica (caatinga hiperxerófila) nas superfícies pedimentares entre 450 e 550 metros. Após a supressão total ou parcial da cobertura primária, verifica-se vegetação Secundária (Vs) em estágio inicial e intermediário por sucessão natural, entremeada pela rodovia estadual PE-145, sem pavimentação. A rodovia é de tráfego periódico que interliga esparsas propriedades rurais de pasto e cultivos a pequenos núcleos de

povoamento, tais como: Plaquiu e São João, no município de Jataúba, e no município de Brejo da Madre de Deus, Estrago e Cachimba de Pedro (IBGE, 2009).

Geomorfologicamente, a unidade de plaino aluvial está localizada na faixa altimétrica de 490 metros, onde predominam inclinações inferiores a 7°. Os Pedimentos rochosos com cobertura detrítica estão localizados na faixa altimétrica de 450 metros a 550 metros, com inclinação predominante entre 8° a 20°. O modelado de denudação em Inselbergs insere-se a partir das faixas altimétricas de 520 metros e 540 metros com inclinação das vertentes entre 9° a 45°. O maciço residual insere-se a partir da faixa altimétrica de 540 metros com vertentes de 9° a 45° de inclinação (SILVA, 2008; IBGE, 2009).

O cobrimento pedológico neste maciço residual e inselbergs, nesta escala de análise, agrupa solos:

i) Argissolo (40%), com atividade de argila baixa em solos rasos e atividade alta em perfis profundos, a textura média/média e argilosa com cascalho a cascalhenta, associado a Neossolos (35%), textura média e argilosa com cascalho e cascalhenta, ambos Eutróficos e Distróficos, por vezes, com o horizonte A pedregoso e Afloramento de rocha (25%);

ii) No Plaino aluvial agrupa solo Neossolos solódico e não solódico (60%), textura indiscriminada, associada a Argissolo (40%), textura arenosa e média., ambos eutróficos, com estrutura do horizonte A moderada;

Nas unidades pedimentares o cobrimento pedológico agrupa solo Luvisolo (50%) Vertissolo, associados a Planossolo (25%) e Neossoloseutróficos (25%), textura média, cascalhenta e substrato gnáissico, xisto e granítico. A estrutura do horizonte em todos é moderada (BARBOSA *et al.*, 1984; FILHO *et al.*, 2000).

A cobertura vegetal primária de Savana Estépica Arborizada (Ta) se encontra antropizada pelo uso agropecuário e de cultivos. Os maciços residuais e inselbergs são cobertos originalmente pela savana estépica (caatinga hipoxerófila), nas superfícies pedimentares entre 450 e 550 metros. Após a supressão total ou parcial da cobertura primária, verifica-se que a vegetação de caatinga hiperxerófila está

antropizada e entremeada por estradas sem pavimentação que interligam esparsas propriedades rurais de pasto e cultivos a pequenos núcleos de povoamento, tais como, Ipueira em Brejo da Madre de Deus e Capiberibe no município de Jataúba (MMA 2007; IBGE, 2009).

Geomorfologicamente, a unidade de Pedimento rochoso com cobertura detrítica está localizado na faixa altimétrica de 500 metros nos limites do município de Brejo da Madre de Deus, e na faixa de 450 metros no município de Caruaru, onde predominam inclinações inferiores a 7°. O modelado de denudação em Inselbergs se insere a partir da faixa altimétrica de 430 metros, com inclinação das vertentes entre 8° a 20° (SILVA, 2008; IBGE, 2009).

O cobrimento pedológico na unidade pedimentar detrítica no município de Brejo da Madre de Deus agrupa solo:

i) Argissolo (55%), com atividade de argila baixa distrófico e eutrófico profundo e pouco profundo, textura média/média e argilosa com e sem cascalho a cascalhenta. Estão associados a Neossolos (30%), textura média com cascalho a cascalhenta e substrato gnáissico, granítico e granodiorítico, ambos com horizonte A moderado e afloramentos de rocha (15%);

E na unidade pedimentar rochosa com cobertura detrítica no município de Caruaru agrupa solo:

i) Luvisolo (50%), Vertissolo, associados a Planossolo (25%) e Neossoloseutróficos (25%), textura média, cascalhenta e substrato gnáissico, xisto e granítico. A estrutura do horizonte em todos é moderada (BARBOSA *et al.*, 1984; FILHO *et al.*, 2000).

A cobertura vegetal de Savana Estépica Arborizada (Ta) e Vegetação Secundária (Vs) se encontra antropizada pelo uso agropecuário e de cultivos. Nas unidades pedimentares detríticas, a savana estépica (Caatinga hipoxerófila) é entremeada por estradas sem pavimentação de tráfego periódico que interligam esparsas propriedades rurais com pastagem plantada e cultivos a pequenos núcleos de povoamento, tais como, Bilhar, Lage da Taboca e Matias no município de Caruaru e Catolé, Cachoeira do Bento e Mandacaia, todos em Brejo da Madre de Deus (MMA, 2007; FILHO *et al.*, 2000).

Geomorfologicamente, os Pedimentos rochosos com cobertura detrítica estão localizados na faixa altimétrica de 450 metros a 500 metros e inclinação predominante inferior a 7°. Nas encostas das unidades de relevo residuais a inclinação está entre 8 e 20°. O modelado de denudação em Inselbergs se insere a partir das faixas altimétricas de 520 metros e 590 metros, com inclinação das vertentes superior a 20°. A unidade de Maciço residual em crista localizado na faixa altimétrica de 600 metros possui inclinação predominante superior a 20° com algumas vertentes chegando a 40° (SILVA, 2008; IBGE, 2009).

O cobrimento pedológico, na unidade maciço residual, agrupa solos:

- i) Argissolo (40%) com atividade de argila baixa em solos rasos e atividade alta em perfis profundos, a textura média/média e argilosa com cascalho a cascalhenta, associado a Neossolos (35%), textura média e argilosa com cascalho e cascalhenta, ambos Eutróficos e Distróficos, por vezes, com o horizonte A pedregoso e Afloramento de rocha (25%);
- ii) Argissolo (55%) com atividade de argila baixa distrófico e eutrófico profundo e pouco profundo, textura média/média e argilosa com e sem cascalho a cascalhenta. Estão associados a Neossolos (30%), textura média com cascalho a cascalhenta e substrato gnáissico, granítico e granodiorítico, ambos com horizonte A moderado e afloramentos de rocha (15%);

Na unidade pedimentar rochosa com cobertura detrítica na faixa altimétrica de 450 metros o cobrimento pedológico agrupa solo:

- i) Luvisolo (50%), Vertissolo, associados a Planossolo (25%) e Neossoloseutróficos (25%), textura média, cascalhenta e substrato gnáissico, xisto e granítico. A estrutura do horizonte A em todos é moderada;

Na unidade pedimentar detrítica na faixa altimétrica de 500 metros e de Maciço em crista, também agrupa Argissolo e solo Luvisolo, respectivamente.

Na unidade de inselberg são encontrados:

- i) Argissolo e Neossolos (50%), textura média com cascalho a cascalhenta, substrato gnáissico, granítico e granodiorítico, associados a Argissolo (25%), rasos e profundos,

com baixa e alta atividade de argilas, textura média/média e argilosa, com cascalho e cascalhenta. Ambos eutróficos e com estrutura do horizonte A moderada e afloramentos de rocha (25%);

ii) Argissolo (50%) com baixa e alta atividade de argilas eutrófico, raso e pouco profundo, textura média/média e argilosa com cascalho a cascalhenta, associados a Neossolos (30%) eutróficos e distróficos, textura média com cascalho a cascalhenta, substrato granítico, granodiorítico e gnáissico. Ambos com estrutura do horizonte A moderada e com afloramentos de rocha (20%) (BARBOSA *et al.* 1984; FILHO *et al.*, 2000).

A cobertura vegetal primária de Savana Estépica Arborizada (Ta) e Secundária (Vs) se encontra antropizada pelo uso agropecuário e de cultivos temporários e perenes. Os maciços residuais e alguns Inselbergs são cobertos pela savana estépica (caatinga hiperxerófila), mas predomina sobre esta unidade vegetação secundária (Caducifolia). Nas superfícies pedimentares entre 450 e 500 metros, após a supressão total ou parcial da cobertura primária, verifica-se vegetação secundária (Caducifolia) em estágio inicial e intermediário por sucessão natural, entremeada pela rodovia BR- 104 e estradas sem pavimentação que interligam esparsas propriedades rurais de pasto e cultivos a pequenos núcleos de povoamento, tais como: Mourão Navio, Olho D'água e Queimada, todos no município de Brejo da Madre de Deus (MMA, 2007; FILHO *et al.*, 2000).

Geomorfologicamente, os Pedimentos rochosos com cobertura detrítica estão localizados na faixa altimétrica de 450 metros, 500 metros e 550 metros, com inclinação predominante inferiores a 7°. O modelado de denudação em Inselbergs se insere a partir das faixas altimétricas de 480 metros com inclinação das vertentes inferior a 20° (SILVA, 2008; IBGE, 2009).

O cobrimento pedológico, nesta escala de análise, na unidade pedimentar rochosa com cobertura detrítica agrupa solos:

i) Planossolos (70%) associados a Neossolos Eutróficos (30%), com textura média com cascalho a cascalhenta e substrato gnáissico, granítico e granodiorítico. Em

ambas, o horizonte A apresenta desenvolvimento estrutural de fraco a moderado onde afloram gnaisses, anfibolitos, escarnitos e calcários cristalinos;

ii) Luvissole (50%), Vertissolo, associados a Planossolo (25%) e Neossolos eutróficos (25%), textura média, cascalhenta e substrato gnáissico, xisto e granítico. A estrutura do horizonte em todos é moderada. Ao longo de drenagem, Gleissolo (60%), associado a Argissolo (40%) solódico. e não solódico. Ambos, distrófico e eutrófico, com estrutura do horizonte A moderada, textura argilosa e média;

E nas unidades de Inselbergs ocorre agrupamento de solo Neossolos (45%) textura média com cascalho a cascalhenta, com substrato gnáissico, granítico e migmatito associado a Argissolo (35%) com baixa e alta atividade de argila, raso e pouco profundo, textura média/média e argilosa com cascalho a cascalhenta. Ambos eutróficos, com estrutura do horizonte A fraca e moderada e afloramentos de rocha (20%) (BARBOSA *et al.* 1984; FILHO *et al.*, 2000).

A cobertura vegetal primária de Savana Estépica Arborizada (Ta) e Secundária (Vs) encontra-se antropizada pelo uso agropecuário e de cultivos temporários e perenes. Os maciços residuais e inselbergs são cobertos pela savana estépica (Caatinga hiperxerófila e ou hipoxerófila), nas superfícies pedimentares entre 450 e 550 metros. Após a supressão total ou parcial da cobertura primária, verifica-se vegetação secundária em estágio inicial e intermediário por sucessão natural, entremeada por estradas sem pavimentação de tráfego periódico que interligam esparsas propriedades rurais com pastagem plantada e cultivos a pequenos núcleos de povoamento, tais como: Reinado, Muniz e Poços no município de Caruaru (MMA 2007; IBGE, 2009).

Geomorfologicamente, a unidade de Pedimento rochoso com cobertura detrítica está localizada nas faixas altimétricas de 400 a 450 metros e ambas possuem inclinação das vertentes inferiores a 7°. Os Inselbergs estão localizados a partir da faixa altimétrica de 360 metros com inclinação das vertentes de 8 a 20°.

O cobrimento pedológico, nesta escala de análise, na unidade Pedimentar rochosa com cobertura detrítica agrupa solos:

i) Planossolo (70%) associado a Neossolos Eutróficos (30%), com textura média com cascalho a cascalhenta e substrato gnáissico, granítico e granodiorítico. Em ambos, o horizonte A apresenta desenvolvimento estrutural de fraco a moderado onde afloram gnaisses, anfibolitos, escarnitos e calcários cristalinos;

ii) Luvisolo (50%), Vertissolo associados a Planossolo (25%) e Neossolos eutróficos (25%), textura média, cascalhenta e substrato gnáissico, xisto e granítico. A estrutura do horizonte em todos é moderada. Estão dispostos ao longo de drenagem, Gleissolo (60%), associado a Neossolos (40%) solódico e não solódico. Ambos distrófico e eutrófico, com estrutura do horizonte A moderada, textura argilosa e média;

iii) Planossolo (65%) associado a Neossolos eutrófico (35%), textura média com cascalho a cascalhenta, substrato gnáissico, xisto e granítico. Em ambos, a estrutura do horizonte A é moderada.

E nas unidades de Inselbergs ocorre agrupamento de solo Neossolos eutrófico (50%) textura média com cascalho a cascalhento e substrato gnáissico, granítico, xisto e sienito, associado a Planossolo (30%). Em ambos, a estrutura do horizonte A é fraca e moderada com Afloramento de rocha (20%) (BARBOSA *et al.* 1984; FILHO *et al.*, 2000).

A cobertura vegetal primária de Savana Estépica Arborizada (Ta) e Secundária (Vs) encontra-se antropizada pelo uso agropecuário e de cultivos temporários e perenes que ocupam as unidades pedimentares do relevo. Os inselbergs são cobertos pela savana estépica (Caatinga hiperxerófila e ou hipoxerófila). Nas superfícies pedimentares entre 400 e 450 metros, após a supressão total ou parcial da cobertura primária, verifica-se vegetação secundária em estágio inicial e intermediário por sucessão natural, entremeada por estradas sem pavimentação, de tráfego periódico e pelas rodovias PE-145 e BR-104 que interligam esparsas propriedades rurais com pastagem plantada e algum cultivo a pequenos núcleos de povoamento, tais como: Roncador no município de Toritama, e Santa Maria, Jacaré, Lagoa Nova e Malhada, todos no município de Caruaru (MMA, 2007; FILHO *et al.*, 2000).

A feição estrutural que atravessa todo o seu comprimento é a Zona de Cisalhamento Transcorrente Sinistral Fazenda Nova, os milonitos têm direção O que confirma o metamorfismo de suas rochas. preferencial NE-SW (NEVES *et al.*, 2000).

Geomorfologicamente, a unidade de Pedimento rochoso com cobertura detrítica está localizada nas faixas altimétricas de 450 e 500 metros com inclinação das vertentes inferior a 7° para a porção situada no município de Caruaru. E nas faixas de 550 e 600 metros, as vertentes que bordeiam esta unidade geológica, se inclinam de 8° a 20° (SILVA, 2008; IBGE, 2009).

O cobrimento pedológico nestas unidades pedimentares agrupa solos:

- i) Argissolo (40%) com baixa atividade de argila, eutrófico e pouco profundo, textura media/média e argilosa com cascalho e cascalhenta, associado a regossolo distrófico (25%). Ambos associados a Planossolo (20%) com Afloramentos de rocha (15%);
- ii) Planossolo (70%) associados a Neossolos Eutróficos (30%), com textura média com cascalho a cascalhenta e substrato gnáissico, granítico e granodiorítico. Em ambas, o horizonte A apresenta desenvolvimento estrutural de fraco a moderado onde afloram gnaisses, anfibolitos, escarnitos e calcários cristalinos;
- iii) Planossolo (65%) associado a Neossolos eutrófico (35%), textura média com cascalho a cascalhenta, substrato gnáissico, xisto e granítico. Em ambos, a estrutura do horizonte A é moderada (BARBOSA *et al.* 1984; FILHO *et al.*, 2000).

A cobertura vegetal primária de Savana Estépica Arborizada (Ta) e Secundária (Vs) se encontra antropizada pelo uso agropecuário. Assim, nas superfícies pedimentares, após a supressão total ou parcial da cobertura primária (Caatinga hipoxerófila), verifica-se vegetação secundária em estágio inicial e intermediário por sucessão natural, entremeada por estradas sem pavimentação e pela rodovia BR-104 (MMA, 2007; FILHO *et al.*, 2000; IBGE, 2009).

3.3.2 Maciços Remobilizados do Domínio da Zona Transversal (3)

Geomorfologicamente, a unidade de Pedimento rochoso com cobertura detrítica está localizada nas faixas altimétricas de 550 metros com inclinação das vertentes inferior a 7° para a porção situada no município de Brejo da Madre de Deus e de 20 a 40° a aquela situada no município de Belo Jardim.

Nesta mesma unidade na faixa de 600 metros, as vertentes se inclinam de 3° a 7° e a 650 metros predominam as inclinações inferiores a 20°. A unidade de Cimeira e Cimeira em crista está localizada na faixa altimétrica de 900 metros com inclinação de 20° e superiores a 45°. A unidade de inselberg está localizada nas faixas altimétricas de 490 a 700 metros com vertentes de 20° a 40° de inclinação. A unidade de Maciço residual em crista está localizada na faixa altimétrica de 670 metros e possui vertentes de 20° a 45° de inclinação. Ambas unidades de denudação margeiam a rodovia BR-232 (SILVA, 2008; IBGE, 2009).

O cobrimento pedológico, nesta escala de análise, na unidade Pedimentar rochosa com cobertura detrítica a 600 metros agrupa solos:

- i) Argissolo (55%) com atividade de argila baixa distrófico e eutrófico profundo e pouco profundo textura média/média e argilosa com e sem cascalho a cascalhenta. Estão associados a Neossolos (30%), textura média com cascalho a cascalhenta e substrato gnáissico, granítico e granodiorítico, ambos com horizonte A moderado e afloramentos de rocha (15%);
- ii) Planossolo (65%) associado a Neossolos eutrófico (35%), textura média com cascalho a cascalhenta, substrato gnáissico, xisto e granítico. Em ambos, a estrutura do horizonte A é moderada;
- iii) Planossolo (35%) a orto e mediano associado a Argissolo (25%) com atividade de argila baixa e alta, eutrófico, raso e pouco profundo, textura média/média e argilosa com cascalho a cascalhenta, associado a Neossolos eutróficos, (25%) textura média com cascalho a cascalhenta, substrato gnáissico e granítico. Em todos, a estrutura do horizonte A é moderada associado a Afloramentos de rocha (15%);

iv) Neossolos (30%), textura média com cascalho a cascalhenta, substrato granítico e gnáissico associado a Argissolo (30%) com baixa atividade de argilas e pouco profundo. A textura é média/média e argilosa com cascalho a cascalhenta. Ambos eutrófico e distrófico. A estrutura do horizonte A é moderada e proeminente associado a solo Luvisolo planossolico (20%) com estrutura do horizonte A moderada, todos epipedregoso com Afloramentos de rocha (20%);

v) Planossolo (70%) associados a Neossolos Eutróficos. (30%), com textura média com cascalho a cascalhenta e substrato gnáissico, granítico e granodiorítico. Em ambas, o horizonte A apresenta desenvolvimento estrutural de fraco a moderado onde afloram gnaisses, anfíbolitos, escarnitos e calcários cristalinos;

vi) Luvisolo (50%), Vertissolo associados a Planossolo (25%) e Neossolos eutróficos (25%), textura média, cascalhenta e substrato gnáissico, xisto e granítico. A estrutura do horizonte em todos é moderada. Ao longo de drenagem, Gleissolo (60%), associado a Neossolos (40%) solódico. e não solódico. Ambos distrófico e eutrófico, com estrutura do horizonte A moderada textura argilosa e média.

E nas unidades de Inselbergs ocorre agrupamento de solos:

i) Neossolos eutrófico (50%), textura média com cascalho a cascalhento e substrato gnáissico, granítico, xisto e sienito, associado a Planossolo (30%). Em ambos a estrutura do horizonte A é fraca e moderada com Afloramento de rocha (20%). (BARBOSA *et al.* 1984; FILHO *et al.*, 2000).

ii) Argissolo (40%) com baixa atividade de argila, eutrófico e pouco profundo, textura média/média e argilosa com cascalho e cascalhenta, associado a regossolo distrófico (25%). Ambos associados a Planossolo (20%) com Afloramentos de rocha (15%);

iii) Planossolo (70%) associados a Neossolos eutróficos. (30%), com textura média com cascalho a cascalhenta e substrato gnáissico, granítico e granodiorítico. Em ambas o horizonte A apresenta desenvolvimento estrutural de fraco a moderado onde afloram gnaisses, anfíbolitos, escarnitos e calcários cristalinos;

iv) Argissolo (40%) com atividade de argila baixa em solos rasos e atividade alta em perfis profundos, a textura média/média e argilosa com cascalho a cascalhenta, associado a Neossolos (35%), textura média e argilosa com cascalho e cascalhenta, ambos Eutróficos e Distróficos, por vezes, com o horizonte A pedregoso e Afloramento de rocha (25%).

Na unidade pedimentar rochosa com cobertura detrítica na faixa altimétrica de 450 metros, o cobrimento pedológico agrupa solo:

i) Luvisolo (50%), Vertissolo associado a Planossolo (25%) e Neossolos eutróficos (25%), textura média, cascalhenta e substrato gnáissico, xisto e granítico. A estrutura do horizonte A em todos é moderada.

Na unidade pedimentar detrítica na faixa altimétrica de 500 metros e de Maciço em crista, também agrupa Argissolo e solo Luvisolo, respectivamente.

Na unidade de inselberg são encontrados:

i) Argissolo e Neossolos (50%), textura média com cascalho a cascalhenta, substrato gnáissico, granítico e granodiorítico, associados a Argissolo (25%) rasos e profundos, com baixa e alta atividade de argilas, textura média/média e argilosa, com cascalho e cascalhenta. Ambos eutróficos e com estrutura do horizonte A moderada e afloramentos de rocha (25%);

ii) Argissolo (50%) com baixa e alta atividade de argilas eutrófico raso e pouco profundo, textura média/média e argilosa com cascalho a cascalhenta, associados a Neossolos (30%) eutróficos e distróficos, textura média com cascalho a cascalhenta, substrato granítico, granodiorítico e gnáissico. Ambos com estrutura do horizonte A moderada e com afloramentos de rocha (20%) (BARBOSA *et al.* 1984; FILHO *et al.*, 2000).

iii) Argissolo (50%) distrófico com horizonte A moderado e proeminente, associado a Podzólico vermelho-escuro (30%) distrófico e eutrófico a moderado, ambos com baixa atividade de argilas, textura média/argilosa, associados a Neossolos (20%) distrófico

e eutrófico e estrutura do horizonte A moderada e proeminente, textura média e argilosa, substrato gnáissico. e granítico;

iv) Argissolo (45%) com baixa atividade de argila, distrófico com estrutura do horizonte A proeminente, textura média/argilosa com e sem cascalho, associado a Neossolos (25%) distrófico e eutrófico com estrutura do horizonte A moderada e proeminente textura média e argilosa. Substrato gnáissico, granítico e granodiorítico, ambos associados a Argissolo (15%) com atividade baixa de argila álico e distrófico com horizonte A húmico e textura média/argilosa com e sem cascalho, com Afloramentos de rocha (15%).

A cobertura vegetal primária de Savana Estépica Arborizada (Ta) e Secundária (Vs) para este compartimento megageomorfológico apresenta forte antropização pela atividade agropecuária com pastagem plantada, principalmente na unidade de cimeira, onde após a supressão total ou parcial da cobertura primária (Caatinga hipoxerófila), verifica-se vegetação secundária em estágio inicial e intermediário por sucessão natural, entremeada por estradas sem pavimentação.

Nas unidades pedimentares, também se encontram antropizadas pelo uso agropecuário e de cultivos temporários e perenes com estágios de vegetação secundária intermediário por sucessão natural (MMA (2007); FILHO *et al.*, 2000; IBGE, 2009). Na unidade pedimentar rochosa, com cobertura detrítica na faixa de 600 metros no município de Brejo da Madre de Deus, onde há Argissolo verifica-se a presença de cultivos e de criação de animais.

3.3.3 Cimeira estrutural Pernambuco-Alagoas (2)

Os municípios que localizam parcialmente os seus territórios dentro da área de estudo para esta unidade (2) Cimeira estrutural Pernambuco-Alagoas são: São Bento do Una, Belo Jardim, Tacaimbó, São Caitano, Caruaru, Cachoeirinha e Altinho.

Geomorfologicamente a unidade de Pedimento rochoso com cobertura detrítica nas faixas altimétricas de 650 metros possuem inclinação das vertentes inferiores a 7º para a porção situada no município de São Bento do Una.

Nesta mesma unidade de relevo na faixa de 595 a 425 metros, as vertentes se inclinam de 3° a 7°. A unidade de Maciço em crista atinge a faixa altimétrica de 885 metros com inclinação de 20° e superiores a 40°. A unidade de inselberg estende-se até às faixas altimétricas a 535 metros com vertentes com inclinação de 20° a 40° de inclinação. A unidade de cimeira está localizada na faixa altimétrica de 820 metros e possui vertentes de 20° e superiores a 40° de inclinação (SILVA, 2008; IBGE, 2009).

O cobrimento pedológico, nesta escala de análise, na unidade Pedimentar rochosa com cobertura detrítica a 645 metros agrupa solos:

- i) Argissolo (55%) com atividade de argila baixa distrófico e eutrófico profundo e pouco profundo textura média/média e argilosa com e sem cascalho a cascalhenta. Estão associados a Neossolos (30%), textura média com cascalho a cascalhenta e substrato gnáissico, granítico e granodiorítico, ambos com horizonte A moderado e afloramentos de rocha (15%);
- ii) Planossolo (65%) associado a Neossolos eutrófico (35%), textura média com cascalho a cascalhenta, substrato gnáissico, xisto e granítico. Em ambos a estrutura do horizonte A é moderada;
- iii) Planossolo (35%) a orto e mediano associado a Argissolo (25%) com atividade de argila baixa e alta, eutrófico, raso e pouco profundo, textura média/média e argilosa com cascalho a cascalhenta, associado a Neossolos eutróficos (25%) textura média com cascalho a cascalhenta, substrato gnáissico e granítico. Em todos a estrutura do horizonte A é moderada associado a Afloramentos de rocha (15%);
- iv) Neossolos (30%), textura média com cascalho a cascalhenta, substrato granítico e gnáissico associado a Argissolo (30%) com baixa atividade de argilas e pouco profundo. Textura é média/média e argilosa com cascalho a cascalhenta. Ambos eutrófico e distrófico. A estrutura do horizonte A é moderada e proeminente associado a solo Luvisolo planossolico (20%) com estrutura do horizonte A moderada, todos epipedregoso com Afloramentos de rocha (20%);

v) Planossolo (70%) associados a Neossolos Eutróficos (30%), com textura média com cascalho a cascalhenta e substrato gnáissico, granítico e granodiorítico. Em ambas, o horizonte A apresenta desenvolvimento estrutural de fraco a moderado onde afloram gnaisses, anfíbolitos, escarnitos e calcários cristalinos;

vi) Luvisolo (50%), Vertissolo associados a Planossolo (25%) e Neossolos eutróficos (25%), textura média, cascalhenta e substrato gnáissico, xisto e granítico. A estrutura do horizonte em todos é moderada. Ao longo da drenagem, Gleissolo (60%), associado a Neossolos (40%) solódico. e não solódico. Ambos distrófico e eutrófico, com estrutura do horizonte A moderada, textura argilosa e média.

E nas unidades de Inselbergs ocorre:

i) Agrupamento de Neossolos eutrófico (50%), textura média com cascalho a cascalhento e substrato gnáissico, granítico, xisto e sienito, associado a Planossolo (30%). Em ambos a estrutura do horizonte A é fraca e moderada com Afloramento de rocha (20%) (BARBOSA *et al.* 1984; FILHO *et al.*, 2000).

ii) Argissolo (40%) com baixa atividade de argila, eutrófico e pouco profundo, textura média/média e argilosa com cascalho e cascalhenta, associado a regossolo distrófico (25%). Ambos associados a Planossolo (20%) com Afloramentos de rocha (15%);

iii) Planossolo (70%) associado a Neossolos eutróficos (30%), com textura média com cascalho a cascalhenta e substrato gnáissico, granítico e granodiorítico. Em ambas, o horizonte A apresenta desenvolvimento estrutural de fraco a moderado onde afloram gnaisses, anfíbolitos, escarnitos e calcários cristalinos.

iv) Argissolo (40%) com atividade de argila baixa em solos rasos e atividade alta em perfis profundos, a textura média/média e argilosa com cascalho a cascalhenta, associado a Neossolos (35%), textura média e argilosa com cascalho e cascalhenta, ambos Eutróficos e Distróficos, por vezes, com o horizonte A pedregoso e Afloramento de rocha (25%).

Na unidade pedimentar rochosa com cobertura detrítica na faixa altimétrica de 595 a 425 metros o cobrimento pedológico agrupa solo:

i) Luvisolo (50%), Vertissolo associados a Planossolo (25%) e Neossolos eutróficos (25%), textura média, cascalhenta e substrato gnáissico, xisto e granítico. A estrutura

do horizonte A em todos é moderada. Na unidade pedimentar detrítica na faixa altimétrica de 500 metros e de Maciço em crista, também agrupa Argissolo e solo Luvissolo, respectivamente;

Na unidade de inselberg são encontrados:

i) Argissolo e Neossolos (50%), textura média com cascalho a cascalhenta, substrato gnáissico, granítico e granodiorítico, associados a Argissolo (25%), rasos e profundos, com baixa e alta atividade de argilas, textura média/média e argilosa, com cascalho e cascalhenta. Ambos eutróficos e com estrutura do horizonte A moderada e afloramentos de rocha (25%);

ii) Argissolo (50%) com baixa e alta atividade de argilas, eutrófico raso e pouco profundo, textura média/média e argilosa com cascalho a cascalhenta, associados a Neossolos (30%) eutróficos e distróficos, textura média com cascalho a cascalhenta, substrato granítico, granodiorítico e gnáissico. Ambos com estrutura do horizonte A moderada e com afloramentos de rocha (20%) (BARBOSA *et al.* 1984; FILHO *et al.*, 2000).

iii) Argissolo (50%) distrófico com horizonte A moderado e proeminente, associado a Podzólico vermelho-escuro (30%) distrófico e eutrófico a moderado, ambos com baixa atividade de argilas, textura média/argilosa, associados a Neossolos (20%) distrófico e eutrófico e estrutura do horizonte A moderada e proeminente, textura média e argilosa, substrato gnáissico. e granítico;

iv) Argissolo (45%) com baixa atividade de argila, distrófico com estrutura do horizonte A proeminente, textura média/argilosa com e sem cascalho, associado a Neossolos (25%) distrófico e eutrófico com estrutura do horizonte A moderada e proeminente textura média e argilosa. Substrato gnáissico, granítico e granodiorítico, ambos associados a Argissolo (15%) com atividade baixa de argila álico e distrófico com horizonte A húmico e textura média/argilosa com e sem cascalho, com Afloramentos de rocha (15%).

A cobertura vegetal primária de Savana Estépica Arborizada (Ta) e Secundária (Vs) para este compartimento megageomorfológico apresenta antropização pela atividade

agropecuária com pastagem plantada, principalmente na unidade de maciço, onde após a supressão total ou parcial da cobertura primária (Caatinga hipoxerófila), verifica-se vegetação secundária em estágio inicial e intermediário por sucessão natural, entremeada por estradas sem pavimentação.

Nas unidades pedimentares, também se encontram antropizadas pelo uso agropecuário e de cultivos temporários e perenes com estágios de vegetação secundária intermediário por sucessão natural (MMA, 2007; FILHO *et al.*, 2000; IBGE, 2009).

Na unidade pedimentar rochosa com cobertura detrítica na faixa de 535 a 425 metros no município de Altinho há presença de Savana Estépica Arborizada (Ta) e Floresta Estacional Decidual Submontana(Cs). Onde há Argissolo, verifica-se a presença de cultivos e de criação de animais. Nas unidades de encosta há presença de Vegetação Secundária (Vs) e Agropecuária.

4 MÉTODOS E TÉCNICAS

Atualmente o estágio de desenvolvimento das geotecnologias oferece suporte técnico à cartografia geomorfológica para a realização do seu trabalho, desde a obtenção do dado geográfico georreferenciado e a sua correlação junto a outros bancos de dados, até a representação gráfica da sua forma, reduzida pela escala.

Neste cenário podemos considerar disponíveis para o devido suporte ao processo de mapeamento geomorfológico: o Sistema de Posicionamento Global (GPS), dados de imagem de satélite, Modelo Digital de Elevação (MDE) e os Sistemas de Informação Geográfica – SIG.

O Sensoriamento Remoto é uma tecnologia fundamental na coleta de dados do ambiente e recursos naturais e entendemos que o uso de sistemas de sensores na detecção das formas do relevo voltados à classificação de imagens possa fazer esse trabalho, com redução de tempo e custo de pesquisa, além de promover precisão e confiabilidade igual ou maior aos mapeamentos de metodologia tradicional (NOVO, 2010).

Para execução desta pesquisa foram reunidas informações quantitativas e qualitativas relativas às formas de relevo estudadas, buscando-se o seu armazenamento e análise em um ambiente SIG. Foram também realizados fichamento bibliográficos e seleção de dados de várias fontes como Teses, Dissertações, Monografias, Livros e Artigos de Periódicos; em bibliotecas públicas e em sítios da internet.

No levantamento dos dados foram utilizadas diversas fontes, como Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), Ministério do Meio Ambiente (MMA), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e a Alaska Satellite Facility, (ASF), entre outras, no intuito de levantar dados relativos aos tipos de solos, geologia, geomorfologia, imagens de satélite, radar, etc.

Para auxiliar as análises, foram utilizadas planilhas eletrônicas. O arcabouço reunido e selecionado de informações foi correlacionado e geoprocessado em ambiente SIG,

dentro do software ArcGis 10.5, bem como a edição e confecção da carta geomorfológica, conforme detalhamento metodológico a seguir.

4.1 A CONSTRUÇÃO DA BASE DE DADOS

A execução deste trabalho foi realizada por meio de atividade de procedimentos técnico-operacionais em PDI – Processamento Digital de Imagem, para as imagens do satélite Landsat 8 e (DEM) modelo de elevação ALOS-PALSAR (RTC) de 12, 5 metros. A etapa de análise dos atributos do MDE, que consome a maior parte dos procedimentos técnicos, ocorreu em tela no SIG, para o devido agrupamento dos conjuntos homogêneos e a identificação das formas de relevo.

Os objetos geográficos, depois de confrontados individualmente as faixas de hipsometria e as curvas de nível obtidas com a redução do MDE, foram confirmados pela identificação da forma e dos seus limites por meio de perfis topográficos gerados automaticamente⁴ e pela carta geomorfológica de Silva (2008), ainda no prelo. E, por final, a feição do relevo foi salva em um *geodatabase*⁵ (Banco de dados relacional).

Este formato de banco de dados tem a vantagem de relacionar, ao mesmo tempo, informações não espaciais aos atributos das feições geométricas georreferenciadas. A etapa seguinte foi a de correlação dos dados obtidos para o entendimento do vínculo de cada forma de relevo com os seus contextos físicos e culturais, como litologia, solos, altimetria, declividade, orientação do relevo e uso e cobertura da terra.

Deste modo, objetiva-se com o agrupamento seletivo do dado geomorfológico e o seu geoprocessamento e consistência topológica, a classificação das formas de relevo a ser processada em ambiente SIG para a confecção das duas cartas geomorfológicas referentes às metodologias de mapeamento.

Os aspectos necessários para a devida correlação genética das formas de relevo e do material pedológico, tiveram como referência as obras de Mariano et. al. (2007a, 2007b), Brito Neves (2016), Medeiros (2004) e Oliveira (2008), as quais entendemos

⁴ Os *perfis topográficos* gerados no SIG seguiram a resolução do MDE ALOS-PALSAR de 12,5 metros.

⁵ Um *geodatabase* é um formato de arquivo digital mais estável e que suporta um modelo de informação geográfica topologicamente integrado às classes de feições que foram vetorizadas na etapa anterior, com a geometria de ponto, linha ou polígono.

serem suficientes para o entendimento do contexto geológico da área de estudo: a Faixa da Zona de Transição da Província Borborema.

Os mapeamentos geomorfológicos foram confeccionados por meio da redução do modelo digital de elevação (MDE) ALOS-PALSAR (RTC) de 12,5 metros para a obtenção da topografia, do ângulo da encosta, das faixas hipsométricas, do relevo sombreado e do modelo tridimensional. Depois, em tela no SIG, estes dados foram correlacionados espacialmente aos dados apresentados pelos transectos do terreno gerados automaticamente.

Os agrupamentos de perfis topográficos parecidos foram juntados e então, dentro de cada subgrupo homogêneo, estes foram arranjados em outros agrupamentos de modo que as formas transicionais aproximem-se de subgrupos adjacentes, ainda mais semelhantes entre si.

Adicionalmente, alguns destes perfis estão demonstrados abaixo, identificando a forma do topo da vertente na orientação predominante do relevo, com exagero do plano vertical de até 10x em relação as escalas dos planos horizontais, conforme seção transversal por unidade de relevo.

Figura 6 - unidade de relevo – maciço em crista: topo aguçado

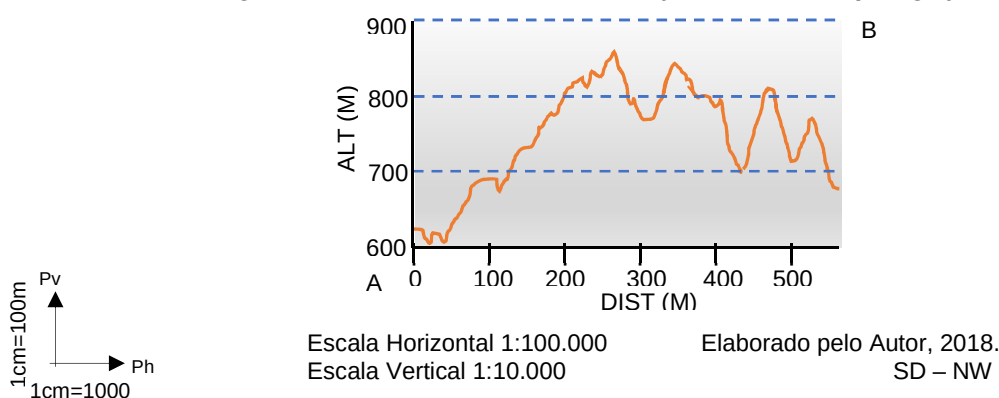


Figura 7 - unidade de relevo – maciço em crista: topo aguçado

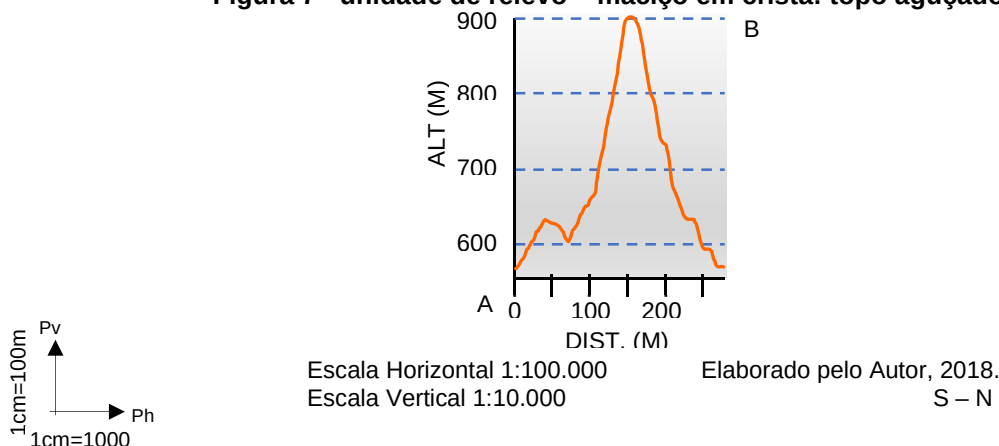
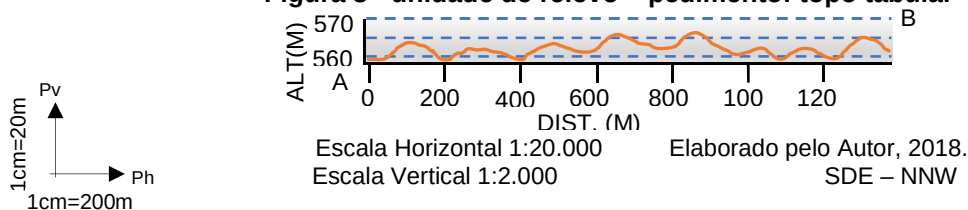
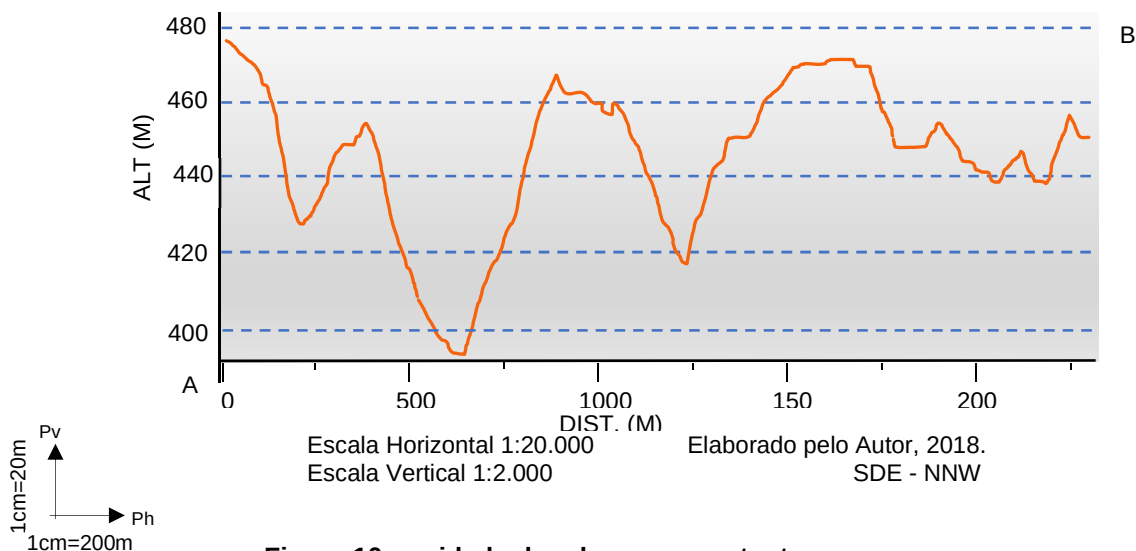
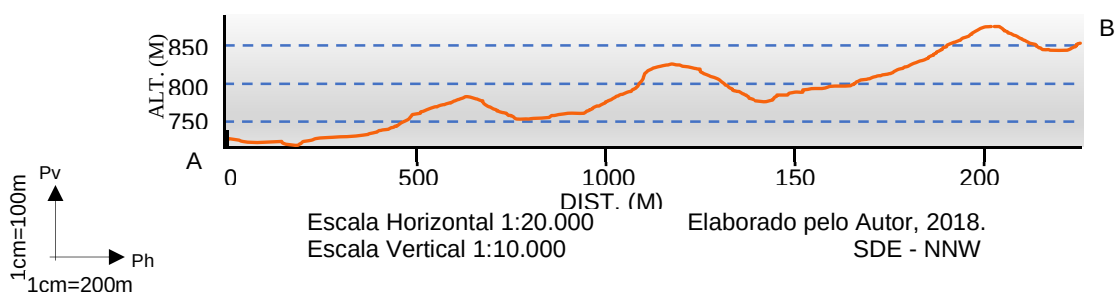
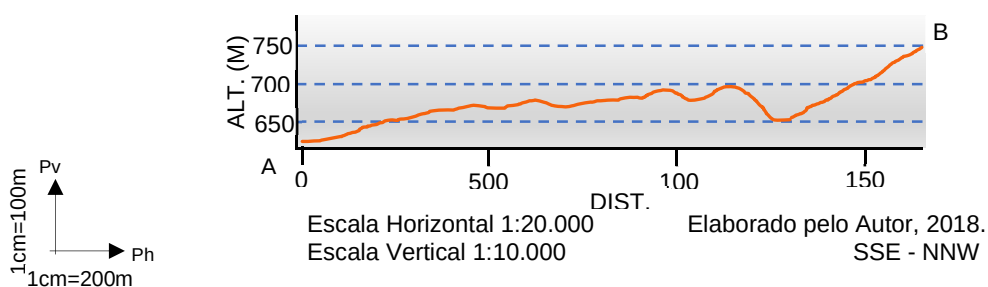
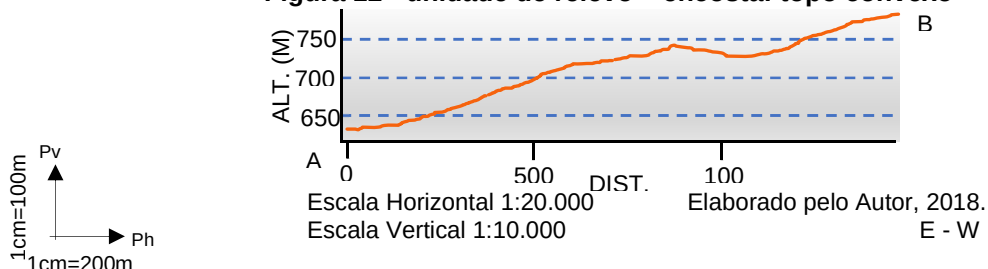


Figura 8 - unidade de relevo – pedimento: topo tabular**Figura 9 - unidade de relevo – pedimento: topo tabular****Figura 10 - unidade de relevo – encosta: topo convexo****Figura 11 - unidade de relevo – encosta: topo convexo****Figura 12 - unidade de relevo – encosta: topo convexo**

Por fim, os parâmetros metodológicos de Demek (1972) e IBGE (2009) forneceram os subsídios para o entendimento da escala de análise e consistiram no fator de ajuste fino de todos os trabalhos de reconhecimento da forma do relevo e da sua classificação.

4.2 MATERIAIS E PROCEDIMENTOS TÉCNICOS

Para a realização desta dissertação utilizou-se imagem multiespectral Landsat 8, bandas 5(R), 4(G), 3(B) e pancromática com resolução de 15 metros, datum e elipsoide de referência WGS 84, Zona 24 S. Estas imagens estão gratuitamente disponibilizadas no endereço eletrônico <http://www.dgi.inpe.br/CDSR> e <http://glcf.umiacs.umd.edu/data>. Acesso em 07/12/2017.

O modelo digital de elevação utilizado é o ALOS PALSAR (Advanced Land Observing Satellite), RTC (Radiometrically Terrain-corrected), com resolução de 12,5 metros; o datum e o elipsoide de referência original é o WGS 84, Zona 24 S. Este Radar, desenvolvido pela Alaska Satellite Facility, (ASF), opera com banda de abertura sintética e as suas imagens se encontram disponíveis em <https://vertex.daac.asf.alaska.edu/> e foram acessadas em 07 de dezembro de 2017.

Esta geração de imagem, a qual pertence o MDE ALOS-PALSAR (RTC) é superior a anterior de 30 metros e possui resolução do pixel semelhantes ao modelo Topodata desenvolvido por Valeriano (2008) e disponibilizado pelo INPE. Contudo, fez-se necessário atentar-se sobre as características de resolução final deste produto.

Segundo informações do guia do produto, disponibilizado no sítio <https://media.asf.alaska.edu>, o método utilizado para a correção das distorções geométricas do terreno da imagem original de alta resolução obedeceu algumas etapas de pós processamento: na primeira, o pixel original capturado em 10 metros, foi reamostrado para 12,5 metros; logo em seguida, este modelo reamostrado de 12,5 metros de resolução, passou por nova reamostragem, agora para um modelo de média resolução de 30,0 metros, com erro residual de 2 pixels ou 50 metros; Assim, como última etapa de pós processamento, os pixels da imagem foram reamostrados da versão de 30 metros para a versão final de 12,5 metros (ASF, 2015).

Embora o MDE original seja de uma geração de resolução melhor, ele continha erros geométricos que levariam a apuração imprecisa de informação.

Isto sendo considerado, não estamos mais trabalhando com a resolução original de 10 metros ou a reamostrada de 12, 5, mas com a imagem que foi reamostrada para 30 metros e depois dividida para pixels de 12, 5 metros novamente. Este procedimento determina que os dados topográficos finais derivem de uma resolução de 30 metros.

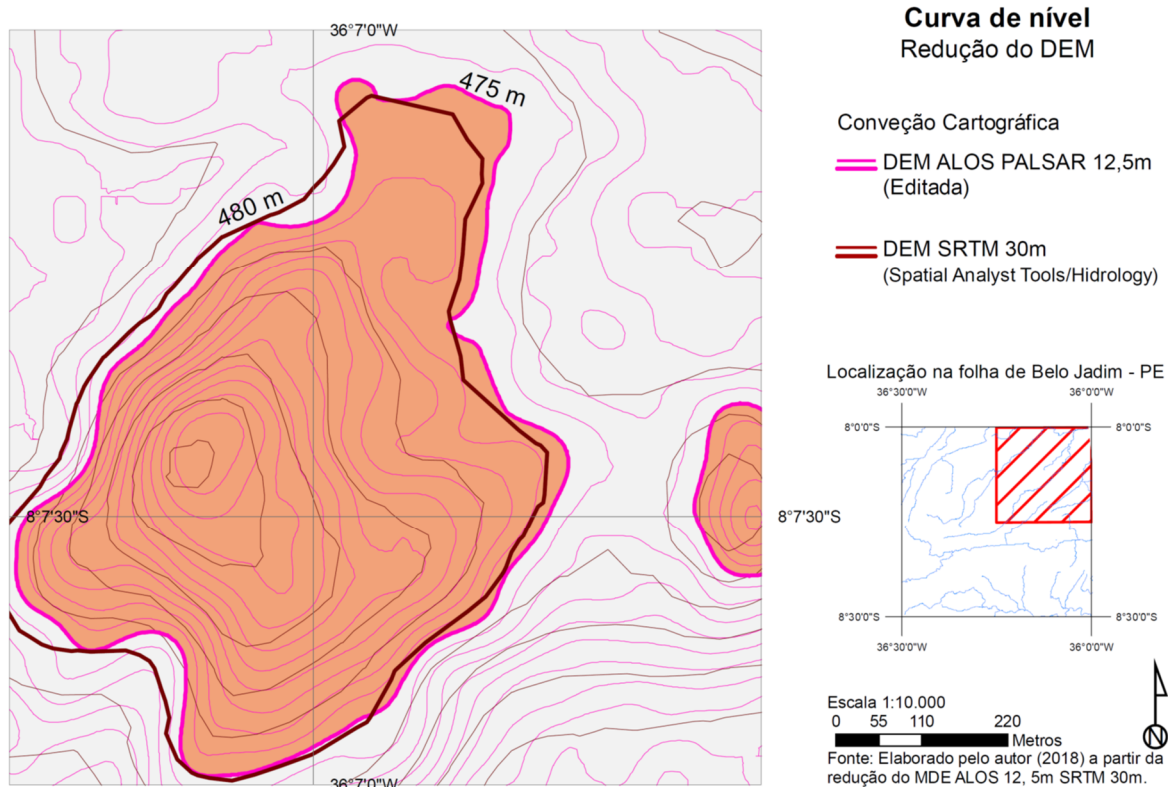
Mesmo assim, se por um lado não houve ganho em termos de detalhe do relevo, os resultados são melhores para a aquisição dos limites das feições de relevo sob as escalas menores que 1:100.000, porque são mais precisos, conforme demonstra a figura 14 onde é possível verificar a melhor definição que o DEM ALOS oferece em relação ao SRTM de 30 metros.

A observância do nível escalar do PEC⁶ aponta que os dados obtidos são compatíveis entre 1:125.000 e 1:150.000. Todavia, as escalas de impressão dos materiais cartográficos seguiram a escala 1:100.000, que é uma articulação oficial consagrada pela cartografia sistemática brasileira.

Por esta razão os produtos destes mapeamentos serão chamados de Mapa Geomorfológico de Belo Jardim, segundo a Legenda Unificada Detalhada para as Superfícies Terrestres do Mundo, Demek (1972); e Mapa Geomorfológico de Belo Jardim, segundo a Legenda Orientada para as Superfícies Terrestres Brasileiras, IBGE (2009)

⁶ O PEC (Padrão de Exatidão Cartográfica) de 0,0002 metros ou 1/5 do milímetro corresponde a menor grandeza medida no terreno, capaz de ser representada em desenho numa dada escala. Assim, a escala da imagem foi obtida a partir do tamanho do pixel da imagem ALOS PALSAR com resolução de 12,5 metros dividido por 0,0002 metros que é o menor comprimento gráfico que se pode representar no mapa por meio da Fórmula: $Pixel \div 0,0002m = Escala$ (IBGE, 1999).

Figura 13 - Curva de nível



Fonte: elaborado pelo autor (2018).

O enquadramento utilizado para o recorte da área de estudo em ambiente SIG, ocorreu por meio da articulação da folha Belo Jardim do IBGE em escala 1:100.000, disponível no formato Shapefile, pelo sítio <http://ibge.br> e acessado em 07/12/2017.

O programa de Sensoriamento Remoto e de SIG que foram utilizados são, respectivamente, o Spring 5.06 e o Arc Gis 10.5. O primeiro está disponível em <http://www.dpi.inpe.br/spring/> e o segundo pela aquisição da licença de uso pessoal pelo sítio <http://Esri.com>.

Nestes programas concentraram-se os procedimentos para o tratamento digital para as imagens multiespectrais Landsat 8 e MDE ALOS PALSAR (RTC).

As técnicas digitais de processamento digital das imagens de satélite Landsat 8 desdobraram-se em operações ou transformações numéricas que foram utilizadas como processamento da imagem para destacar os usos da terra, e correspondem a três conjuntos divididos em: técnicas de pré-processamento, técnicas de realce de imagens e técnicas de classificação de imagens.

O pré-processamento, refere-se à correção atmosférica por meio da conversão do número digital para a reflectância (TOA) com a utilização da calculadora raster, seguindo os parâmetros oficiais disponíveis dos metadados por parte do fornecedor da imagem.

A geração de composições coloridas, como forma de realçar objetos, desenvolveu-se com a fusão das bandas, por exemplo para a vegetação, 5(infravermelho próximo), 4 (vermelho) e 3 (verde) à banda pancromática 8 de resolução espacial (15m), no intuito de se obter a melhor definição da imagem.

Após a aplicação do conjunto de técnicas para se extrair a melhor amostragem dos pixels para os alvos de vegetação, cultivos, área urbana, água, solo exposto e outros usos antrópicos, passamos para a última técnica desta divisão: a Classificação.

A Classificação, também chamada de segmentação, pode ser supervisionada ou não supervisionada e realiza a repartição da imagem em regiões espectralmente homogêneas.

Este procedimento visou o reconhecimento automático dos objetos que apresentam similaridade em suas respostas espectrais (FLORENZANO, 2008). No entanto, para o mapa final, optou-se por um mapa com legenda simplificada focada no aspecto geral da cobertura do solo.

Em seguida, a imagem classificada gerada foi exportada, já como vetor em formato *Shapefile* para geoprocessamento e consistência topológica dos dados para o seu armazenamento no *geodatabase* (conforme mapa anexo).

O processamento digital de imagem para o MDE ALOS-PALSAR de resolução de 12, 5 metros, para extrair-se a morfografia e a morfometria do relevo, contou com a execução de tarefas no programa Arc Gis 10.5, desmembrando-se do seguinte modo: criação de mosaico, redução do MDE, geração de insumos, processamento estatístico e análise espacial.

Primeiramente, foi criado um mosaico das três imagens MDE ALOS-PALSAR (RTC); em seguida, o arquivo vetorial em formato *Shapefile* da folha 1:100.000 foi utilizado para o recorte da área de estudo.

Os passos seguintes determinaram, por meio das ferramentas do módulo *arctools* do ArcGis: a redução do MDE em curvas de nível equidistantes em 5 metros, a criação de um modelo triangular irregular (TIN) e de um modelo sombreado do relevo, hipsometria, declividade e orientação das vertentes.

Estes insumos gerados, inicialmente são a base dos trabalhos de identificação dos conjuntos homogêneos em tela para as formas do relevo, com a ajuda de amostras dos perfis topográficos gerados automaticamente.

A tarefa de enquadramento morfométrico, tendo como base a metodologia convencional utilizada por Beltrame (1994), Ross (1996), Christofolletti (1980), Vilella e Mattos (1975) e Barbosa et. al., (1984) entre outros, subsidiou uma série de testes para uma classificação da realidade das superfícies de relevo do semiárido nordestino.

Os dados morfométricos foram processados a partir dos vetores de hidrografia e de curva de nível, no que, por meio de intersecção de uma malha subdividida por polígonos de 1 km², em ambiente SIG.

Consequentemente, realizou-se a análise estatística-espacial para a determinação do grau de dissecação do relevo, seguindo as orientações de Beltrame (1994), com adaptações à realidade das superfícies no semiárido onde se encontra a área de estudo.

As classes de dissecação do relevo, estabelecidas por meio da densidade de drenagem e aprofundamento da incisão, referenciada pelos manuais do IBGE (2009) como componente morfométrico a constar na sua legenda, após processamento estatístico e análise espacial em ambiente SIG, apresentam os resultados a seguir.

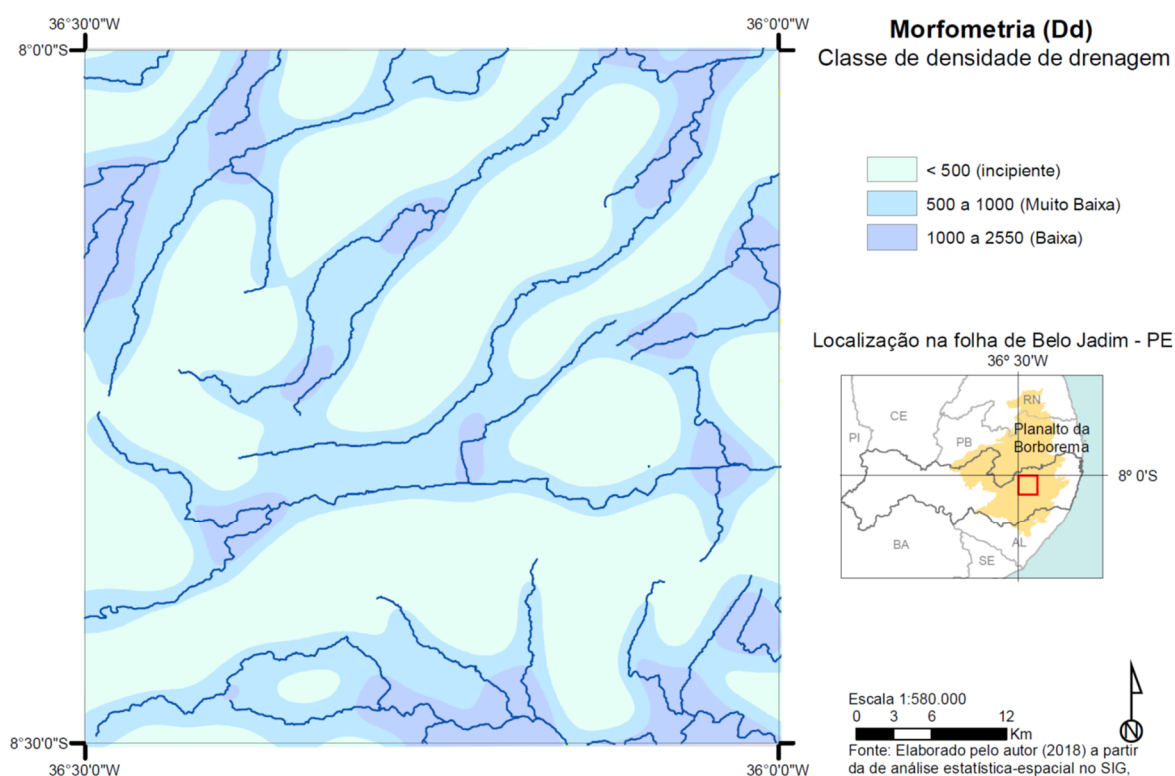
Preliminarmente para a densidade de drenagem, temos sedimentado as classes: Incipiente ($<500 \text{ m/km}^2$); Muito Baixa (500 a 1000 m/km^2) e Baixa ($1000 \text{ a } 2550 \text{ m/km}^2$). E para o aprofundamento do canal as classes: Baixa (15 a 20 m); Média (20 a 40 m); Alta (40 a 80 m) e Muito Alta ($>80 \text{ m}$). Conforme as tabelas e figuras a seguir.

Tabela 3 - Classificação da densidade de drenagem (Dd)

Dd (km/km^2)	Classificação
$<0,5$	Incipiente
0,5 a 1,00	Muito Baixa
1,01 a 2,55	Baixa

Fonte: Adaptado de Beltrame (1994).

Figura 14 - Morfometria: classe de densidade de drenagem

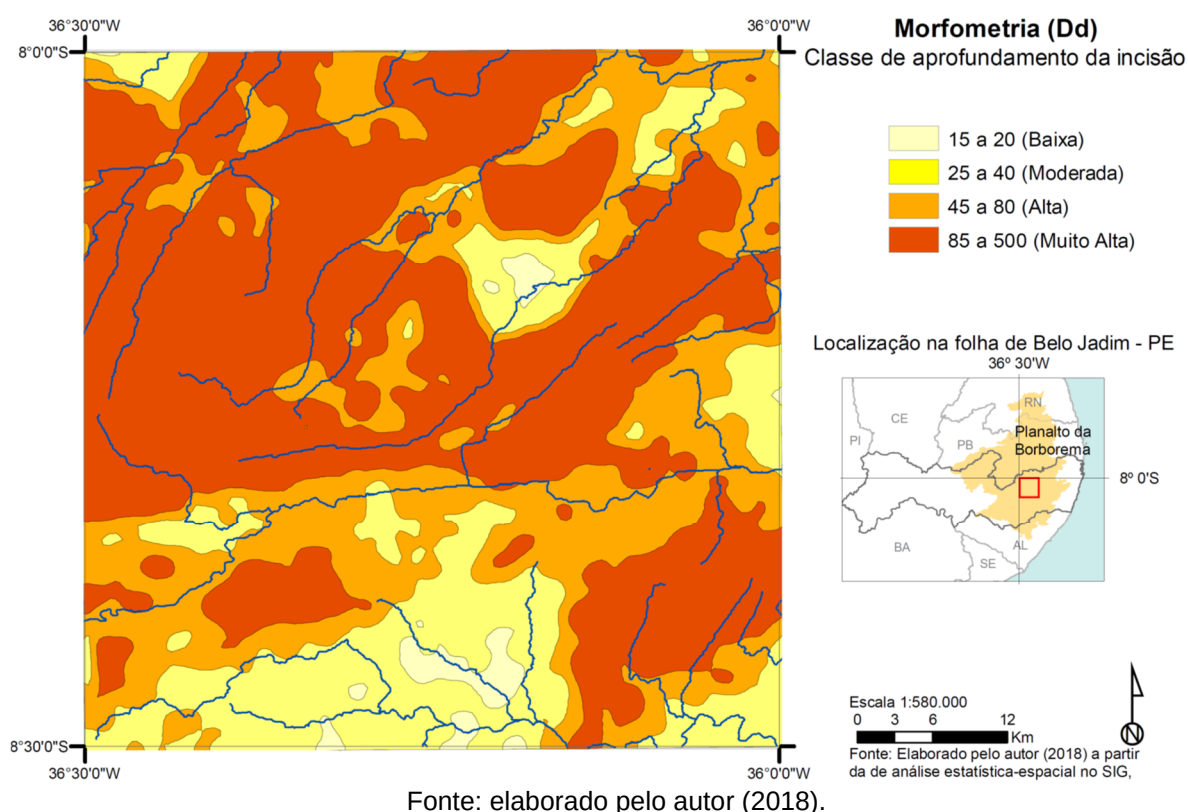


Elaborado pelo autor (2018)

Tabela 4 - Classificação do aprofundamento da incisão (Ai)

Ac (metros)	Classificação
15 a 20	Baixa
20 a 40	Moderada
40 a 80	Alta
80 a 500	Muito alta

Fonte: adaptado de Ross (1994).

Figura 14 - Morfometria: classe de aprofundamento da incisão

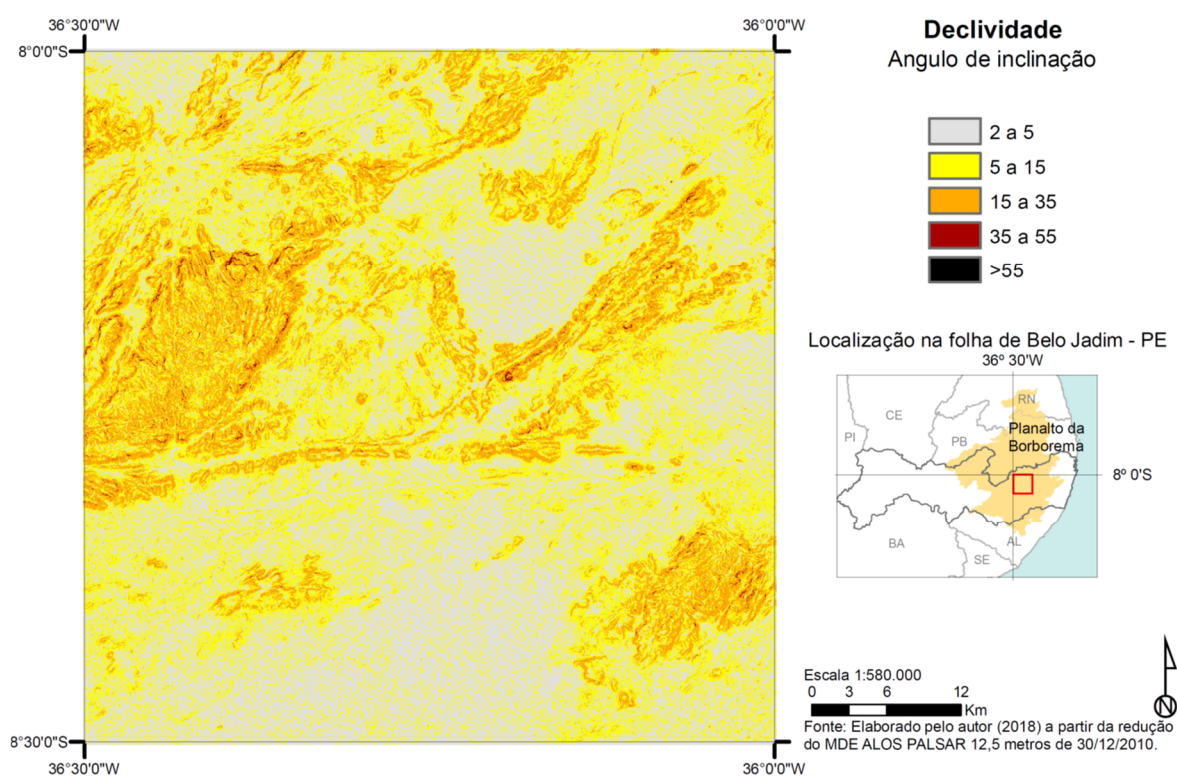
Fonte: elaborado pelo autor (2018).

O componente morfométrico para a metodologia de Demek (1972) orientado pelo seu manual apresenta preferência pela declividade que foi gerada e consistida em ambiente SIG e considera as seguintes classes: Plana (0 a 2°); Suave ondulada (2 a 5°); Ondulada (5 a 15°); Forte ondulada (15 a 35°); Muito inclinada (35 a 55) e Serra/Escarpa (>55).

Tabela 5 - Classificação para o ângulo de inclinação da vertente (lv)

Declividade (Ângulo)	Classificação
0 a 2	Plana
2 a 5	Suave ondulada
5 a 15	ondulada
15 a 35	Forte ondulada
35 a 55	Muito inclinada
>55	Serra/Escarpa

Fonte: Demek (1972).

Figura 15 - Declividade das vertentes em ângulo de inclinação

Fonte: elaborado pelo autor (2018).

4.3 O TRATAMENTO, CORRELAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Os dados obtidos, contendo os níveis de informações morfológicas e morfométricas do relevo e de usos e cobertura do solo, caracterizados pelas feições de linha ponto e polígono, obtidos nas fases anteriores, receberam um código identificador único (ID) que é o vínculo eletrônico com o banco de dados geográfico relacional georreferenciado para a correlação dos conteúdos de Geologia, Pedologia, Topografia e Planimétricas.

A partir da taxonomia conseguida com o levantamento das feições, as confecções das duas cartas geomorfológicas obedecerão aos critérios encontrados nos Manuais Técnicos de Geomorfologia do IBGE (2009) e de Demek (1972).

Em seguida, como última etapa desta dissertação, propiciou-se a deflagração da discussão dos resultados sobre a comparação e avaliação das metodologias de mapeamento aplicadas ao semiárido.

Esta etapa acontece por meio de tabelas e quadros construídos para facilitar o entendimento espelhado dos elementos referentes aos dois sistemas de mapeamento geomorfológicos que compõe as suas cartografias finais.

5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os mapas geomorfológicos da folha de Belo Jardim - PE em escala 1:100.000 que integram esta dissertação como o seu produto principal⁷, serão referenciados neste tópico por mapa Demek e mapa IBGE. Nestes, pretende-se, sob o ponto de vista do referencial teórico aportado e da correlação do conteúdo apresentado por suas legendas, a comparação e avaliação entre as metodologias de mapeamento aplicadas ao contexto cristalino cartografado do semiárido brasileiro.

5.1 BREVE DESCRIÇÃO ESTATÍSTICA DAS LEGENDAS DEMEK E IBGE

O conjunto de símbolos escolhidos para a representação dos elementos que compõem as legendas, segundo os seus manuais originais orientam, está constituído por 50 itens em Demek e 56 itens para IBGE, conforme a distribuição sintetizada nas tabelas 6 e 7.

A análise da simbologia segundo os respectivos títulos e subtítulos é apresentada a seguir:

Tabela 6 - Estrutura da legenda conforme Demek (1972)

TÍTULOS	SUB-TÍTULOS	N.º DE ELEMENTOS
Modelado / Unidade	Denudação (1); Acumulação (1) Unidade (9)	11
Classe de Vertente	Forma do topo (5)	5
Idade	Cretáceo Superior (1) Neogeno (1) Quaternário (1)	3
Litologia,	Sem indicação	-
Estrutura, Tectônica	Sem indicação	-
Morfometria:	Densidade de Drenagem (3) Ângulo de inclinação (5)	7
Instalações humana	Represa (4) Área urbana (9) Estrada (8)	21
Convenção cartográfica: Hidrografia Topografia	Rio Intermitente (1) Densidade de Drenagem (1) Curva de nível (1)	3
TOTAL		50

Elaborado pelo autor, (2018)

⁷ Os dois mapas geomorfológicos foram produzidos em formato A0 (841mm x 594mm) e podem ser obtidos para consulta através de contato com o autor por meio do e-mail sergiobernardes@gmail.com

Tabela 7- Estrutura da Legenda conforme IBGE (2009)

TÍTULOS	SUB-TÍTULOS	N.º DE ELEMENTOS
Unidade geomorfológica	Pediaplano Central da Borborema (1) Maciços Centrais da Borborema (1)	2
Modelado	Dissecação (1) Acumulação (1) Aplainamento (1)	3
Tipo de relevo	Maciço (2) Cimeira (2) Inselberg (1) Pedimento (6) Encosta (3) Plano (1)	15
Estrutura e tectônica	Formas (4)	4
Litologia	Sem indicação	-
Idade	Sem indicação	-
Morfometria	Densidade de Drenagem (3) Aprofundamento da incisão (4)	7
Convenção cartográfica	Rio Intermitente (1) Densidade de Drenagem (1) Curva de nível (1)	3
Instalações humanas	Represa (4) Área urbana (9) Estrada (8)	22
TOTAL		56

Elaborado pelo autor, (2018)

Em primeiro lugar, nota-se o predomínio de símbolos e cores representativos do modelado e tipos de relevo (11) em Demek e (18) em IBGE, perfazendo respectivamente 22% e 33% dos totais.

O mapa Demek se define claramente pela valorização do grupo genético das formas (2), das classes de vertente (5) e da idade (3). Os símbolos e cores para estes elementos somados representam 20% do total.

O mapa IBGE tem como base a morfografia com cores diferentes para os tipos de relevo (15) que inclui a morfogênese e a morfometria, significando 30% do total.

Para a hidrografia em Demek e em IBGE, perfazendo respectivamente 2% e 1,7% dos totais, incluem-se o elemento linha e polígono para os dois mapas, obtidos com o processamento do modelo de elevação do terreno e imagem Landsat. A validação foi realizada com a utilização do arquivo digital oficial, contendo estes elementos de hidrografia. Neste ínterim, optou-se por não representar os cursos efêmeros.

O mesmo acontece ao elemento linha referente a curva de nível em Demek e em IBGE, obtida com o processamento do modelo de elevação do terreno e incluída para os dois mapeamentos.

O elemento linha referente às formas estruturais somente são orientados para o mapa IBGE e foram obtidos por meio de arquivo eletrônico junto à página do IBGE. Já o elemento linha e texto para a morfometria em IBGE e Texto em Demek foram obtidos por meio de processamento e análise estatística-espacial no SIG.

5.2 METODOLOGIAS DE MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO COMPARADAS E ANALISADAS, SEGUNDO OS MANUAIS: IBGE (2009) E DEMEK (1972)

As perspectivas de desenvolvimento deste tipo de cartografia analítica visando o conhecimento necessário para a formulação de uma proposta metodológica de mapeamento da geomorfologia do semiárido que integre um conceito de paisagem apropriado aos fenômenos geomorfológicos autóctones desta região do País, trouxe o propósito de efetuar uma análise das legendas utilizadas na elaboração desse mapeamento, comparando-as elemento a elemento no sentido de avaliar as suas potencialidades de representação do fato geomorfológico em si.

Graças a escolha da aplicação destes manuais metodológicos orientados a um mesmo recorte geográfico e escala, bem como a obtenção das formas de relevo terem seguido os mesmos procedimentos técnicos e operacionais na instância do geoprocessamento, a sua realização pode ter êxito.

Considerando que a escala do mapeamento executado está dentro da convenção cartográfica geomorfológica de detalhe da UGI, os mapas produzidos perseguiram o objetivo de fornecer uma descrição completa de todos os elementos do relevo e do modelado da área a que se referem.

No que se entende por relevo, como o conjunto das grandes unidades de paisagem que se distinguem, tais como serras, maciços, planaltos, escarpas, etc., cuja a origem se deve a deformações da crosta terrestre provocadas por forças endógenas. Elas

são responsáveis pelos arranjos dos grandes conjuntos estruturais, criados pela tectônica e pelos tipos de rochas que os sustentam.

5.2.1 Aspectos gerais: Princípios básicos

Do ponto de vista morfográfico, o modelado cartografado reflete o conjunto das formas características do relevo da zona climática do semiárido, geradas pela atuação direta e indireta do clima pretérito e do presente.

Por exemplo: no modelado de denudação, a unidade pedimentar rochosa com cobertura detrítica com área total de mais de 2.000 Km² e que está justaposta aos conjuntos de maciços e cimeiras que a interrompe, por vezes, apresenta-se com ocorrência de Inselbergs como elevações esparsas que se erguem da superfície na casa da dezena a centenas de metros e com dimensões no limite de 0,09 a cerca de 3 Km².

Portanto, nestes mapeamentos geomorfológicos figuram categorias de processos de construção e de destruição, com dimensões diferentes, tanto espaciais como temporais cuja representação adequou-se à escala escolhida.

Para esta dissertação optou-se por apresentá-las sem a inclusão de elementos que não fazem parte da legenda oficial dos seus manuais normativos. Os mapas trazem indicações na legenda referindo-se às informações inseridas, conforme propostas dos autores, no entendimento de que estas não perturbam os conceitos centrais de cada sistema de mapeamento geomorfológico.

Seguem dois quadros simplificados dos símbolos para os mapas geomorfológicos com a utilização da plataforma SIG. Eles estão elaborados obedecendo aos princípios básicos. Acompanha, ao final destes, uma nota explicativa.

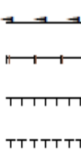
Quadro 2 - As cores e símbolos para o mapa geomorfológico em escala 1:100 000, gerados em sistema SIG, conforme o sistema de legenda unificada de Demek (1972).

Elemento	Agente	Processo	Efeito	Idade	Grafia	Cor	Código RGB		
Hidrografia									
Efêmera	Endógeno	Arqueamento ^a	Vale de falha ^c	Cretáceo s.			102, 119, 205		
Intermitente	Exógeno	Climático ^b	/Deformação Talvegue ^d Desgaste	Holoceno					
Dens. Drenagem	Exógeno	Climático	Desgaste	Holoceno			178, 178, 178		
Topografia									
Curva de nível	- -	- -	- -	- -			215, 176, 158		
Ruptura (a Estrutura Geológica não apresenta indicação neste sistema)	Endógeno	Arqueamento	Descontinuidade ^f	Cretáceo/			137, 68, 68		
	Exógeno	Climático	/Deformação Descontinuidade ^g /Desgaste	Reativação Holoceno					
Modelado de Denudação									
Maciço residual	Endógeno	Arqueamento	Deformação	Cretáceo			137, 90, 68		
	Climático	Climático	Desgaste	Reativação. Neogeno					
Maciço residual em crista	Exógeno	Arqueamento	Deformação	Cretáceo					
	Endógeno	Climático	Crista ^h /Desgaste	Reativação Neoceno					
Inselberg	Exógeno	Arqueamento	Deformação	Cretáceo					
	Endógeno	Climático	Elevação ⁱ /Desgaste	Reativação Neoceno					
Cimeira	Exógeno	Arqueamento	Deformação	Cretáceo					
	Endógeno	Climático	Desgaste	Reativação. Neoceno					
Cimeira em crista	Exógeno	Arqueamento	Deformação	Cretáceo					
	Endógeno	Climático	Crista/Desgaste	Reativação Neoceno					
Pedimento	Exógeno	Climático	Clastico ^j /Desgaste	Neogeno					
Encosta sem cob.coluvial	Exógeno	Climático	Rampa ^k /Desgaste	Quaternário					
Modelado de Acumulação									
Encosta coluvionar em alvéolo de cabeceira	Exógeno	Climático	Rampa ^m /Deposição	Quaternário			137, 90, 68		
Encosta em avental de colúvio	Exógeno gravitação	Climático	Rampa ⁿ /Deposição	Quaternário					
Plaino aluvial	Exógeno	Climático	Terraço ^o /Deposição	Quaternário					

Classe de Vertente: Modelado de Denudação							
Topo Aguçado	Exógeno	Climático	Desgaste	Mais antiga			235, 219, 176
Topo Tabular	Exógeno	Climático	Desgaste	Recente			245, 204, 122
Topo Convexo	Exógeno	Climático	Desgaste	Mais recente			221, 177, 113
Classe de Vertente: Modelado de Acumulação							
Topo Aguçado	Exógeno	Climático	Desgaste	Mais antiga			245, 255, 217
Topo Tabular	Exógeno	Climático	Desgaste	Recente			211, 255, 190
Topo Convexo	Exógeno	Climático	Desgaste	Mais recente			179, 255, 129
Morfometria							
Declividade	-	-	-	Presente	Texto		0, 0, 0
Aprof. do canal	-	-	-	Presente	Texto		
Dens. de Drenagem	-	-	-	Presente	Texto		102, 219, 205
Atividade Humana							
Represa	Antrópico	Uso/Ocupação ^p	Deposição	Presente	Textura		0, 0, 0
Área Urbana	Antrópico	Uso/Ocupação	Desgaste	Presente	Textura		

Elaborado pelo Autor, 2018.

Quadro 3 - As cores e símbolos simplificados para o mapa geomorfológico em escala 1:100.000, gerados em sistema SIG, conforme o sistema de legenda do manual IBGE (2009).

Elemento	Agente	Processo	Efeito	Idade ^q	Grafia	Cor	Código RGB
Hidrografia							
Efêmera	Endógeno	Arqueamento ^a	Vale de falha ^c / Desgaste	Cretáceo s.			102, 119, 205
Intermitente	Exógeno	Climático ^b	Talvegue ^d / Desgaste	Holoceno			
Dens. Drenagem	Exógeno	Climático	Desgaste	Holoceno			178, 178, 178
Curva de nível	Exógeno	-	-				215, 176, 158
Estrutural							
Crista assimétrica Linha de cumeadas Vale ou Sulco estrutural Escarpa adaptada à falha	Endógeno	Arqueamento	Deformação	Cretáceo s. Reativação Holoceno			137, 68, 68
Modelado de Dissecação							
Maciço residual	Endógeno	Arqueamento	Deformação	Cretáceo s. Reativação	Cor cheia		115, 76, 0
		Climático	Desgaste	Holoceno			
Maciço r. em crista	Exógeno	Arqueamento	Deformação	Cretáceo s. Reativação	Símbolo		115, 76, 0
	Endógeno	Climático	Crista ^h /Desgaste	Holoceno			
Inselberg	Exógeno	Destrutivo	Deformação	Cretáceo s. Reativação	Cor cheia		245, 202, 122
	Endógeno	Construtivo	Elevação ⁱ /Desgaste	Holoceno			
Cimeira	Exógeno	Arqueamento	Deformação	Cretáceo s. Reativação	Cor cheia		216 ,129, 34
	Endógeno	Climático	Desgaste	Holoceno			
Cimeira em crista	Exógeno	Arqueamento	Deformação	Cretáceo s. Reativação	Símbolo		216 ,129, 34
	Endógeno	Climático	Crista/Desgaste	Holoceno			
Modelado de Acumulação							
Encosta sem cob.coluvial	Exógeno	Climático	Rampa ^l /Deposição	Quaternário	Cor cheia		255, 235, 102
Encosta coluvionar em alvéolo de cabeceira	Exógeno	Climático	Rampa ^m /Deposição	Quaternário			137, 90, 68
Encosta em avental de colúvio	Exógeno	Climático	Rampa ⁿ /Deposição	Quaternário			255, 298, 191
Plaino aluvial	Exógeno	Climático	Terraço ^o /Deposição	Quaternário	Cor cheia		255, 255, 190

Classe de vertente: forma do topo							
Forma do topo Aguçado	Exógeno	Climático	Desgaste	Mais antiga	Texto		0, 0, 0
Forma do topo Tabular	Exógeno	Climático	Desgaste	Recente	Texto		0, 0, 0
Forma do topo Convexo	Exógeno	Climático	Desgaste	Mais recente	Texto		0, 0, 0
Modelado de Aplainamento							
Pedimento' rochoso com cobertura detrítica 375m	Exógeno	Climático	Clástico//Desgaste	Sedim. do Fanerozóico ^s Neogeno	Cor cheia e texto		250, 255, 245
Pedimento rochoso com cobertura detrítica 425m	Exógeno	Climático	Clástico//Desgaste	Sedim. do Fanerozóico /Neogeno	Cor cheia e texto		244, 255, 240
Pedimento rochoso com cobertura detrítica 485m	Exógeno	Climático	Clástico//Desgaste	Sedim. do Fanerozóico /Neogeno	Cor cheia e texto		243, 255, 224
Pedimento rochoso com cobertura detrítica 535m	Exógeno	Climático	Clástico//Desgaste	Sedim. do Fanerozóico /Neogeno	Cor cheia e texto		237, 250 200
Pedimento rochoso com cobertura detrítica 595m	Exógeno	Climático	Clástico//Desgaste	Sedim. do Fanerozóico /Neogeno	Cor cheia e texto		222, 252, 215
Pedimento rochoso com cobertura detrítica 645m	Exógeno	Climático	Clástico//Desgaste	Sedim. do Fanerozóico /Neogeno	Cor cheia e texto		188, 235, 188
Morfometria							
Aprof. do canal	Endógeno Exógeno	Arqueamento	Nível de base	Cretáceo s. Quaternário	Número		178, 178, 178
Dens. de Drenagem	Exógeno	Climático	Desgaste/Acumulação	Quaternário	Número		178, 178, 178
Atividade Humana							
Represa	Antrópico	Uso/Ocupação ^b	Deposição	Presente	Textura		0, 0, 0
Área Urbana	Antrópico	Uso/Ocupação	Desgaste	Presente	Textura		
Estrada pavimentada	Antrópico	Uso/Ocupação	Desgaste	Presente			255, 0, 0
Estrada não pavimentada	Antrópico	Uso/Ocupação	Desgaste	Presente			255, 0, 0

Elaborado pelo Autor, 2018.

^a. *Arqueamento*. Processo de deformação crustal em arco de grande amplitude, relacionado a movimentos epirogenéticos, com soerguimento ou subsidência da crosta como resultado de ajustes isostáticos devido a variações densimétricas internas da Terra, resultando em elevação lenta do relevo que é submetido a erosão reativada com vales sendo escavados mais fundo. Vide Tabela 2;

^b. *Climático*. Variação atmosférica, produzindo mudanças drásticas no regime de precipitações e intensificação gradual da erosão. Vide tabela 2;

^c. *Vale de falha*. Vale que segue uma linha de falha, em geral seguem retos por longas extensões.

- ^d *Talvegue*. Linha que passa pela parte mais profunda de um vale que, no caso do rio intermitente, o efeito das forças de desgastes (erosão intensificada pelo aumento do regime de precipitação) é o aprofundamento do canal.
- ^e *Reativação*. Superfícies do nível basal do Gondwana que foram alçadas por movimentos epirogenéticos do Cretáceo ao Cenozóico. Vide Tabela 2;
- ^f *Descontinuidade*. Falta de continuidade da superfície de um aclave numa encosta de vale produzido por influência da estrutura ou tectônica;
- ^g *Descontinuidade*. Falta de continuidade da superfície de um aclave numa encosta de vale produzido por influência da erosão diferencial;
- ^h *Crista*. Linha que une os pontos mais elevados de uma dobra, geralmente mais longas que largas.
- ⁱ *Elevação ilhada*. Relevo pouco alongado como que resíduo individualizado da pediplanação em um plano extenso do terreno.
- ^j *Clástico*. Sedimento formado de rochas pré-existentes.
- ^k *Rampa*. Superfície da encosta associada a baixa encosta com declive e intenso processo erosivo
- ^m *Rampa*. Superfície da encosta inclinada com cavidades preenchidas por colúvio.
- ⁿ *Rampa*. Superfície da encosta suavizada pela rampa de colúvio, podendo estar situada no seguimento superior, médio ou inferior da vertente.
- ^o *Terraço*. Superfície horizontal ou levemente inclinada, na forma de um patamar marginal a determinada altura acima do curso de água atual, limitada por dois declives no mesmo sentido, constituído por material aluvionar mais antigo e em nível mais alto do que o atual da planície aluvionar e que ficou como testemunho de um período da evolução desta planície.
- ^p *Uso e Ocupação*. Obras humanas.
- ^q *Idade*. A idade no sistema IBGE se orienta na amplitude do Eon da escala do tempo geológico e não se encontra na estrutura da legenda. Contudo sugere-se que os tons da cor amarela indiquem o Quaternário e os tons da matiz verde correlacionem os sedimentos do Fanerozóico.
- ^r *Pedimento*. A discriminação do relevo pedimentar, do ponto de vista do manual do IBGE, possibilita o seu escalonamento por faixa altimétrica.
- ^s *Sedimento do Fanerozóico*. Escala de tempo geológico indicada pelo manual do IBGE para a localização do sedimento pedimentar.

O princípio morfogenético, ou seja, relativo a natureza genética das formas, através dos processos endógenos e exógenos que as originaram, é onde reside a maior diferença entre estes dois produtos.

No mapa Demek, está vinculado ao relevo de denudação por meio da cor marrom e de agradação pela cor verde. A unidade de relevo aparece como gerações de formas sucessivas, em especial aquelas mais antigas para as recentes.

As tonalidades claras, deste mesmo grupo de cores, traduzem as formas mais antigas e as escuras traduzem, respectivamente, as formas recentes.

Este é um princípio que possui ênfase na estrutura da legenda e localiza na escala do tempo geológico: a Época até o Período. A solução gráfica utilizada indica distribuição de letras para cada unidade de relevo, o que torna a leitura do mapa mais fácil e interessante.

No mapa IBGE, o princípio morfognético difere-se pela utilização de mais matizes e de seus respectivos tons para diferenciá-las.

Assim, a matiz amarela, atribuída para o modelado de Acumulação, está correlacionada aos Depósitos Sedimentares Quaternários (Unidade: Plaino) e a matiz verde, reservada para o modelado de Aplainamento, correlaciona as Coberturas Sedimentares Fanerozóicas, (Unidade: Pedimentar). Os marrons e laranjas agrupam

as unidades pertencentes aos Cinturões Móveis Neoproterozóicos do modelado de Dissecação.

As encostas com colúvios, pertencentes ao modelado de Acumulação, e as encostas que pertencem ao modelado de Dissecação sem a presença de material coluvionar, estão indicadas pela cor laranja e hachuras para diferenciá-las.

O princípio da idade não recebe ênfase no sistema IBGE, apenas as diferentes cores dos tipos de relevo localizam o grupo morfoestrutural, as unidades geomorfológicas e o modelado de cada unidade, com o auxílio da legenda.

A idade neste sistema orienta-se na amplitude do Eon da escala do tempo geológico e não se encontra na estrutura da legenda, exigindo um texto explanatório ou um pré-conhecimento do usuário.

A influência das forças do interior do planeta e a litologia é negligenciada no mapa Demek e, em parte, no mapa IBGE. No entanto, embora não sejam indicadas oficialmente em seus manuais, o caráter dessas legendas permite a inclusão simplificada destes elementos, no que seja observado, com rigor, o limite dos sistemas apresentados.

A estrutura, no mapa IBGE, é indicada com símbolos lineares em preto sobre as cores das unidades. Esta foi uma boa solução para a diferenciação entre os maciços e cimeiras com crista e sem a presença de crista assimétrica no mapa.

Em resumo, as características básicas para ambos, o foco está para o modelado, por meio dos processos de denudação/aplainamento/dissecação que criam formas e de degradação/acumulação que é o resultado deste. Portanto, a morfografia tem participação distinta de acordo com a solução de cada sistema.

Os mapas geomorfológicos de Belo Jardim, pela natureza dos fatos geomórficos, apresentam certo grau de complexidade técnica que fica melhor explicitada quando se mencionam os diversos tipos de informações, cujo os recursos gráficos são limitados para representá-las.

Um exemplo que decorre disto está na hidrografia efêmera de primeira ordem, quase sempre encaixada em faixa topográfica elevada em incisão de profundo gradiente altimétrico. Neste caso, no que tange a morfografia, diz respeito a representá-la de

acordo com as suas características próprias que decorre da sua gênese, associando-a a influência estrutural e/ou tectônica na evolução do relevo e não apenas aos processos exógenos.

Este é considerado um problema técnico para mapeamentos no semiárido, pois deve ser encontrado um recurso gráfico que inclua este elemento, caso contrário, será suprimido do mapa, diminuindo o seu caráter informativo do relevo.

Por esta razão, optou-se pela validação da hidrografia oficial em azul e a grafia de linha em estilo tracejado para representá-la. Sendo que, conseqüentemente, pode-se estabelecer uma tipologia das formas, porém sem ocultar a variabilidade dos indivíduos, para não correr o risco de criar esquemas inaplicáveis à realidade.

Disto verifica-se que a solução para o mapa Demek é mais tranquila em relação ao mapa IBGE que trabalha com mais cores e elementos lineares.

O princípio morfométrico corresponde às informações métricas apoiadas no conjunto da rede de drenagem, curvas de nível e análise estatística-espacial realizadas para este fim.

No mapa Demek, está indicada pelas curvas de nível que localizam as faixas altimétricas para a base da unidade de relevo pedimentar e ao mesmo tempo indica o ponto de ruptura e escalonamento desta unidade. Os topos mais elevados estão indicados por pontos cotados.

Este dado é completado pelo ângulo de inclinação em graus, lançados sobre o mapa na cor preta, e a densidade de drenagem por texto em azul, indicando a sua classe.

No mapa IBGE, as curvas de nível e os pontos cotados estão igualmente lançados sobre o mapa. O aprofundamento do canal e a densidade de drenagem são indicados por linhas de contorno e por pares de índices que são números arábicos em cinza.

Neste sistema, as cores associam-se ao gradiente altimétrico da superfície. Deste modo, as tonalidades mais escuras procuram representar unidades com cotas altimétricas médias mais elevadas, enquanto tons mais claros são atribuídos a unidades topograficamente mais baixas em relação às unidades geomorfológicas próximas. Segue tabelas dos sistemas IBGE (2009) e Demek (1972) comparados,

contendo uma síntese das avaliações sob o foco da pertinência, clareza e adequação ao semiárido do Nordeste.

Tabela 8 - Avaliação para as metodologias Demek (1972) e IBGE (2009) comparadas

Metodologias aplicadas no Brasil	Táxons	Crítérios básicos: (G) gênese (I) idade; (M) morfometria (M) morfografia	(A) adequação (L) Legibilidade (P) pertinência
IBGE (2009) A forma geomórfica básica é definida segundo a localização e as dimensões dos elementos geométricos.	1ª a 5ª ordem (da pequena para a maior escala, chegando até 1:250.000);	(G)= por cor; (I)= negligenciada (M)= dens. de drenag. e aprof. da incisão; Critério encontrado: (G – M– M)	(A) e (L)=boa: o uso de letras para modelados e feições de topo; (A) e (L)=boa: a utilização números arábicos para a morfometria (L)= boa: as cores marrons e laranja, verde e amarelo e seus tons, ajustam-se bem a percepção; (P)= média: a chave morfométrica concebida para as paisagens brasileiras repete padrões, não refletindo a dinâmica do semiárido.
DEMEK (1972) A unidade geomórfica básica deve ter homogeneidade que pode ser definida em termos de padrão genético ou estrutural. Esta é a abordagem seguida pela UGI (International Geographical Union) e pela maioria dos geomorfólogos europeus.	1ª a 3ª ordem (da maior para a pequena escala, chegando a escalas < 1:100.000);	(G)= por cor; (M)= em ângulo de inclinação; (I)=por símbolo; e letra Critério encontrado: (G – I – M –M)	(P)=boa: a chave morfométrica para o agrupamento do modelado de denudação contribui para a individualização e diferenciação da unidade de relevo. (A)=boa: adequação a dinâmica geomorfológica do semiárido (L)=média: a legibilidade pode melhorar um pouco, se a idade das formas dos topos for representada por cores do grupo genético, sendo cores cheias para as formas de topo mais recentes e as claras para as mais antigas.

Avaliação	IBGE (2009) Método de mapeamento aberto para escalas de detalhe; Apresenta unidades geomorfológicas como múltiplas camadas da paisagem ao usar escalas menores no estudo de regiões mais amplas, onde particularidades e processos desaparecem; para as escalas maiores quando as formas particulares de cada processo tornam-se aparentes. DEMEK (1972) Método de mapeamento fechado com discriminação para todas as paisagens terrestres até as escalas de detalhe; Apresenta unidades geomórficas por cores priorizando a gênese	IBGE (2009) Atende aos princípios básicos de forma parcial, no que negligencia o critério de Idade na legenda. Entretanto, sugere a inclusão, desta e outras variáveis, como cartograma a parte do mapa geomorfológico. DEMEK (1972) Atende a todos os princípios básicos para a execução do mapeamento geomorfológico e permite a inclusão de outros itens como a litologia, estrutura e tectônica	IBGE (2009) O elemento morfométrico de classes de densidade de drenagem não é suficiente para a definição das formas dissecadas, onde o enrugamento das superfícies demonstra controle estrutural devido a neotectônica. Cabe ressaltar que este manual admite a existência de paisagens autóctones de vínculo geológico/litológico, como é o caso desta porção do semiárido brasileiro, no entanto, a sua chave morfométrica para o agrupamento do relevo concebe que a paisagem evolui na medida que o aprofundamento do canal aumenta de gradiente pelo tempo de atuação dos processos exógenos. DEMEK (1972) O conceito de paisagem, neste manual de metodologia universal para as superfícies terrestres, possui maior adaptabilidade às condicionantes impostas pela neotectônica para a definição dos modelados de dissecação estrutural das paisagens semiáridas do Brasil.
-----------	---	---	---

Elaborado pelo Autor (2018).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir das análises e comparações realizadas no capítulo anterior, somados ao contato prático de testar e avaliar a pertinência e adequação das duas metodologias mais referenciadas no País, é possível tecer algumas considerações em relação as duas propostas básicas e o conteúdo apresentado nos mapas.

É oportuno, também, fechar questão sobre algumas ideias que sugerem-se na prática acadêmica, porém sem o rigor científico necessário, por vezes, estas acabam por configurarem-se como um entrave ao ideal de uma legenda única.

Em primeiro lugar, do ponto de vista científico, os resultados confirmam a robustez destas duas metodologias para o ambiente específico do semiárido brasileiro com pequenas variações para cada uma delas.

No método de Demek (1972), o princípio morfográfico sustenta o modelado, onde duas matizes de cores indicam os grupos genéticos de forma de relevo.

Neste sistema se dá bastante atenção para a visualização das vertentes, na medida que a sua legenda, por consequência, orienta as idades. Assim, percebe-se a evolução do relevo pela morfogênese em uma estrutura simples de legenda.

Já para o método IBGE (2009), a morfografia também enfatiza o modelado, porém a ênfase recai sobre a individualização dos tipos de relevo que inclui a morfogênese e a morfometria. Assim, as cores viabilizam a evolução do relevo pelo componente genético/morfométrico.

Embora sejam diferentes, inclusive quanto as soluções gráficas apresentadas, ambos os métodos permitem a inclusão de elementos e princípios que não estão indicados oficialmente nos seus manuais.

O sistema de mapeamento, segundo a legenda IBGE (2009), oferece a vantagem de ser desenvolvido para as paisagens brasileiras, sendo o mais referenciado pelos pesquisadores no território nacional, com contribuições valiosas à evolução e atualização das terminologias para a estrutura de sua legenda.

No entanto, essas experiências dizem respeito, na maior parte das vezes, às paisagens do tropical úmido, com pouca evolução taxonômica e morfométrica, principalmente em escala de detalhe para o semiárido.

Outro aspecto que merece ser citado é o fato deste manual, somente chegar a uma legenda completa até a escala 1:250.000, deixando aberta para a indicação de simbologia em escalas maiores, onde o método foi pouco experimentado.

O método segundo a legenda Demek (1972) oferece poucas contribuições de pesquisadores nacionais quanto a evolução e atualização da sua legenda no âmbito das paisagens brasileiras, porém, há uma ampla utilização e atualização internacional, desde a sua publicação em 1972.

Para esta dissertação foram escolhidos apenas poucos exemplos de mapeamentos seguindo os pressupostos da Legenda Unificada, no entanto, foi necessário deixar de fora um rico material sobre mapeamento geomorfológico em diversas escalas de detalhe e localidades do mundo, incluindo a descrição dos seus acertos e as reflexões sobre o que necessita ser repensado na prática desta metodologia para os trabalhos futuros.

Acerca da evolução metodológica destas duas legendas para o campo do mapeamento geomorfológico no Brasil, abrem-se duas possibilidades: uma para o aprofundamento da legenda IBGE com ênfase na escala de detalhe e a outra para a adoção da legenda Unificada de Demek.

A primeira pode revelar a necessidade de uma mudança radical no que vem sendo orientado para as escalas menores, na qual este sistema tem plena competência, ou simplesmente, com base neste, sedimentando um guia, finalmente às escalas maiores.

E a outra, na adoção da legenda Unificada de Demek, que oportuniza o desenvolvimento e atualização deste sistema para as paisagens brasileiras, contribuindo com o enriquecimento do quadro geral desta disciplina no território

nacional como uma alternativa metodológica diferenciada à disposição da comunidade científica.

Nisto, qualquer que seja o caminho adotado, deve-se conhecer o nível de complexidade dos fenômenos geomorfológicos do semiárido pelo viés dos princípios básicos (morfometria, morfografia, morfogênese e idade).

Sendo assim, por meio desta estrutura simplificada, tangem-se o nível de informação que o mapa deve suportar com estes saberes, mais a representação gráfica cabível e individualizada, numa conexão segura entre o propósito autoral da pesquisa, a dinâmica do ambiente, a forma e as suas especificidades e multiplicidade de relações entre si. O resultado deve materializar que se perceba a evolução do relevo.

Agora, os resultados obtidos no exercício das análises das experiências dos diversos mapeamentos executados no mundo, também trouxeram a reflexão sobre alguns entraves para a escolha destes caminhos em direção ao desenvolvimento de uma legenda única.

Primeiramente, a ideia de que um método é tão melhor quanto maior for o número de informações que ele traz para o mapa revelou que ela somente é possível com relativização de alguns princípios fundamentais que devem nortear o mapa geomorfológico e que foi acordado com a publicação da Legenda Unificada.

Em alguns casos apresentados os elementos geológicos e litológicos detalhados substituem a morfometria ou a idade, como na legenda francesa, russa e eslovaca. Este pode ser um severo empecilho para a leitura do mapa.

Por conseguinte, pode-se questionar se as inclusões destas informações são relevantes para o mapa geomorfológico a ponto de que se abandone os princípios fundamentais que respondem a que se presta um mapa geomorfológico.

As ausências de informações de princípios norteadores ou a inclusão de elementos, unicamente devem permear o mapa geomorfológico, se observado o quanto interferem no uso e aplicação por parte dos usuários.

No que, falsa também é a ideia de que é possível a adaptação de um método a partir da sobreposição de aspectos entre legendas de outros sistemas. Esta ideia se escora

no desconhecimento do modo muito diferente como cada metodologia realiza o mapeamento geomorfológico, especificamente, no mapa.

O melhor exemplo está na comparação realizada sobre os dois produtos apresentados nesta dissertação. A valorização de um princípio em um manual, nem sempre encontra relação e propósito em outro. Daí não ser recomendado a sobreposição destes dois sistemas para a construção de um novo manual para o semiárido, porque os dois métodos se mostram robustos e permitem variações dentro do seu próprio sistema, porque são normas abertas.

Disto decorre que a flexibilização da legenda deve responder o que mostrar no mapa e como representá-la. Assim, dois atributos devem regê-la, caso seja necessária: a precisão por meio da escala, porque formas menores do que a área mínima mapeável prejudicam este atributo do mapa; e para a simbologia e as cores, convém que obedeçam a um catálogo pré-estabelecido que exprima com clareza o conceito do método.

Em síntese, a aplicação de um método de mapeamento, seguindo as suas orientações, admitem pequenas variações, principalmente no campo gráfico e morfográfico.

Outra ideia, que é consequência das expostas anteriormente e que tem campo livre nos trabalhos acadêmicos das universidades é a prevalência da prática autoral/particular do mapeamento em detrimento do objetivo científico.

Neste sentido, pode-se explicar porque os mapas e cartas produzidos pelos centros de pesquisa acabam não tendo a repercussão desejada. Neste contexto, pode-se perguntar a quem o mapeamento geomorfológico se presta?

E, por fim, no calor destas considerações, após o conjunto de experimentos realizados e a confrontação dos métodos discutidos nesta dissertação, o que se deseja é ter contribuído para o futuro do mapeamento geomorfológico na direção de um caminho que mova o conhecimento e a experiência de muitos à compartilhar as suas ideias e trabalhos, num mesmo propósito: a construção de uma legenda padronizada para o semiárido brasileiro.

REFERÊNCIAS

ABREU, A. A. A Teoria Geomorfológica e sua Edificação: Análise Crítica. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Ano 4, Nº 2, 2003, p 51-67.

AB'SÁBER, A. N. Participação das depressões periféricas e superfícies aplainadas na compartimentação do Planalto Brasileiro. **Geomorfologia**, São Paulo, n. 28, p. 1-38, 1972.

_____. Um conceito de geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o quaternário. **Geomorfologia**, n.18, 1969.

ALMEIDA, F.F.M. The system of continental rifts bordering the Santos Basin, Brazil. **Anais... da Acad. Bras. de Ciências**, Rio de Janeiro, 48(supl.) 1976 p.15-26.

ALMEIDA F.F.M. et. al. Magmatismo Pós-Paleozoico No Nordeste Oriental Do Brasil **Revista Brasileira, de Geociências** (18) 4: 1988, p. 451- 462.

ALMEIDA R.M.R.; DA SILVA, T.M. A Importância dos Mapeamentos Geomorfológicos na Ciência Geomorfológica. **Revista de Geografia – PPGeo - UFJF**. Juiz de Fora, v.5, n.2, 2015, p.157-169.

ALVES, R. S. **Os mamíferos pleistocenos de Fazenda Nova, Brejo de Madre de Deus, Pernambuco: aspectos tafonômicos e taxonômicos e paleoambientais**. Dissertação de Mestrado, CTG-UFPE, Recife, 2006.

ARAUJO, C. P.; GATTAMORTA, M. A.; SILVA, S.B. Planejamento ambiental: um novo olhar sobre a forma de planejar os usos no território. **Cadernos do PROARQ**, Rio de Janeiro, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Faculdade de arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-graduação em Arquitetura – Ano 1, n. 17, 2011, P. 90-103

ARGENTO, M.S.F. Mapeamento geomorfológico. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S.B. da (org.) **Geomorfologia: Uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 1995.

ARTHAUD, M. H. Evolução neoproterozóica do grupo Ceará (domínio central, NE Brasil: da sedimentação à colisão continental brasileira. Tese (Doutorado em Geociências) - Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

AUGUSTIN, C. H. R. R.; FONSECA, B. M.; ROCHA, L. C. Mapeamento Geomorfológico da Serra do Espinhaço Meridional: Primeira Aproximação. **Geonomos**, v. 2, nº 19, 2011, 50-69p.

BAKER, V.R. Introduction Regional landform analysis. In: Short, N.M., Blain Jr., R.W (Eds). **Ggeomorfphology From Space. A Global Overview of Regional landforms**, Nasa. Scientific and Technical Infomation Branch, Washington, DC. Chapter 1 – GES DIS, Goddard Earth Sciences, 1986, disponível em< https://disc.gsfc.nasa.gov/geomorphology/GEO_1/GEO_CHAPTER_1.shtml>

BARBOSA et. al. A evolução da metodologia para mapeamento geomorfológico do Projeto Radambrasil. **Boletim Técnico**. Série Geomorfologia, n. 1, 1984, 187p.

BARZANI, M.M.; SALLEH, K. B. O. Automated classification of landform, ZR B in Iran. **Int. J. Applied Environ. Sci.**, 11, 2016, p 915-926.

BARSCH, D. AND LIEDTKE, H. Principles, scientific value and practical applicability of the geomorphological map of the Federal Republic of Germany at the scale of 1:25.000 (GMK 25) and 1:100.000 (GMK 100). **Zeitschrift für Geomorphologie**, Neue Folge, Supplementband 36, Berlin, Stuttgart, 1980, 296-313p.

BARSCH, D.; FISCHER, K., STÄBLEIN, G. Geomorphological mapping of high mountain relief, Federal Republic of Germany (with geomorphology map of Königsee, scale 1:25.000. **Mountain Research and Development** 7 (4), 1987, 361-374.

BELTRAME, A. V. **Diagnóstico do meio ambiente físico de bacias hidrográficas: modelo de aplicação**. Florianópolis: UFSC, 1994.

BERTRAND, G. Paisagem e Geografia Física Global: um esboço metodológico. **Cadernos de Ciências da Terra**, São Paulo, IG/USP, nº. 13, 1972.

BEZERRA, F. H. R; ROSSETTI, D. F; OLIVEIRA, F. G; MEDEIROS, W. E; BRITO NEVES, B. B; BALSAM'O, F; NOGUEIRA, F. C. C; DANTAS, E. L; ANDRADE FILHO, C; GÓES, A, M. Neotectonic reactivation of shear zones and implications for faulting style and geometry in the continental margin of NE Brazil. **Tectonophysics**, v. 614, pp. 78-90, 2014.

BIGARELLA, J. J. **Estrutura e Origem das Paisagens Tropicais e Subtropicais**. Vol.3, Editora da UFSC. Florianópolis, 2003.

BIGARELLA, J. J.; MOUSINHO, M. R.; SILVA, J. X. Pediplanos, Pedimentos e seus Depósitos Correlativos no Brasil. **Espaço Aberto**, PPGG - UFRJ, V. 6, N.2, p. 165-196, 2016.

BLOOM, ATHUR, L. Superfície da Terra. **Série de textos básicos de geociências**, Editora Edgard Blucher Ltda, São Paulo, p.174, 1970

BRITO NEVES, B.B.; SANTOS, E. J., VAN SCHMUS, W. R. Tectonic history of the Borborema Province, northeastern Brazil. In Cordani, U.G., Milani, E.J., Thomaz Filho, A., Campos, D.A. (Eds.) **Tectonic Evolution of South America**. Rio de Janeiro, 31 International Geological Congress, 2000, p.151-182.

BRITO NEVES B.B, CAMPOS NETO, M.C. A faixa de dobramentos do Rio Salgado, norte-noroeste da Zona Transversal – Província Borborema (PB-CE). **Revista do Instituto de Geociências**. Geologia USP, Série Científica, v. 16, 2016, p. 3- 17.

BRITO NEVES, B. B.; VAN SCHMUS, W. R.; FETTER A. H. Ensaio comparativo e problemas de correlação. **Revista do Instituto de Geociências** – USP - 59 - Geo. USP Ser. Cient., São Paulo, v.1, 2001, p.59-78.

BRITO-NEVES, B. B. Regionalização Geotectônica do Pré-Cambriano Nordeste. Instituto de Ciências, Universidade de São Paulo (Tese de Doutorado), 1975.

CABY, R.; SIAL, A.; AETHAUD, M. H.; VAUCHEZ, A. Crustal evolution and the Brasiliano Orogeny in Northeast Brazil. In: DALLMEYER, R.D; LECORCHÉ, J.P. (eds). **The West African Orogens and Circum-Atlantic Correlatives**. Springer Verlag, New York, p. 373-397, 1990.

CAILLEUX, A.; TRICART, J. Le problème de la classification des faits géomorphologiques. **Ann. de Géogr.**, 1956, 65:162 -186.

CASSETI, V. O Relevo no contexto ideológico da natureza: uma nota. **Boletim Goiano de Geografia**. 14 (1): 103 – 115. Jan./ dez. 1994.

_____. **Geomorfologia**. [S.l.]: [2005]. Disponível em: <<http://www.funape.org.br/geomorfologia/>>. Acesso em: 12 dez. 2017

CHRISTOFOLETTI, A. Mapeamentos geomorfológicos no Brasil. **Geociências**. Rio Claro, São Paulo, 1983 (2):1-6p.

_____. **Geomorfologia**. 2. ed. São Paulo, Edgard Blucher, 1980.

_____. Aplicabilidade do conhecimento geomorfológico nos projetos de planejamento. In: GUERRA, A. J. T. & CUNHA, S. B. **Geomorfologia: Uma Atualização de Bases e Conceitos**. 4 eds. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998. pp. 415-442.

COELHO NETO. A interface florestal-urbana e os desastres naturais relacionados à água no maciço da Tijuca: desafios ao planejamento urbano numa perspectiva sócio-ambiental. **Revista do Departamento de Geografia**, 16 P.46-6, 2005.

COULTARD, J-P – PELLERIN, J – AGUIAR, M.B. e COLTRINARI, L. Carta do modelado e das formações superficiais do médio vale do rio Parateí, SP – Memorial explicativo e carta – USP. Instituto de Geografia, **Série Sedimentologia e Pedologia**, 9, 1978, 35p., São Paulo

COLTRINARI, L. Cartografia geomorfológica detalhada: a representação gráfica do relevo entre 1950-1970. **Revista Brasileira de Geomorfologia** - v. 12, n. 3. 2011, P. 121-129

_____. Um exemplo de carta geomorfológica de detalhe: a carta do médio vale do Rio Parateí – SP (1:25 000). **Revista Do Departamento De Geografia**, 1, 55-63, 1982.

CORRÊA, A.C.B.; TAVRES, B.A.C.; MONTEIRO, K.A.; CAVALCANTI, L.C.S.; LIRA, D.R. Megageomorfologia e Morfoestrutura do Planalto da Borborema. **Revista do Instituto Geológico**, São Paulo, 2010.

CORRÊA, A. C. B. **Mapeamento geomorfológico de detalhe do Maciço da Serra Verde: estudo da relação entre a distribuição dos sistemas geoambientais e a compartimentação geomorfológica**. (Dissertação de Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Geografia/UFPE. 1997.

CORRÊA, A.C.B.; SOUZA, J.O.P.; CAVALCANTI, L.C.S. Solos do ambiente semiárido brasileiro: erosão e degradação a partir de uma perspectiva geomorfológica. In: GUERRA, A. J. T. JORGE, M. C. O. (org). **Degradação dos Solos no Brasil**. Rio de Janeiro, Bertand Brasil, 2014, p 127-148.

CORREIA, J. D. **Metodologia para Mapeamento Semi-Automático de Feições Depositionais Quaternárias por Imagens Orbitais de Alta Resolução Espacial: Médio Vale do Rio Paraíba do Sul**. Tese (Doutorado em Geologia). 2008. Departamento de Geologia – IGEO/UFRJ, Rio de Janeiro, 2008.

CUNHA, C. M. L.; MENDES, I. A.; SANCHEZ, M. C. A Cartografia do Relevo: uma análise comparativa de técnicas para a gestão ambiental. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Ano 4, Nº 1, 2003, p. 01-09

CRUZ, O. A escala temporal-espacial nos estudos dos processos geomorfológicos. **Geomorfologia**. São Paulo. Instituto de Geografia-USP, 33, 1985, p1-6.

DE BOER, D. H. Hierarchies and spatial scale in process geomorphology: a review. **Geomorphology**, v. 4, n. 5, p. 1992, p. 303–318.

DEMEK, J. (ed) **Manual of detailed geomorphological mapping**. Praga, IGU, CommGeomorph. Surv. Mapping, 1972.

DRAMIS, F.; GUIDA, D.; CESTARI, A. Nature and aims of geomorphological mapping. In: SMITH, M. J.; PARON, P.; GRIFFITHS, J. S. (Ed.). **Geomorphological mapping: methods and applications**. Oxford: Elsevier, 2011. p. 13–35.

DINIZ, M. T. M.; OLIVEIRA, G. P.; MAIA, R. P.; FERREIRA, B. Mapeamento geomorfológico do estado do Rio Grande do Norte. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 18, n. 4, p. 689-701, 2017.

ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE-ESRI. **Working with the Geodatabase Using SQL 2004**. Disponível em <http://support.esri.com/en/white-paper/720> acessado em 07/12/2017

EVANS, I. S. Geomorphometry and landform mapping: what is a landform? **Geomorphology**, v. 137, n. 1, p. 94–106, 2012.

FILHO et. al., Levantamento de reconhecimento de baixa e média intensidade dos solos do estado de Pernambuco. **Embrapa Solos, Boletim de pesquisa 11**, Rio de Janeiro, 2000.

FISHER, P.F; WOOD, J.; CHENG, T. Where is Helvellyn? Multiscale morphometry and the mountains of the English Lake District. **Trans. The Institute of British Geographers**. 29, 2004, p.106-128.

FLORENZANO, T. G. (org.). **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

GAMA, A.; DEMUCCIO, L. A. Geomorfologia: a construção de uma identidade. In: MATEUS, M. A.; LOURENÇO, L. F. **Riscos Naturais Antrópicos e Mistos. Homenagem ao Professor Doutor Fernando Rebelo**. Departamento de Geografia, Faculdade de Letras. Universidade de Coimbra, Coimbra, 2013. p. 779-795.

Disponível em

https://www.uc.pt/fluc/depgeotur/publicacoes/Livros/livro_homenagem_FRebelo/779_795

GREGORY, K. J. **A Natureza da Geografia Física**. Rio de Janeiro: Bertrand do Brasil, 1992.

GUSTAVSSON M., KOLSTRUP E., SEIJMONSBERGEN, A. C. Geomorphology: a new symbol-and-GIS based detailed geomorphological mapping system: Renewal of a scientific discipline for understanding landscape development. **Geomorphology** 77, 2006, p 90–111.

HAYDEN, R. S. Geomorphology From Space: A Global Overview of Regional Landforms. Chapter 11: Mapping. **NASA**. Washington, DC, 1986, p 637-656.

HORTA, C. A. C. Escala espacial e Geografia: pela transposição da região. **Geografias**. Revista do Departamento de Geografia e do Programa de Pós-graduação em Geografia do IGCUFMG, Belo Horizonte, Vol. 9, nº 2, 2013, p. 887-102.

IBGE, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. **Manual técnico de geomorfologia** – 2. ed. - Rio de Janeiro: IBGE, 2009.

_____. **Produção da Pecuária Municipal 2015**; Rio de Janeiro: IBGE, 2016

JENSEN, J. R. **Remote Sensing of the Environment: An Earth Resource Perspective**. 2nd Edition. 2007, P. 592.

JOLY, F. **A Cartografia**. 15ª edição. Campinas, Papirus, 2013.

KING, L. C. Canons of Landscape Evolution. **Bulletin of Geological Society of America**, 64: 1953, 721–752 p.

_____. A Geomorfologia do Brasil Oriental. **Revista Brasileira de Geografia**, 18(2): 1956, 147–265 p.

KING, A. W. Hierarchy theory and the landscape level? or, Words do matter. In: WIENS, J.; MOSS, M. (Ed.) **Issues and perspectives in landscape ecology**. New York, Cambridge University Press, 2005, p.29-35.

KING, P. B.; SCHUMM, S. A. **The physical geography (geomorphology) of William Morris Davis**. Norwich, Geo Books, 1980.

KLIMASZEWSKI, M. Detailed geomorphological maps. **ITC Journal**, 1982, p265–271.

_____. Thirty years of geomorphological mapping. **Geographia Polonica**, 58, 1990, p 11-18.

KOHLER, H. C. A Escala na Análise Geomorfológica. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Volume 2, n.1, 2001, p. 21-33.

LEITE, F. Análise teórico-filosófica dos modelos de evolução da paisagem: tendências passadas e atuais. **Revista Geográfica de América Central** Número Especial EGAL, 2011- Costa Rica II Semestre 2011.pp. 1-17.

LIMA, F. J.; LIMA, G. G; CORRÊA, A.C.B; MARÇAL, M.S. Mapeamento geomorfológico em escala de semi-detalhe e a flexibilização de manuais de mapeamento: breves considerações a partir de um estudo de caso - setor subúmido do planalto sedimentar do Araripe/CE/Brasil. **Ensaios de Geografia**, Volume. 3, n.6, UFF, Niterói, RJ, 2014, p.61-78.

LIMA, G. G. **Análise Comparativa De Metodologias De Mapeamento Geomorfológico Na Bacia Do Rio Salamanca, Cariri Cearense**. (Dissertação de Mestrado), Recife, Programa de Pós- Graduação em Geografia/UFPE, 2014, p. 120.

LIMA, K. C.; CENIRA CUNHA, C. M. L & FILHO, A. P. Dificuldades e Possibilidades da Cartografia Geomorfológica no Semiárido Brasileiro. **Revista Brasileira de Cartografia**, n. 65/6: 2013, p. 1063-1073.

LONGLEY, P.; GOODSCHILD, M.; MAQUIRE, D.; RHIND, D. **Geographic Information Systems and Science**. Chichester: J. Wiley, 2010.

MABESSONE, J. M. História Geológica da província Borborema. **Revista de Geologia**. UFC. Vol 15 2002

MARIANO, G; SILVA, J. M. R.; CORREIA, P. B.; NEVES, S. P. **Mapa Geológico 1:100.000**. Pernambuco: UFPE /CPRM, 2007a.

_____. **Nota explicativa da folha belo jardim (SC.24-X-B-III) 1:100.000**. Pernambuco: UFPE /CPRM, 2007b.

MARQUES, J. S. Ciência Geomorfológica. In: GUERRA, A. J. T. e CUNHA, S. B. D. (Ed.). **Geomorfologia: Uma Atualização de Bases e Conceitos**. 3ªed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998. p.23-50.

MARTILELLI, M. **Mapas da Geografia e Cartografia Temática**. São Paulo, Contexto, 2014.

MARTINELLI, M.; DE SOUZA MACHADO-HESS, E. Mapas estáticos e dinâmicos, tanto analíticos como de síntese, nos atlas geográficos escolares: a viabilidade metodológica. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 4, n. 66/4, 2014.

MATTOS, F. C. O.; SOUSA, C. J. O. Geomorfologia: Uma Discussão Preliminar Sobre As Abordagens Morfogênese E Morfodinâmica e a Geografia. **ANAIS...XVI Encontro Nacional dos Geógrafos**, AGB, Porto Alegre. 2010, p. 1-12.

MEDEIROS, V. C. **Evolução Geodinâmica e Condicionamento Estrutural dos Terrenos Pancó-Alto Brigida e Alto Pageú Domínio da Zona Transversal, NE do Brasil**. Tese (Doutorado), Programa de Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica, Universidade do Rio Grande do Norte. 2004.

MEIS, M.R.M.; MIRANDA, L.H.G. & FERNANDES, N.F. Desnívelamento e altitude como parâmetros para compartimentação do relevo: Bacia do Médio-Baixo Paraíba do Sul. **ANAIS 32 Congresso Brasileiro de Geologia**, 4, 1982, 1489-1503

MENDES PONTES, E.T; SILVA CAMPOS, G; BEZERRA DE CARVALHO, A. Geotecnologias, cartografia digital e geoprocessamento aplicados ao ensino de geografia e disciplinas afins: uma experiência de extensão no semiárido cearense. **GeoFocus** (Artículos), nº 21, 2018, p. 145-167.

MIKESELL, M. The Borderlands of Geography. In **Sherif and Sherif**, 1969. P 42-227.

MOLION, L. C. B; BERNARDO, S. O. Uma revisão dinâmica das chuvas sobre o Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.17, n.1, 2002, p. 1- 10.

MINISTERIO DO MEIO AMBIENTE. MAPAS TEMÁTICOS, 2007. Disponível em: <http://mapas.mma.gov.br/mapas/aplic/probio/datadownload.htm?/>. Acesso em junho de 2017.

MONTEIRO, C. A. F. **Geossistemas a história de uma procura**. São Paulo: Editor Contexto, 2000.

NEVES, S. P; MARIANO, G; GUIMARÃES, I. P.; FILHO, A. F. S.; MELLO, S. C. Intralithospheric differentiation and crustal growth: Evidence from the Borborema province, northeastern Brazil. **Geology**. June 2000; v. 28; no. 6; p. 519–522

NÓBREGA R. S.; SANTIAGO G. A. C. Tendência de temperatura na superfície do mar nos oceanos atlântico e pacífico e variabilidade de precipitação em Pernambuco. **Mercator**, Fortaleza, v. 13, n. 1, 2014. p. 107-118.

NOVO, E. M. L. de. **Sensoriamento Remoto. Princípios e aplicações**. 4ª Edição revista. São Paulo. Editora Edgard Blucher. 2010.

OLIVEIRA R.G. **Arcabouço geofísico, isostasia e causas do magmatismo cenozoico da Província Borborema e sua margem continental (nordeste do Brasil)**. Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Tese de Doutorado, 2008.

ORAIN, O. La géographie française face à la notion d'échelle: Une approche par les significations et les contenus épistémologiques. Robic (Marie-Claire). **Echelles et temporalités en géographie**, seconde partie, CNED, pp.2-24, 2004 (2006) <halshs-00082055>. Disponível em <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00082055/document>. Acesso em 10/07/2016.

OTTO, JAN-CHRISTOPH & GUSTAVSSON, M & GEILHAUSEN, MARTIN. Cartography: design, symbolisation and visualisation of geomorphological maps. In book: **Geomorphological Mapping: a handbook of techniques and applications** Edition: 1 Chapter: 9 Publisher: Elsevier Editors: M.J. Smith, P. Paron, J. Griffiths, 2011, p295 -253

PHILLIPS, J. D. Synchronization and scale in geomorphic systems. **Geomorphology**, nº 137, 2012, p. 150- 158.

POPESCU N., IELENICZ M. **La carte geomorphologique generale, Acte de la premiere rencontre geographique francoroumaine**, 1999, Ed. Universitatii Bucuresti, 2000.

RADOANE, N; CRISTEA, I. Geomorphological mapping. Evolution and trends. **Revista de Geomorfologie**, vol. 2011, pag. 19 – 40

ROCHA, A. P. B; DANTAS, E. M; MORAIS, I. R. D; OLIVEIRA, M. S. **Geografia do Nordeste**. Natal, EDUFRN, 2010.

RODRIGUES, C. **Geomorfologia Aplicada: Avaliação de experiências e de instrumentos de planejamento físico-territorial e ambiental brasileiros**. Tese de Doutorado em Geografia, FFLCH-USP, São Paulo, 1997.

_____. Limites e possibilidades da geomorfologia aplicada. **VI Simpósio Nacional de Geomorfologia/Regional Conference on Geomorfology**, Goiânia, 2006, p. 1-9.

RODRIGUES, S. C. Cartografia e Simbologia Geomorfológica: Evoluindo da Cartografia Tradicional para o Uso de Simbologia Digital. **Revista Brasileira de Geomorfologia** - v. 11, nº 1, 2010, p. 3-10

ROSS, J. L. S. O registro cartográfico dos fatos geomorfológicos e a questão da taxonomia do relevo. **Rev. do Depto. Geografia**, São Paulo, v.6, n.1, 1992, p.17-29.

_____. Geomorfologia aplicada aos EIA's – RIMAS. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (org) **Geomorfologia e meio ambiente**. 4ª ed. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 2003, p.291-366.

_____. Identificação e análise das fragilidades ambientais das unidades ecomorfofodinâmicas da bacia do rio Pitapitingui-Itu-SP. **Ciência e Natura**, Univ. Fed. de Santa Maria, 2004.

ROSS, J. L. S.; MOROZ, I. C. Mapa geomorfológico do estado de São Paulo. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v. 10, n. 1, p. 41-58, 1996.

SÁ, B. I.; ANGELOTTI, F. Degradação Ambiental e Desertificação no Semi-Árido Brasileiro. In: ANGELOTTI, F.; SÁ, I. B.; MENEZES, E. A.; PELLEGRINO, G. Q. (Ed.). **Mudanças climáticas e desertificação no Semi-Árido brasileiro**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido; Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 2009, p. 53 – 76.

SANTOS, L. J. C.; OKA-FIORI, C.; CANALI, N. E.; FIORI, A. P.; SILVEIRA, C. T.; SILVA, J. M. F.; ROSS, J. L. S. Mapeamento Geomorfológico do estado do Paraná. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, São Paulo, v. 7, n. 2, 2006, p. 03-12.

SCHMIDT, J.; ANDREW, R. Multi-scale landform characterization. **Area**, v. 37, n. 3, 2005, p. 341–350.

SEIJMONSBERGEN, A.C. The Modern Geomorphological Map. In: SWITZER A.D; KENNEDY, D.M.(Eds) **Methods in geomorphology**. Amsterdam, Elsevier, 2013, v14, p35-52.

SILVA, D. G. et. al. Análise Geomorfológica e Sedimentológica dos Depósitos de Tanques em Fazenda Nova, Brejo da Madre de Deus – PE. **VI Simpósio Nacional de Geomorfologia/Regional**. Goiânia, 2006, p. 1-11

SILVA, D. G. Mapa geomorfológico de Belo Jardim/PE. No prelo, 2008.

_____. **Evolução Paleoambiental dos depósitos de tanques em Fazenda Nova, Município de Brejo da Madre de Deus – Pernambuco**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2007.

SALOME, A.L., VAN DORSSER, H.J. Examples of 1:50000 scale geomorphological map of part of the Ardennes. **Zeitschrift fur Geomorphologie**. Berlin, v.26, n.4, 1982, p.481-489.

SWITZER A.D; KENNEDY, D.M.(Eds) **Methods in geomorphology**. Volume 14, in Schroder J.F. (editor in chief) *Treatise of Geomorphology*. San Diego: Academic Press, 2013.

ST-ONGE, D.A. Geomorphological map legends, their problems and their value in optimum land utilization. **Geographical Bulletin**, 22, 1964, p5-12.

_____. Theories, paradigms, mapping and Geomorphology. **Canadian Geographer**, XXV, 4, 1981, p307-315.

SUERTEGARAY, D. M. A. **Geografia Física e Geomorfologia: Uma (re) leitura**. Ijuí – RS, Ed. Unijuí, 2002.

TRICART, J. Un complement des cartes géologiques – les cartes géomorphologiques. **Bull. Soc. Géol.France**, v. 6, 1954, p. 739-750,

_____. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE/SUPREN, 1977.

_____. **Pincipes et méthodes de la géomorphologie**. Paris: Masson, 1965.

VALERIANO, M. M. **Topodata: guia para utilização de dados geomorfológicos locais**. São José dos Campos, SP: INPE: Coordenação de Ensino, Documentação e Programas Especiais (INPE-15318-RPE/818), 2008.

VARNESJ, V. The Logic of Geological Maps with Reference to Their Interpretation and Use for Engineering Purposes. **Geological Survey**. Washington, DC; Professional Paper 837, 1974.

VERSTAPPEN, H. T. Old and new trends in geomorphological and landform mapping. In: SMITH, M. J.; PARON, P.; GRIFFITHS, J. S. (Ed.). **Geomorphological mapping: methods and applications**. Oxford, 2011. p. 13–38.

VAN WESTEN C.J., RENGERS N., SOETERS R. Use of geomorphological information in indirect landslide susceptibility **Natural Hazards** v30, 2013, p399-419.

VILLELA, S. M. & MATTOS, A. **Hidrologia Aplicada**, Editora Mc Graw Hill, São Paulo, 1975.

VITTE, ANTONIO CARLOS. A Geografia Física no Brasil: um panorama quantitativo a partir de periódicos nacionais. **Revista da ANPEGE**, v. 4, 2008, p. 47-60.

WEISSEL et. al. The length-scaling properties of topography. **Journal of geophysical research**, vol. 99, n. B7, 1994, p. 13,997-14,012

APÊNDICE A - PLUVIOSIDADE ACUMULADA NO PERÍODO DE 1960 A 1990

ID	Nom_est	CD	S	W	Alt_m	UF	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Totais
1	Coruripe	83098	-10 09	-36 10	56,13	AL	21,6	46,9	166,6	139,4	190,4	223,8	153,4	98,1	64,5	35,6	14,8	24,4	1179,5
2	Maceió	82994	-09 40	-35 42	64,5	AL	78,1	88,3	194,5	268,8	382,2	331,9	273,7	155,2	130,3	73,5	31,7	62,5	2070,5
3	Mata Grande	82988	-09 07	-37 44	635	AL	62,1	80,4	111,2	98,9	178,7	176,1	206,7	102,0	44,0	16,6	28,5	64,1	1169,3
4	Palmeira dos Índios	82992	-09 27	-36 42	274,9	AL	15,1	26,3	87,2	102,3	163,5	198,3	139,9	51,9	47,9	9,5	10,6	74,3	926,8
5	Alagoinhas	83249	-12 17	-38 33	130,92	BA	104,9	99,2	113,8	131,9	193,3	143,7	100,3	68,4	50,7	48,3	95,3	101,9	1251,6
6	Barreiras	83236	-12 09	-45 00	439,29	BA	205,4	172,4	150,5	91,4	23,1	2,5	1,2	1,5	20,1	93,6	192,9	185,4	1140,1
7	Bom Jesus da Lapa	83288	-13 16	-43 25	439,96	BA	146,5	114,7	87,5	71,4	15,9	1,6	0,0	3,5	12,8	88,5	157,6	190,5	890,5
8	Caetité	83339	-14 04	-42 29	882,47	BA	156,9	108,9	90,3	68,7	13,1	12,0	13,0	6,5	11,5	79,8	172,3	189,4	922,5
9	Caravelas	83498	-17 44	-39 15	2,88	BA	117,5	63,2	90,0	125,4	106,2	85,8	106,4	55,9	66,8	136,4	184,5	135,5	1273,7
10	Cipó	83192	-11 05	-38 31	145,31	BA	72,8	104,8	105,3	116,2	108,5	195,0	154,4	85,4	49,2	21,7	109,5	112,9	1235,6
11	Ilhéus	83348	-14 48	-39 04	60,21	BA	151,2	182,4	216,9	204,7	144,5	200,6	134,4	128,7	146,9	146,1	178,6	2035,5	
12	Irecê	83182	-11 18	-41 52	747,16	BA	117,2	108,3	90,5	60,3	16,7	1,9	3,7	1,3	17,7	42,0	106,4	116,4	682,4
13	Itaberaba	83244	-12 31	-40 17	249,89	BA	109,6	103,4	100,2	77,7	38,1	38,3	32,7	22,3	18,0	45,0	89,9	109,9	785,1
14	Itiruçu (Jaguaquara)	83295	-13 21	-40 07	755,61	BA	134,4	96,8	79,8	74,7	56,0	64,4	70,0	38,2	28,7	54,6	100,5	115,2	913,2
15	Jacobina	83186	-11 11	-40 28	484,74	BA	109,3	97,2	124,1	96,8	49,3	54,6	50,6	40,5	31,3	42,4	89,4	112,9	898,5
16	Lençóis	83242	-12 34	-41 23	438,74	BA	146,4	164,8	164,9	149,1	73,0	71,8	68,6	31,8	43,9	110,5	197,9	190,1	1412,6
17	Monte Santo	83090	-10 26	-39 18	464,6	BA	74,2	72,0	72,5	71,1	60,2	54,3	49,0	34,5	19,1	28,9	56,4	73,7	665,8
18	Morro do Chapéu	83184	-11 13	-41 13	1003,27	BA	115,8	100,7	86,7	70,1	34,8	34,2	27,0	17,5	19,3	36,3	95,0	127,4	764,7
19	Paulo Afonso	82986	-09 22	-38 13	252,69	BA	63,4	62,5	97,1	84,9	67,5	54,4	52,2	21,3	16,5	17,3	25,4	47,1	609,6
20	Remanso	82979	-09 38	-42 06	400,51	BA	115,7	107,3	145,4	81,4	9,2	2,7	0,2	2,0	0,3	34,9	97,7	122,1	719,0
21	Salvador (Ondina)	83229	-13 00	-38 30	51,41	BA	138,0	142,0	151,6	309,7	359,9	243,7	175,0	127,4	102,0	114,9	137,1	142,8	2144,0
22	Santa Rita de Cássia (Ibipetuba)	83076	-11 01	-44 31	450,3	BA	149,9	166,5	139,9	80,2	13,8	0,9	0,0	0,7	21,2	54,9	177,1	198,2	1003,2
23	São Francisco do Conde	83223	-12 37	-38 40	80	BA	116,5	134,6	164,7	237,0	452,5	215,7	174,0	123,0	70,2	63,6	152,4	131,9	2036,1
24	Serrinha	83190	-11 38	-38 58	359,63	BA	94,7	119,1	103,6	107,6	92,9	94,7	80,5	52,4	33,8	39,9	77,6	94,0	990,8
25	Acaraú	82294	-02 53	-40 08	16,5	CE	152,3	207,2	434,9	397,8	194,5	68,3	42,4	6,0	3,6	3,6	4,1	30,6	1545,2
26	Barbalha	82784	-07 19	-39 18	409,03	CE	171,4	226,5	227,1	208,3	42,8	20,6	14,7	5,8	9,3	20,7	42,2	86,4	1075,8
27	Campos Sales	82777	-07 00	-40 23	583,5	CE	97,2	132,8	150,6	118,3	46,7	13,5	6,3	0,4	4,1	14,2	25,9	50,8	660,6
28	Crateús	82583	-05 10	-40 40	296,82	CE	64,6	138,9	254,0	218,7	94,9	18,7	12,3	1,6	7,1	7,7	11,6	39,4	869,6
29	Fortaleza	82397	-03 45	-38 33	26,45	CE	119,1	204,6	323,1	356,1	255,6	141,8	94,7	21,8	22,7	13,0	11,8	44,1	1608,4
30	Guaramiranga	82487	-04 17	-39 00	870,67	CE	132,5	209,2	298,2	297,1	255,7	174,5	134,5	48,8	41,7	37,5	29,5	67,6	1726,8
31	Iguatu	82686	-06 22	-39 18	217,67	CE	151,6	175,3	254,3	221,7	123,5	34,0	21,0	11,1	19,7	20,5	7,7	39,0	1079,2
32	Jaguaruana	82493	-04 47	-37 46	11,71	CE	60,0	87,6	261,3	188,6	142,7	52,1	48,4	3,8	5,1	2,5	0,9	9,0	862,0
33	Morada Nova	82588	-05 07	-38 22	43,62	CE	68,7	113,9	208,1	194,5	124,4	64,0	26,7	4,0	3,6	2,9	3,3	26,1	840,2
34	Quixeramobim	82586	-05 10	-39 17	79,5	CE	80,2	111,0	180,6	189,0	137,7	79,9	45,4	7,0	3,0	2,4	5,3	16,1	857,7
35	Sobral	82392	-03 44	-40 20	109,62	CE	100,3	138,6	253,5	210,9	168,0	52,1	31,8	4,7	2,3	4,5	4,7	24,2	995,6
36	Tauá	82683	-06 00	-40 25	398,77	CE	69,1	126,4	160,1	194,5	63,6	32,3	13,1	6,8	9,9	5,8	4,0	30,3	715,8
37	Campina Grande	82795	-07 13	-35 53	547,56	PB	55,3	47,7	91,8	141,8	104,7	112,7	154,0	58,8	48,7	17,4	13,2	29,3	875,4
38	João Pessoa	82798	-07 06	-34 52	7,43	PB	75,8	108,4	252,2	349,8	307,3	346,1	346,2	183,5	87,2	35,4	24,9	28,5	2145,4
39	Monteiro	82792	-07 53	-37 04	603,66	PB	66,6	98,4	146,5	142,0	74,5	44,4	36,5	11,9	13,0	17,8	10,4	50,6	712,5
40	São Gonçalo	82689	-06 45	-38 13	233,06	PB	107,3	211,0	237,0	216,3	87,4	36,2	23,1	4,0	7,5	14,7	13,7	37,2	995,5
41	Umbuzeiro	82779	-07 42	-35 40	499,21	PB	33,9	51,8	97,6	111,3	130,6	200,8	195,3	84,8	63,0	14,3	7,6	20,4	1011,4
42	Arcoverde	82890	-08 25	-37 05	680,7	PE	59,2	78,0	118,5	144,7	81,6	80,9	94,9	40,1	29,0	14,0	30,0	27,2	798,1
43	Cabrobó	82886	-08 31	-39 20	341,46	PE	87,2	85,8	136,1	104,6	40,4	19,4	13,5	3,8	4,1	10,5	38,8	55,4	599,5
44	Caruaru	82895	-08 17	-35 58	537,2	PE	63,1	35,0	97,6	116,0	80,2	115,7	134,7	45,5	25,2	11,4	9,6	30,1	764,1
45	Floresta	82887	-08 36	-38 34	309,73	PE	105,1	91,4	133,2	104,1	24,0	16,6	18,0	4,9	7,8	15,3	23,2	66,7	610,1
46	Garanhuns	82893	-08 53	-36 31	822,76	PE	42,3	59,4	91,4	123,9	112,3	127,1	135,3	66,2	45,2	26,8	21,4	23,1	874,4
47	Pesqueira	82892	-08 24	-36 46	639	PE	30,2	78,6	126,5	126,4	90,2	71,6	71,9	22,9	13,1	17,4	18,7	34,0	701,5
48	Petrolândia	82987	-09 04	-38 19	286	PE	49,8	69,1	112,0	68,2	22,1	11,0	14,1	2,4	3,2	10,4	14,8	51,0	428,1
49	Petrolina	82983	-09 22	-40 28	370,46	PE	81,9	105,9	136,3	93,6	21,7	5,1	8,7	2,4	5,6	11,9	53,5	50,8	577,4
50	Recife (Curado)	82900	-08 03	-34 57	10	PE	108,2	148,2	256,9	337,6	318,5	377,9	388,1	204,8	122,0	63,0	35,7	56,8	2417,6
51	Surubim	82797	-07 50	-35 43	418,32	PE	27,9	43,6	94,9	109,0	96,4	111,3	118,6	46,2	30,2	18,7	6,3	23,0	726,2
52	Triunfo	82789	-07 49	-38 07	1105	PE	161,6	190,5	226,3	219,8	166,5	131,4	132,1	40,3	24,0	28,9	25,2	63,4	1409,8
53	Bom Jesus do Piauí	82975	-09 06	-44 07	331,74	PI	145,9	150,7	197,4	145,0	28,9	3,0	8,4	5,3	14,5	98,2	142,3	153,8	1093,4
54	Floriano	82678	-06 46	-43 01	123,27	PI	145,0	142,2	166,0	122,6	39,7	12,6	8,3	0,9	9,9	97,5	91,1	135,2	971,0
55	Morro dos Cavalos	82684	-07 51	-41 54	242	PI	156,4	123,7	174,2	90,4	19,7	9,9	7,7	0,0	5,7	46,4	75,2	132,0	841,3
56	Parnaíba	82287	-03 05	-41 46	79,5	PI	142,5	254,8	371,1	405,7	255,1	72,8	37,4	1,1	3,2	3,4	5,6	43,7	1596,4
57	Picos	82780	-07 02	-41 29	207,93	PI	144,1	152,4	164,4	140,4	23,3	11,9	5,7	0,2	4,5	24,3	57,5	106,3	835,1
58	Teresina	82578	-05 05	-42 49	74,36	PI	177,7	268,0	297,8	272,4	113,2	24,1	10,5	8,4	9,1	20,4	73,2	118,4	1393,2
59	Apodí	82590	-05 37	-37 49	150	RN	61,4	110,2	238,0	201,5	121,7	64,8	54,3	6,4	4,4	3,5	3,1	23,7	893,0
60	Ceará Mirim	82596	-05 39	-35 39	61,35	RN	57,8	128,1	208,7	200,3	192,2	175,8	166,1	69,2	59,4	31,4	25,2	29,6	1343,8
61	Cruzeta	82693	-06 26	-36 35	226,46	RN	55,1	119,4	162,6	192,4	66,3	28,0	30,2	6,3	5,6	2,7	8,8	27,3	704,7
62	Florânia	82691	-06 07	-36 49	324,45	RN	63,3	126,3	225,6	207,7	111,7	35,4	39,9	6,5	3,3	11,3	9,6	32,9	873,5
63	Macau	82594	-05 07	-36 46	3,43	RN	29,7	64,8	120,0	134,5	73,8	35,5	26,7	5,7	4,8	0,8	2,6	8,3	507,2
64	Mossoró	82591	-05 12	-37 18	38	RN	69,3	130,1	169,2	179,6	109,5	49,4	39,9	11,1	5,9	3,4	3,2	17,3	787,9
65	Natal	82598	-05 55	-35 12	48,6	RN	54,6	87,3	195,8	264,7	239,6	202,2	196						

APÊNDICE B - TEMPERATURA MÉDIA NO PERÍODO DE 1960 A 1990

FID	CD	Nom_est	UF	S	W	Alt_m	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano
0	83098	Coruripe	AL	-10 09	-36 10	56,13	26,7	26,4	26,1	25,8	24,9	24,4	23,6	23,5	24	25,1	25,6	26,4	25,2
1	82994	Maceio	AL	-09 40	-35 42	64,5	26,5	26,5	26,4	26	25,2	24,3	23,6	23,6	24,3	25,3	25,9	26,2	24,8
2	83249	Alagoinhas	BA	-12 17	-38 33	130,92	25,9	25,7	25,5	25	23,6	22,5	21,5	21,5	22,6	24,3	25,1	25,5	24,1
3	83236	Barceiras	BA	-12 09	-45 00	439,29	24,7	24,7	24,5	24,4	23,4	22	21,9	23,6	25,9	26,4	25,3	24,6	24,3
4	83288	Bom Jesus da Lapa	BA	-13 16	-43 25	439,96	25,3	25,4	25,3	25,1	24,5	23,1	23	24,4	26,2	26,4	25,4	25	24,9
5	83339	Caetité	BA	-14 04	-42 29	882,47	22,1	22,4	22,3	21,7	20,6	19,5	18,9	20	21,5	22,5	22,1	21,9	21,3
6	83498	Caravelas	BA	-17 44	-39 15	2,88	26	26,3	26,1	25,3	23,8	22,5	21,8	22,1	23	24,2	24,8	25,5	24,3
7	83192	Cipo	BA	-11 05	-38 31	145,31	26,7	26,8	26,4	25,8	24,5	23,1	22,6	22,5	23,8	25,3	26,2	26,5	25
8	83348	Ilhéus	BA	-14 48	-39 04	60,21	25,9	26	25,9	25,3	24,1	22,7	22	22,2	23,2	24,4	24,9	25,4	24,3
9	83244	Itaberaba	BA	-12 31	-40 17	249,89	25,8	25,8	25,6	25,1	23,7	22,2	21,5	22,1	23,4	25	25,4	25,5	24,3
10	83295	Itiruçu (Jaguauquara)	BA	-13 21	-40 07	755,61	22,3	22,3	22	21,4	20,1	18,8	17,9	18,3	19,4	20,9	21,5	21,8	20,5
11	83186	Jacobina	BA	-11 11	-40 28	484,74	25	25,1	25	24,3	22,9	21,5	21	21,6	23,1	24,5	25,1	24,8	23,7
12	83242	Lençóis	BA	-12 34	-41 23	438,74	24,5	24,7	24,4	23,8	22,5	21,2	20,7	21,4	22,7	23,7	24	23,9	23,1
13	83090	Monte Santo	BA	-10 26	-39 18	464,6	25,5	25,3	25,1	24,3	22,8	21,4	20,7	21,3	22,7	24,5	25,1	25,4	23,7
14	83184	Morro do Chapão	BA	-11 13	-41 13	1003,27	20,8	21	20,8	20,4	18,9	17,4	16,8	17,4	18,7	20,2	20,8	20,7	19,5
15	82986	Paulo Afonso	BA	-09 22	-38 13	252,69	27,4	27,2	26,9	26,2	24,8	23,2	22,5	23,2	24,6	26,5	27,4	27,4	25,6
16	82979	Remanso	BA	-09 38	-42 06	400,51	26,6	26,6	26,4	26,6	26	25,2	24,9	25,6	27,2	28,3	27,6	26,7	26,5
17	83229	Salvador (Ondina)	BA	-13 00	-38 30	51,41	26,4	26,5	26,6	26,2	25,2	24,3	23,7	23,6	24,3	25,1	25,5	25,9	25,3
18	83076	Santa Rita de Cássia (Ibipetuba)	BA	-11 01	-44 31	450,3	24,6	24,6	24,3	24,3	23,5	22,1	21,7	22,9	25,2	26,4	25,4	24,6	24,1
19	83223	São Francisco do Conde	BA	-12 37	-38 40	80	26	26	25,8	25,2	24	23,2	22,5	22,6	23,4	24,6	25,2	25,5	24,5
20	83190	Serinha	BA	-11 38	-38 58	359,63	25,1	24,8	24,5	24,2	22,7	21,2	20,7	20,9	22,1	23,7	24,4	24,8	23,3
21	82784	Barbalha	CE	-07 19	-39 18	409,03	25,3	24,6	24,2	24	23,9	23,7	23,7	24,6	26	26,4	26,5	26,2	24,9
22	82777	Campos Sales	CE	-07 00	-40 23	583,5	24,9	24	23,5	23,5	23,1	22,8	22,7	23,8	25,3	26,3	26,3	25,8	24,3
23	82583	Cratêus	CE	-05 10	-40 40	296,82	27,1	25,9	25,2	25	24,9	24,8	25,1	26,4	27,7	28,6	28,6	28	26,5
24	82397	Fortaleza	CE	-03 45	-38 33	26,45	27,12	26,86	26,43	26,24	26,16	25,84	25,62	26,01	26,45	26,92	27,2	27,3	26,62
25	82487	Guaramiranga	CE	-04 17	-39 00	870,67	21,1	20,9	20,8	20,8	20,5	19,8	19,5	19,9	20,4	20,8	21	20,9	20,5
26	82686	Iguatu	CE	-06 22	-39 18	217,67	27,5	26,5	26	25,8	25,4	25	25,3	26,2	27,6	28,4	28,7	28,6	26,8
27	82588	Morada Nova	CE	-05 07	-38 22	43,62	27,9	27,4	26,8	26,7	26,5	26	25,9	26,7	27,4	28	28,2	28,2	27,1
28	82586	Quixeramobim	CE	-05 10	-39 17	79,5	27,6	27	25,9	25,5	25,3	25,1	24,9	26,3	27,3	27,7	27,7	27,9	26,5
29	82392	Sobral	CE	-03 44	-40 20	109,62	27,5	26,7	26,1	26	26	26	25,9	26,8	27,5	27,8	28,1	28,1	26,9
30	82683	Tauá	CE	-06 00	-40 25	398,77	25,3	24,9	24,8	24,4	24,2	24	24	25	26	26,7	26,9	27	25,3
31	82795	Campina Grande	PB	-07 13	-35 53	547,56	23,5	23,7	23,5	23,2	22,3	21,3	20,5	20,6	21,3	22,4	23,1	23,4	22,4
32	82798	João Pessoa	PB	-07 06	-34 52	7,43	27,1	27,2	27	26,7	26	25,2	24,2	24,3	25,1	26,3	26,7	26,9	26,1
33	82792	Monteiro	PB	-07 53	-37 04	603,66	25,4	25	24,5	23,9	22,5	21,6	21,1	21,7	23	24,6	25,2	25,4	23,7
34	82689	São Gonçalo	PB	-06 45	-38 13	233,06	27,2	26,4	26	25,9	25,7	25,2	25,2	26,1	27,2	27,7	27,8	27,8	26,5
35	82890	Arcoverde	PE	-08 25	-37 05	680,7	24,5	24,2	24,2	23,3	21,9	20,8	20,2	20,7	22,1	23,8	24,5	24,7	22,9
36	82886	Cabrobo	PE	-08 31	-39 20	341,46	27	26,5	26,4	25,6	24,8	24	23,7	24,5	26	27,9	28,4	27,7	26
37	82895	Caruaru	PE	-08 17	-35 58	537,2	23,9	24,1	24,1	23,6	22,7	21,6	20,6	20,9	21,7	23,1	0	24,2	22,77
38	82887	Floresta	PE	-08 36	-38 34	309,73	27,8	27,1	26,9	26,3	25	23,9	23,2	24,1	25,8	27,9	28,6	28,2	26,2
39	82893	Garanhuns	PE	-08 53	-36 31	822,76	22	22	21,9	21,4	20,3	19,2	18,4	18,4	19,3	20,8	21,7	21,9	20,6
40	82892	Pesqueira	PE	-08 24	-36 46	639	24,4	24,1	24	23,2	22	20,8	20,2	20,4	21,7	23,2	24,1	24,2	22,7
41	82983	Petrolina	PE	-09 22	-40 28	370,46	27,2	26,8	27,1	26,2	25,5	24,5	24,1	24,7	26,2	27,7	28,2	27,6	26,3
42	82900	Recife (Curado)	PE	-08 03	-34 57	10	26,5	26,5	26,4	25,9	25,2	24,5	23,9	23,9	24,6	25,5	26,1	26,4	25,5
43	82797	Surubim	PE	-07 50	-35 43	418,32	24,8	24,9	24,6	24,3	23,3	22,3	21,6	21,9	22,7	23,8	24,4	24,7	23,6
44	82789	Triunfo	PE	-07 49	-38 07	1105	22,6	21,9	21,5	21	20,1	19	18,4	19,2	20,8	22,5	23,1	23	21,1
45	82975	Bom Jesus do Piauí	PI	-09 06	-44 07	331,74	25,4	25,3	25,5	25,6	25,8	25,5	25,6	27	28,5	27,7	26,2	26	26,2
46	82678	Floriano	PI	-06 46	-43 01	123,27	25,5	25,5	25,6	25,9	26	25,9	26,5	27,7	29,1	28,5	27,2	26,5	26,7
47	82780	Picos	PI	-07 02	-41 29	207,93	26,7	26,1	25,8	26,1	26,2	26	26	27,1	28,9	29,7	29,2	27,8	27,1
48	82578	Teresina	PI	-05 05	-42 49	74,36	26,7	26,1	26,1	26,2	26,4	26,1	26,2	26,8	28,8	29,3	28,8	28,1	27,1
49	82590	Apodi	RN	-05 37	-37 49	150	28,1	27,3	26,4	26,8	26,3	26,2	26	26,7	27,3	27,9	28	27,9	27,1
50	82596	Ceara Mirim	RN	-05 39	-35 39	61,35	26,4	26,3	26,1	25,9	25,3	24,5	23,8	23,8	24,3	25	25,6	25,8	25,2
51	82693	Cruzeta	RN	-06 26	-36 35	226,46	28,2	27,5	27,1	26,4	26	25,6	25,4	25,9	26,9	27,7	27,9	28,2	26,9
52	82691	Florânia	RN	-06 07	-36 49	324,45	27,1	26,4	25,8	25,6	25,2	24,6	24,3	24,9	25,9	26,8	26,8	27,2	25,9
53	82594	Macau	RN	-05 07	-36 46	3,43	27,4	27,3	27	27,1	27	26,3	25,9	26,2	26,6	26,5	26,9	27,2	26,8
54	82598	Natal	RN	-05 55	-35 12	48,6	27	27,2	27	26,6	26	24,9	24,3	24,3	25,1	26	26,4	26,7	26
55	83096	Aracaju	SE	-10 57	-37 03	4,72	27	27,1	27,1	26,7	26	25,1	24,4	24,4	25	25,9	26,3	26,6	26
56	83195	Itabaianinha	SE	-11 07	-37 49	208	25,3	25,4	25,3	24,7	23,8	22,5	21,8	21,7	22,5	23,8	24,7	25	23,9
57	83097	Propriá	SE	-10 12	-36 52	19,92	27,1	27,1	26,9	26,2	25	23,8	22,9	22,9	23,8	25,3	26,5	26,9	25,4

Fonte: INMET, 2017. Elaborado pelo autor, 2018.

APÊNDICE C - SÍNTESE SOBRE A EVOLUÇÃO GEOLÓGICA DA PROVÍNCIA BORBOREMA, VÁRIOS AUTORES

Fonte (Geologia)	Caracterização	Arcabouço geotectônico e litológico	Dados disponíveis	Escala temporal	Fonte
Almeida et. al. (1966)	Área Caririana (Antiga denominação) Almeida (2005); Orogênese Brasileira, então chamada Caririana no Nordeste, adaptam-se a uma isócronia de 640 Ma que também comporta valores representando a orogênese Pan-Africana obtidos em amostras da Nigéria. Almeida (2005	Granitos sinorogênicos tipo Conceição (granodioritos e tonalitos) e Itaporanga (granitos ricos em fenocristais de microclina); granitos tardiorogênicos tipo Itapetim (granitos de granulação fina tardiorogênicos, de dimensões modestas e diques) e Catingueira (granitos peralcalinos, quartzo	Geocronologia : datação radiométrica em (k-Ar e Rb-Sr); Amostras da Nigéria.	Fração nordeste da América do Sul; Brasiliano/Panafrican o (700 a 450 Ma)	Brito Neves et. al. (2003); Neto, 2004; Turquato & Cordani (1981); Medeiros (2004); Almeida (2005

		sienitos e sienitos); granitos pósorogênicos (granito a biotita da Serra da Meruoca); granito anorogênico (cretácico) do Cabo de Santo Agostinho.			
Almeida et. al. (1968, 1976); Brito Neves (1975)	Divisão do território em 10 províncias; Litologia:	Volumoso plutonismo granitoide e as importantes zonas de cisalhamento de idade neoproterozóicas/ Brasiliana; Levaram os autores a considerar que o evento Brasiliano/Panafricano estaria superposto a ciclos orogênicos mais	As determinações georológicas s disponíveis na época (K-Ar e Rb-Sr);	Fração nordeste da America do Sul; Neoproterozóico: Brasiliano/Panafrican o (700 a 450 Ma)	Almeida et.al. (1968) e Brito Neves (1975)

		antigos (principalmente o Transamazônico), em alguns setores da província. (por exemplo nos maciços medianos)			
Schobbenha us et. al. (1984)	Divisão do território nacional em regiões, sistemas e faixas de dobramentos associada a orogênese Brasileira, e crátons correlatos.	A Província Borborema limita-se a sul com o Cráton São Francisco (este apresentando um embasamento consolidado em tempos pré-brasileiros); a oeste, é recoberta por sedimentos fanerozoicos da Bacia do Parnaíba, enquanto que os demais limites	Idem?	Fração nordeste da América do Sul; Tempos Pré-cambrianos 900 Ma a tempos do Mesozóico/Cretáceo 65 Ma;	Winge, M. et. al. 2001 – 2017 ; Schobbenha us et. al. (1984)

		são delineados pelos sedimentos das bacias costeiras e interiores do Nordeste brasileiro, implantadas no Mesozóico (bacias Potiguar, Pernambuco-Paraíba e Sergipe-Alagoas; a Bacia de Tucano-Jatobá recorta o limite da província com o Cráton São Francisco). Limite sul da fração nordeste da América do Sul, Cráton de São Francisco (Pré-brasiliano) (Proterozóico) de			
--	--	---	--	--	--

		Tafrogênese Neoproterozóica/Toni- na (regime extensional com formação de rifes) entre ~950 Ma e 800 Ma e termina entre 510 Ma e 490. Ma com o colapso dos orógenos e transição para um novo regime extensional. O climax orogênico, entre 670 Ma e 550 Ma, está associado a intenso tectonismo, metamorfismo de alto grau e expressiva granitogênese; Limite oeste: Bacia do Parnaíba			
--	--	--	--	--	--

		(Fanerozóico +/- 150 Mi até o presente). Demais limites: bacias costeiras e interiores: Potiguar, Pernambuco-Paraíba e Sergipe-Alagoas; a Bacia de Tucano-Jatobá que recorta o limite da província com o Cráton São Francisco (Mesozóico/cretáceo 145 Mi a 65 Mi).			
Brito Neves (1975, 1983), Almeida e/ al. (1976), Santos &	Organizaram a Província Borborema em Faixa de Dobramentos Nordeste Subdividiram em domínios estruturais; Sergipano;	Subdividiram a Província Borborema em vários segmentos, englobando faixas dobradas (ou faixas de	Destaca-se aqui que o termo domínio, utilizado por aqueles	Fração nordeste da América do Sul; Neoproterozóico: Brasileiro/Panafrican o (700 a 450 Mi)	Brito Neves (1975, 1983), Almeida e/ al. (1976), Santos &

Brito Neves (19M) e Santos et al. (1984),	Extremo nordeste; Transnordestino; Cearense e Médio Coreau. Dentro destes, localiza os Cratons de São Luiz e do São Francisco e os Maciços Santa Quitéria, Rio Piranhas e Pernambuco-Alagoas	supracrustais), regiões com predominância de metassedimentos emetavulcânicas proterozóicas e maciços medianos (exposições do embasamento gnáissioo---migmatito, de idade arqueana a paleoproterozóica).	autores, não estava embasado no modelo de terreno.		Brito Neves (19M) e Santos et al. (1984),
Davison & Santos (1989)			Descartaram este modelo pela escassez de dados eocronológicos, grau de aloctonia dos		

			cisalhamentos , etc		
Jardim de Sá (1984, 1988, 1994) Jardim de á et. al (1990, 1992); Caby et al. (1991)	Ocorrência de faixas supracrustais monocíclicas ou poliúclicas; Monocíclicas: apenas aquelas afetadas pela orogênese Brasiliana/Panafricana Policíclicas: aquelas afetadas pela orogênese Pré-Brasiliana, Transamazônica ou Cariris Velhos/Kibariana	Evolução orogênica: esboçou um zoneamento geotectônico em faixas de metasupracrustais e domínios geologicamente mais complexos, corroborando ou aperfeiçoando propostas prévias. Delimitado pelos grandes lineamentos (zonas de cisalhamento) brasileiros de trend E-	*Caby et. al (1991)	700 a 750 Mi	, Jardim de Sá (1994); Ebert (1962)

		W. Patos e Pernambuco tomou um conceito original de o denominado Domínio da Zona Transversal, no qual se localiza a maior parte da área abordada nesta Dissertação.			
Jardim de Sá (1988 e 1994) e Caby et. al. (1991)	Composição de Faixa Fanerozoica; Faixa sergipana com cobertura Pericratônica Neoproterozoica; Supracrustais monocíclicas Brasileiras (meso a neoproterozoicas); Supracrustais com evolução policíclicas (paleo a mesoproterozoicas, com			Áreas afetadas apenas pela orogênese Brasileira/Panafricana (Monocíclicas); Áreas afetadas também pela orogênese pré-Brasileira, ransamazônica ou Cariris Velhos	

	retrabalhamento Brasileiro, Faixa seridó, Faixa Salgueiro-Cachoeirinha, Domínio da Zona Transversal, Faixa Riacho do pontal: Embasamento Guinaisseco-migmatítico policíclico(arqueano a paleoproterozóico			/Kibariana(policíclicas	
Santos & Brito Neves (1993), Campos Neto et al. (1994), Jardim de Sá (1994), Santos et. al. (1994), Santos		Admitiram ou reforçaram a ocorrência de um evento orogênico designado de Cariris Velhos (1,0 Ga), equivalente ao Kabariano na África.	Determinações radiométricas: U-Pb e Rb-Sr; Idades modelo Sm- ND	Zona Transversal	Santos & Brito Neves (1993), Campos Neto et al. (1994), Jardim de Sá (1994), Santos et. al. (1994), Santos (1995), Van

(1995), Van Schmus et al. (1995), Santos & Medeiros (1998, 1999), Kozuch (2003), dentre outros (ver também Lima et al. 1985).					Schmus et al. (1995), Santos & Medeiros (1998, 1999), Kozuch (2003), dentre outros (ver também Lima et al. 1985).
Jardim de Sá et al. (1997) e Campelo (1999)	caracterizaram a ocorrência de lineamentos gravimétricos na porção a norte do Lineamento Patos, os quais, podem indicar possíveis suturas e limites de terrenos, na referida região. Sugeriram a	Em parte coincidentes, ou não, com outros modelos de definição de terrenos, aqui referidos.	Um grande volume de dados gravimétricos foi obtido na porção setentrional da	Porção a norte do Lineamento Patos; Porção setentrional (norte do Lineamento Patos) nos Terrenos Noroeste do Ceará, Ceará Central, Tauá,	

	divisão da porção setentrional da Província Borborema (norte do Lineamento Patos) nos Terrenos Noroeste do Ceará, Ceará Central, Tauá, Orós-Jaguaribe, Seridó e São José do Campestre.	Nas últimas décadas interpretados por Moreira et al. (1989). Lins et. al. (1993) e Castro et al. (1991. 1998); Juntamente com os dados geológicos, estruturais e isotópicos disponíveis; avaliaram as feições geotógicas e gravimétricas associadas às principais zonas de cisalhamento no setor estudado.	Província Borborema (norte do lineamento Patos).	Orós-Jaguaribe, Seridó e São José do Campestre.	
Jardim de Sá et al. (1992)	Retomam o modelo de terrenos sugerindo existência de Terrenos alóctones no	na porção norte da Faixa Sergipana, as sequências de arco	Geotectônica:	Principalmente nas faixas Sergipana, Riacho do Pontal e	

e Jardim de Sá (1994)	âmbito da Província Borborema; Ocorrência de prováveis suturas no Domínio da Zona Transversal; Esboço eológioc/tectônico: presença de supracrustais neoproterozóicas e mesoproterozóicas, dispostas respectivamente a sul e norte da suposta sutura, sendo ela demarcada por vulcânicas básicas (Monte orebe) e rochas ultrabásicas. Jardim de Sá et al. (1992), Jardim de Sá (1994); Suturas proterozóicas, principalmente com base na presença de pares de anomalias gravimétricas (Rander al. 1980); rochas máficas eclogíticas (Beurlen &	magmático da região de Ganirdé do São Francisco (estudadas e caracterizadas por Bezerra et al. (1991 e Bezerra 1992), e o espessamento crustal delineado por dados gravimétricos (Rand et al. (1980) e Santos & Souza 1988), são indicativos favoráveis para o modelo de terrenos. Nesse contexto, Jardim de Sá et. al. (1992) sugeriram a presença de uma sutura na porção norte da Faixa Sergipana,	Bezerra et al. (1991 e Bezerra 1992); Dados gravimétricos: (Rand et al. (1980) e Santos & Souza 1988; Anomalias Bouger positivas nesta área (Mascarenhas & Sá 1982);	Nordeste do Ceará (Médio Coreaú). Estes autores; Também propuseram a ocorrência de prováveis suturas no Domínio da Zona Transversal (Figura 2.8), delimitando terrenos alóctones no interior desse domínio.	
-----------------------	--	--	---	--	--

	Vittaroel 1990; Beurlen et al. 1990, 1991)	demarcada pelas unidades de arco magmático ali caracterizadas (região dos complexos Canindé do São Francisco e Maraocó). Faixa Riacho do Pontal: provável ocorrência de stlturas (Braasilianas), Devido a uma Faixa de anomalias Bouger positivas nesta área (Mascarenhas & Sá 1982), a qual pode estar delineando uma sutura, o que é também reforçado pela presença de			
--	--	--	--	--	--

		supracrustais neoproterozóicas e mesoproterozóicas, dispostas respectivamente a sul e norte da suposta sutura, sendo ela demarcada por vulcânicas básicas (Monte Orebe) e rochas ultrabásicas. Domínio da Zona Transversal: prováveis regiões para a localização de suturas proterozóicas, principalmente com base na presença de pares de anomalias gravimétricas (Rander			
--	--	---	--	--	--

		al. 1980), rochas máficas eclogíticas (Beurlen & Vlttaruel 1990; Beurlen et al. 1990, 1991) e importantes zonas de cisalhamentos separando unidades geológicas contrastantes. A porção nordeste do Ceará como um terreno, comparando esta região com a faixa marginalleste ao Cráton Oeste da África (Faixa Dahomey), onde são descritas suturas/terrenos proterozóicos. O			
--	--	---	--	--	--

		lineamento Transbrasiliano/Zona de cisalhamento Sobral-Pedro II constitui um candidato natural para o limite deste terreno o Domínio Ceará Central.			
Santos (1995, 1996, 1999, 2000) e Santos et. al. (1997, 1999)	Efetuaram uma análise de terrenos para toda a Província Borborema incluindo o reconhecimento de terrenos de afinidade oceânica e a caracterização, no Domínio da Zona Transversal, de um evento colisional de idade meso-neoproterozoca (Cariris Velhos/kabariano), retrabalhado durante	Existência dos Domínios (superterrenos) Externo, Transversal, Rio Grande do Norte, Cearense e Médio Coreau, os quais seriam separados entre si por limites litosféricos marcantes. Neste modelo, o	Baseados nos dados Mapas geológicos, litogeoquímico s e geocronológic os	Domínios (superterrenos) Externo, Transversal, Rio Grande do Norte, Cearense e Médio Coreau	

	Neoproterozóico (Brasilano/Panafricano). Conforme já ressanado por Santos (2000). O mecanismo da colagem de terrenos da Província Borborema requer estudos adicionais, entretanto ao sul do Lineamento Patos. aquele autor admite que o evento Cariris Velhos tenha envolvido episódios de acreção juvenil, subducção e colisão.	lineamento Patos representaria um limite de primeira ordem, dividindo a Província Borborema em dois segmentos distintos, a norte e a sul do lineamento. O segmento norte seria constituído por uma grande contribuição de embasamento arqueano e paleoproterozóico, enquanto que no segmento sul predominam terrenos meso e neoproterozóico.			
--	---	---	--	--	--

Jardim de Sá et al. (1997) e Campelo (1999)	Caracterizaram a ocorrência de lineamentos gravimétricos na porção a norte do Lineamento Patos, os quais, podem indicar possíveis suturas e limites de terrenos, na referida região; Sugeriram a divisão da porção setentrional da Província Borborema (norte do Lineamento Patos) nos Terrenos Noroeste do Ceará, Ceará Central, Tauá, Orós-Jaguaribe, Seridó e São José do Campestre em parte coincidentes, ou não, com outros modelos de definição de terrenos, aqui referidos		Dados gravimétricos foi obtido na porção setentrional da Província Borborema (norte do lineamento Patos Moreira et al. (1989). Lins et. al. (1993) e Castro et al. (1991. 1998); juntamente com os dados geológicos, estruturais e isotópicos	Porção a norte do Lineamento Patos; Porção Setentrional da Província Borborema (norte do Lineamento Patos) nos Terrenos Noroeste do Ceará, Ceará Central, Tauá, Orós-Jaguaribe, Seridó e São José do Campestre.	
---	---	--	---	---	--

Bitar (1998), Mariano et al. (1999), Neves et al. (2000), Neves (2002), Silva et al. (2003),	hipótese alternativa, considerando um contexto anorogênico/rifte para o evento Cariris Velhos, onde algumas feições atribuídas a estes ciclos são consideradas, como de um evento mais jovem (brasiliiano?)			Zona Transveersal	
Jardim de Sá et. al. (1994), Jardim de Sá (1994); Santos e Brito Neves (1993), Campos Neto et. al. (1994), Santos et. al. (1994),	Província delimitada pelos grandes lineamentos (Zona de cisalhamento) Brasilanos de Trend E-W, Patos e Pernambuco	Estruturação Brasiliiana; Jardim de Sá esboçou o zoneamento geotectônico em faixas metasupracrustais e Domínios geologicamente mais complexos; retoma o conceito de Rebert (1962)	Dados radiométrico (U-PB e Rb-Sr), idades modelos Sm-Nd.	Zona transversal	

Santos (1995), Van Schmus et. al.(1995), Santos e Medeiros (1998, 1999), Kasuch (2003)		denominado de Domínio da Zona Transversal. Demais autores confirmam a ocorrência de um evento designado de Cariris Velhos (Ca. 1,0 GA) equivalente ao Kibariano na África.			
--	--	--	--	--	--