

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
DOUTORADO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE**

LUCIVÂNIO JATOBÁ

**ANÁLISE DIALÉTICO-MATERIALISTA DA ESTRUTURAÇÃO
NATURAL DAS PAISAGENS CONTIDAS NA PORÇÃO CENTRO-
ORIENTAL DE PERNAMBUCO**

RECIFE

2017

LUCIVÂNIO JATOBÁ

**ANÁLISE DIALÉTICO-MATERIALISTA DA ESTRUTURAÇÃO
NATURAL DAS PAISAGENS CONTIDAS NA PORÇÃO CENTRO-
ORIENTAL DE PERNAMBUCO**

Tese apresentada ao Curso de Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente, da Associação em Rede Plena (UFC, UFPI, UFRN, UFPB, UFPE, UFS, UESC), como requisito para a obtenção do título de Doutor em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Orientadora: Profa. Dra. Josiclêda Domiciano Galvêncio

RECIFE

2017

Catálogo na fonte
Bibliotecário Rodrigo Fernando Galvão de Siqueira, CRB4-1689

J39a Jatobá, Lucivânio.
 Análise dialético-materialista da estruturação natural das paisagens contidas na
 porção Centro-oriental de Pernambuco / Lucivânio Jatobá. - 2017.
 246 f. : il. ; 30 cm.

 Orientadora: Prof^a. Dr^a. Josiclêda Domiciano Galvínio.
 Tese (doutorado) - Universidade Federal de Pernambuco, CFCH.
 Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Recife, 2017.
 Inclui referências.

 1. Gestão ambiental. 2. Dialética. 3. Materialismo dialético. 4. Paisagens -
 Proteção. 5. Todo e partes (Filosofia). I. Galvínio, Josiclêda Domiciano
 (Orientadora). II. Título

363.7 CDD (22. ed.)

UFPE (BCFCH2018-067)

LUCIVÂNIO JATOBÁ

**ANÁLISE DIALÉTICO-MATERIALISTA DA ESTRUTURAÇÃO
NATURAL DAS PAISAGENS CONTIDAS NA PORÇÃO CENTRO-
ORIENTAL DE PERNAMBUCO**

Tese apresentada ao Colegiado do Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente, da Associação em Rede Plena (UFC, UFPI, UFRN, UFPB, UFPE, UFS, UESC) como requisito para a obtenção do título de Doutor em Desenvolvimento e Meio Ambiente aprovada em sessão pública de defesa realizada neste dia.

Recife, 14 de março de 2017

Prof^a. Dr^a. Josiclêda Domiciano Galvínio
Presidente da mesa (PRODEMA / UFPE)

Prof^a. Dr^a. Edvânia Torres Aguiar Gomes
Examinadora Interna (PRODEMA / UFPE)

Prof^o. Dr^o. Edson Vicente da Silva
Examinador Externo (PRODEMA / UFC)

Prof. Dr. Hernani Loebler Campos
Examinador Interno (DCG/UFPE)

Prof^a. Dra. Werônica Meira de Souza
Examinadora Externa (Prodema / UFRPE)

Dedico este trabalho aos professores do Departamento de Ciências Geográficas da UFPE que na década de 1970 forneceram-me as noções fundamentais importantes para a compreensão da estruturação das paisagens: Gilberto Osório de Andrade (In Memoriam), Mário Lacerda de Melo (In Memoriam), Manoel Correia de Andrade (In Memoriam), Antônio Vieira Neto (In Memoriam), Romildo Ferreira de Carvalho (In Memoriam), Cláudio de Castro, Carlos José Caldas Lins e Rachel Caldas Lins.

Aos meus amigos de juventude que nas décadas de 1960 e 1970, participaram clandestinamente de grupos de estudo nos quais buscávamos entender o Materialismo Dialético: Almir Custódio de Lima (In Memoriam), Ezequias Bezerra da Rocha (In Memoriam), Edgardo Bezerra da Rocha (In Memoriam), Marcus Valença (In Memoriam), Mário “Sapo” (In Memoriam), Carlos Soares, Wilson Albuquerque e João Bosco.

Aos meus pais, Emídio Estanislau de Oliveira e Maria Cesarina Jatobá (In Memoriam) que me ensinaram, além dos conceitos elementares sobre a dinâmica da natureza, a ter amor à Pátria e honestidade, acima de qualquer coisa.

AGRADECIMENTOS

A professora Dra. Josiclêda Domiciano Galvêncio, pela amizade, orientação e estímulo durante a redação da tese;

A Alineaurea Florentino Silva, pelo carinho, dedicação e ajuda, sobretudo nos trabalhos de campo e na formatação da tese, um agradecimento especial;

Aos professores Drs. Edson Vicente da Silva, Edvânia Torres, Maria do Socorro Araújo e Hernani Loebler, pelo apoio e paciência;

Aos meus familiares, especialmente Elvânio Jatobá e Luciano Jatobá por suportarem minhas idiossincrasias;

A Carlos Henrique Jatobá, meu filho querido, e a Vinicius Jatobá, meu netinho que me desarruma de alegria;

As forças que trabalham a terra atacam-na na contextura íntima e na superfície, sem intervalos na ação demolidora, substituindo-se com intercadência invariável nas duas estações únicas da região.

Euclides da Cunha

RESUMO

O presente trabalho analisa a estruturação natural de paisagens sob a ótica filosófica. Objetivou aplicar o Materialismo Dialético para explicar a estruturação e a dinâmica de paisagens no tempo e no espaço e servir como material didático voltado ao ensino de Ciências Ambientais e de Geografia Física. Para a realização da pesquisa, foi utilizado o método dialético-materialista, aplicando-se as leis e as categorias filosóficas da Dialética Marxista para interpretar a elaboração e o desenvolvimento das paisagens naturais, que antecederam a existência humana. Utilizaram-se materiais cartográficos, como imagens de satélites meteorológicos, Imagens SRTM, cartas imagens de radar, mapas geológicos e cartas topográficas de Pernambuco em escalas diversas, além de dados térmicos e pluviométricos obtidos da APAC e tratados no programa CLIMAP. A pesquisa ocorreu em duas fases distintas, mas interligadas. A fase de gabinete consistiu de uma ampla análise dos fundamentos do Materialismo Dialético, enquanto Filosofia e Método. Seguiu-se a essa fase um trabalho de campo para examinar paisagens reais contidas nas Regiões de Desenvolvimento de Pernambuco Metropolitana, Mata Norte, Mata Sul e Agreste Central e gerar registros fotográficos de paisagens e constatação de fatos naturais e processos investigados. A preocupação central do trabalho foi propiciar uma visão filosófica da natureza, especialmente sobre o desenvolvimento de paisagens naturais, com os subsídios mais modernos da informática e da Cartografia. A tese foi dividida em duas grandes partes. A primeira, de natureza geral, voltou-se para os fundamentos teóricos do Materialismo Dialético e as explicações dos elementos físico-geográficos que compõem as paisagens. A segunda tratou da estruturação natural das paisagens e da identificação e caracterização dos Geossistemas contidos especificamente na área investigada e dos problemas ambientais neles existentes. A pesquisa permitiu concluir que o Materialismo Dialético constitui um instrumento teórico que colabora bastante para a compreensão da totalidade dialética e da dinâmica das paisagens.

Palavras-chave: Conexões dialéticas. Categorias filosóficas do materialismo dialético. Totalidade dialética. Paisagens naturais. Geossistemas.

ABSTRACT

The present work analyzes the natural structuring of landscapes in a philosophical perspective. It aimed to apply the Materialism Dialectic to explain the structure and dynamics of landscapes in time and space and serve as didactic material for the teaching of Environmental Sciences and Physical Geography. In order to perform the current study, the dialectical-materialist method was used, applying the laws and philosophical categories of the Marxist Dialectic to interpret the create and the development of the natural landscapes that prior to the human existence. Cartographic materials, such as meteorological satellites, SRTM images, radar charts, geological maps and topographic maps of Pernambuco were used in several scales, as well as thermal and pluviometric data obtained from APAC and treated in the CLIMAP program. The research took place in two distinct but inter-related stages. The office phase consisted of a broad analysis of the Dialectical Materialism as Philosophy and Method foundations. This phase was followed by a field work to examine real landscapes contained in the Metropolitan Pernambuco, Mata Norte, Mata Sul and Agreste Central Development Regions, and to generate photographic records of landscapes and verification of natural events and investigated processes. The main concern of the work was to provide a philosophical view of nature, especially on the development of natural landscapes, with the most modern subsidies of computer science and cartography. The thesis was split into two major parts. The first, of a general nature, turned to the theoretical foundations of Dialectical Materialism and the explanations of the physical-geographic elements that compose the landscapes. The second dealt with the natural structuring of the landscapes and the identification and characterization of the geosystems contained specifically in the area investigated and the environmental problems in them. The research allowed to conclude that the Dialectical Materialism constitutes a theoretical instrument that contributes enough for the understanding of dialectical totality and the dynamics of the landscapes.

Key-Words: Dialectical connections. Philosophical categories of dialectical materialism. Dialectics of nature. Natural landscapes. Geosystems.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Mapa esquemático da localização da área estudada	22
Figura 2 -	Roteiros dos trabalhos de campo	36
Figura 3 -	Esquema das relações entre leis gerais, categorias filosóficas, teoria do conhecimento e a elaboração de princípios, segundo o Materialismo Dialético	51
Figura 4 -	A luta de contrários entre as forças que agem na esculturação de uma vertente	70
Figura 5 -	Diáclases em terrenos graníticos	72
Figura 6 -	Vertente instável em maciço residual.	75
Figura 7 -	Desnudação de maciço	76
Figura 8 -	Cicatrizes deixadas nas vertentes por ocasião de um evento climático extremo	78
Figura 9 -	A dinâmica da formação de terraços fluviais	80
Figura 10 -	Cadeia conceitual da análise dialético-materialista da dinâmica dos terraços fluviais	81
Figura 11 -	Fases de desenvolvimento do relevo de uma região de estrutura complexa	92
Figura 12 -	Nuvens cúmulos de bom tempo sobre o vale do rio Goiana-PE	95
Figura 13 -	Complexos Convectivos de Mesoescala	95
Figura 14 -	Vórtice Ciclônico da Atmosfera Superior (VCAS)	96
Figura 15 -	Representação esquemática da relação Terra – Sol	97
Figura 16 -	O balanço energético da Terra	98
Figura 17 -	Nuvem do tipo cúmulos	101
Figura 18 -	A representação cartográfica da corrente fria de Benguela	104
Figura 19 -	As relações dialéticas entre os fatores e os processos da pedogênese	110
Figura 20 -	Representação esquemática da gênese e evolução de um solo e a explicação dialético-materialista	111
Figura 21 -	Latossolo desenvolvido em mancha de terrenos do Grupo Barreiras	113
Figura 22 -	Perfil de um Argissolo	114

Figura 23 - Representação esquemática da localização de um Neossolo Flúvico	116
Figura 24 - Movimentação das bases em um solo florestal nos trópicos úmidos	118
Figura 25 - Classificação dos recursos hídricos	121
Figura 26 - Relações entre o mergulho de camadas rochosas e a circulação subterrânea das águas	124
Figura 27 - Velocidade de infiltração e infiltração acumulada em função do tempo para terreno inicialmente úmido ou inicialmente seco	124
Figura 28 - A infiltração das águas e a categoria Tempo	125
Figura 29 - Principais tipos de padrões de drenagem	128
Figura 30 - Ambientes de deposição das formações Cabo e Estivas	139
Figura 31 - Mapa de fácies da Sub-bacia Cabo e as falhas geológicas	140
Figura 32 - Síntese da estruturação estratigráfica da Faixa Sedimentar Norte de Pernambuco	142
Figura 33 - Relações entre epirogênese e a elaboração de superfícies de erosão	146
Figura 34 - A porção continental da placa Sulamericana	148
Figura 35 - Lineamento Pernambuco	152
Figura 36 - Lineamento Pernambuco e falhamentos secundários oblíquos	153
Figura 37 - Escarpa de falha no município de Caruaru-PE, RD Agreste Central	153
Figura 38 - Rede de falhas nas RDs Agreste Central, Mata Norte e Mata Sul	154
Figura 39 - Relações entre a litomassa e a compartimentação do relevo nos municípios de Caruaru, Belo Jardim e Brejo da Madre de Deus	156
Figura 40 - Paisagens mamelonizadas desenvolvidas em terrenos graníticos pré-cambrianos ao sul de Vitória de Santo Antão, RD Mata Sul	158
Figura 41 - Áreas de mamelonização extensiva na RD Mata Sul	159
Figura 42 - Fases da evolução das colinas da RD Mata Sul	161
Figura 43 - Fase de grota da evolução das colinas no domínio do mar de morros. Vitória de Santo Antão, RD Mata Sul	162

Figura 44 - Fase de Colo da evolução das colinas no Domínio do mar de morros. Vitória de Santo Antão, RD Mata Sul	163
Figura 45 - Distribuição espacial dos Tabuleiros Costeiros e da Planície Costeira nas RDs Metropolitana e Mata Norte	164
Figura 46 - Radiação solar média anual sobre o Nordeste brasileiro	167
Figura 47 - Atividade solar entre os anos 1995 e 2015	169
Figura 48 - Variação mensal do número relativo de manchas solares, do fluxo solar e do fluxo de Raios Cósmicos Galacticos em Climax, Colorado	170
Figura 49 - Correlação entre Raios Cósmicos Galácticos e a temperatura da Troposfera	172
Figura 50 - Fluxos de alísios de SE e de NE	175
Figura 51 - Superfície da Borborema	178
Figura 52 - Mapa das massas de ar da América do Sul	179
Figura 53 - Zonas climáticas da América do Sul, África e Oriente Médio, segundo a classificação de Koppen	180
Figura 54 - Dinâmica atmosférica do Atlântico Sul tendo como centro propulsor o anticiclone semifixo do Atlântico Sul	181
Figura 55 - Representação esquemática da camada de inversão dos alísios (massa TK) sobre o Atlântico Sul e os desertos de Kalahari e da Namíbia	183
Figura 56 - Altitude da base da camada de inversão dos alísios	184
Figura 57 - A projeção do ar estável e seco sobre o Nordeste brasileiro	185
Figura 58 - Precipitação média anual de Petrolina-PE no período compreendido entre 1961 a 2014	187
Figura 59 - Influência dos compartimentos de relevo na altitude da camada de inversão dos alísios no Nordeste brasileiro	188
Figura 60 - Algumas áreas do Nordeste do Brasil consideradas de “sombra de chuva”	188
Figura 61 - Correlação entre a camada de inversão dos alísios e a umidade relativa do ar sobre a parte ocidental da Namíbia	189

Figura 62 - Hipsometria e disposição dos vales fluviais na porção centro-oriental de Pernambuco	191
Figura 63 - Fluxos dos alísios de sudeste agindo sobre a porção o Nordeste brasileiro	192
Figura 64 - Pluviometria de Paudalho (PE) no período de 1966 e 2013	193
Figura 65 - Pluviometria de Caruaru (PE) no período de 1966 a 2013	194
Figura 66 - Faixas de precipitação média em Pernambuco	195
Figura 67 - Onda de leste sobre a Zona da Mata e Agreste pernambucanos	197
Figura 68 - Bacias mais fortemente atingidas pelo evento extremo de chuvas de 17 de junho de 2010	197
Figura 69 - Ampla destruição provocada pela enchente do rio Una, em Barreiros (PE)	198
Figura 70 - Imagem da destruição após a enchente em Água Preta (PE), em 17 de junho 2010	198
Figura 71 - A Zona de Convergência Intertropical	199
Figura 72 - Os fluxos dos alísios e a Zona de Convergência Intertropical	200
Figura 73 - Vórtice Ciclônico de Ar Superior (VCAS)	201
Figura 74 - Seção vertical transversal através do sistema de vórtice ciclônico	202
Figura 75 - Esquema representativo da formação da Frente Polar Atlântica (FPA)	203
Figura 76 - Tipos climáticos de Pernambuco, segundo a classificação de Thornthwaite e Mather	206
Figura 77 - Representação esquemática das conexões dialéticas entre os diversos componentes naturais de um geossistema	209
Figura 78 - Esquema representativo do estudo do Geossistema, segundo Bertrand	211
Figura 79 - Os Geossistemas da área investigada	213
Figura 80 - Geossistema dos Tabuleiros Sedimentares	214
Figura 81 - Retalhos da superfície de erosão no Cristalino Setentrional, a oeste da cidade de Timbaúba (PE)	218
Figura 82 - Chãs dissecadas no Geossistema do Cristalino Setentrional	219

Figura 83 -	Visualização da extensa área de destruição da Floresta Latifoliada Sub-perenifólia entre Rio Formoso e Tamandaré (PE)	222
Figura 84 -	Detalhe da destruição da Floresta Latifoliada Sub-Perenifólia nas imediações da cidade de Barreiros (PE), Mata Sul	222
Figura 85 -	Destruição extensiva cobertura vegetal em Vitória de Santo Antão (PE)	223
Figura 86 -	Nitossolo	224
Figura 87 -	Depressão Sertaneja no município de Gravatá e adjacências	226
Figura 88 -	A Depressão de Fazenda Nova (PE)	228
Figura 89 -	Maciço residual de Serra do Ororobá em Pesqueira (PE)	231
Figura 90 -	Maciço residual de Serra Negra, Bezerros (PE)	231

LISTA DE ABREVIATURAS

ATSM	Anomalias de Temperatura da Superfície Marinha
CCM	Complexo Convectivo de Mesoescala
FPA	Frente Polar Atlântica
IM	Índice de Umidade
RCI	raios cósmicos galácticos
RD	Região de Desenvolvimento
ROC	radiação de ondas curtas
ROL	radiação de ondas longas
SRTM	Shuttle Radar Topographic Mission
TA	Massa Tropical Atlântica
TK	Massa Tépidas Kalaariana
TP	Massa Tropical Pacífica
VCAS	Vórtice Ciclônico da Atmosfera Superior
ZCIT	Zona de Convergência Intertropical

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	19
2	ENCAMINHAMENTO METODOLÓGICO.....	29
2.1	A REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	29
2.2	TRABALHOS DE CAMPO.....	33
2.3	OS MATERIAIS EMPREGADOS.....	36
3	APLICAÇÕES DO MÉTODO DIALÉTICO-MATERIALISTA À ANÁLISE DOS ELEMENTOS NATURAIS DAS PAISAGENS.....	39
3.1	A DIALÉTICA E O MATERIALISMO DIALÉTICO.....	39
3.2	O MATERIALISMO DIALÉTICO E O AVANÇO DAS CIÊNCIAS GEOLÓGICAS E GEOGRÁFICAS.....	41
3.3	AS LEIS DA DIALÉTICA E A INTERPRETAÇÃO DOS ELEMENTOS FÍSICO-GEOGRÁFICOS DAS PAISAGENS.....	46
3.4	AS CATEGORIAS FILOSÓFICAS DO MATERIALISMO DIALÉTICO E A ANÁLISE DAS PAISAGENS.....	51
3.4.1	A Matéria.....	53
3.4.2	O Espaço e o Tempo.....	54
3.4.3	A Causa e o Efeito.....	57
3.4.4	O Fenômeno e a Essência.....	58
3.4.5	O Particular, o Singular e o Geral.....	59
3.4.6	Possibilidade e a Realidade.....	59
4	A INTERPRETAÇÃO DIALÉTICO-MATERIALISTA DA DINÂMICA GEOLÓGICA E GEOMORFOLÓGICA DAS PAISAGENS.....	61
4.1	A DIALÉTICA DA MORFOGÊNESE DO RELEVO TERRESTRE.....	61
4.2	A DINÂMICA DAS VERTENTES, INTERFLÚVIOS E TALVEGUES.....	68
4.3	A EROSÃO DOS INTERFLÚVIOS E VERTENTES.....	71
4.3.1	O balanço morfogenético da vertente.....	75
4.3.2	A dinâmica dos terraços fluviais.....	79

4.3.3	A dissecação linear e a degradação lateral das paisagens.....	81
4.4	AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS E A EVOLUÇÃO DO RELEVO.....	83
4.5	A GÊNESE E A EVOLUÇÃO DAS SUPERFÍCIES DE EROSÃO.....	89
5	A DIALÉTICA DO SISTEMA CLIMÁTICO.....	94
5.1	GENERALIDADES.....	94
5.2	O BALANÇO ENERGÉTICO.....	97
5.3	A EVAPORAÇÃO E A PRECIPITAÇÃO.....	99
5.4	A SITUAÇÃO CLIMÁTICA DO ANO DE 1989: UM EXEMPLO COMPARATIVO.....	104
6	A ANÁLISE DIALÉTICA DA DINÂMICA DOS SOLOS.....	108
6.1	A INTERPRETAÇÃO DIALÉTICO-MATERIALISTA DOS SOLOS.....	109
6.2	AS CONEXÕES DIALÉTICAS DE ALGUNS TIPOS DE SOLOS COM OS ELEMENTOS NATURAIS DAS PAISAGENS.....	112
6.2.1	Conexão litomassa – solo.....	112
6.2.2	Conexão relevo – solo.....	114
6.2.3	Conexão clima-solo.....	116
7	A ANÁLISE DIALÉTICA DA DINÂMICA DOS RECURSOS HÍDRICOS.....	120
7.1	GENERALIDADES.....	120
7.2	AS CONEXÕES DIALÉTICAS ENTRE A INFILTRAÇÃO DAS ÁGUAS NA BACIA HIDROGRÁFICA E AS CONDIÇÕES GEOLÓGICAS.....	122
7.3	A INTERPRETAÇÃO DIALÉTICO-MATERIALISTA DOS PADRÕES DE DRENAGEM.....	127
7.3.1	Padrão de drenagem dendrítico.....	130
7.3.2	Padrão de drenagem treliça.....	130
7.3.3	Padrão de drenagem radial.....	130
7.3.4	Padrão de drenagem retangular.....	130
7.3.5	Padrão de drenagem anular.....	131
7.3.6	Padrão de drenagem paralela.....	131
7.4	A CONEXÃO DIALÉTICA ENTRE OS REGIMES FLUVIAIS E OS ELEMENTOS NATURAIS DAS PAISAGENS.....	131

8	A ESTRUTURAÇÃO GEOLÓGICA E GEOMORFOLÓGICA DAS PAISAGENS DA PORÇÃO CENTRO-ORIENTAL DE PERNAMBUCO.....	135
8.1	OS TERRENOS CRIPTOZÓICOS.....	137
8.2	OS TERRENOS FANEROZÓICOS.....	138
8.2.1	A Faixa Vulcano-Sedimentar Sul de Pernambuco.....	138
8.2.2	A Faixa Sedimentar Norte de Pernambuco.....	141
8.2.3	Os terrenos quaternários.....	144
8.3	A MARGEM ATLÂNTICA DA PLACA SULAMERICANA.....	145
8.3.1	A Reativação Wealdeniana da Plataforma Brasileira e os efeitos sobre a Geologia e a Geomorfologia da parte centro-oriental de Pernambuco.....	147
8.4	OS CONDICIONANTES LITOLÓGICOS E TECTÔNICOS DA ESTRUTURAÇÃO GEOMORFOLÓGICA DAS PAISAGENS.....	155
9	DINÂMICA DAS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS DA ÁREA INVESTIGADA.....	166
9.1	A POSIÇÃO GEOGRÁFICA DO ESPAÇO INVESTIGADO E AS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS AMBIENTAIS.....	166
9.2	A CONEXÃO TERRA-SOL E AS SECAS EM PERNAMBUCO.....	168
9.3	A COMPLEXA CONEXÃO DIALÉTICA ENTRE OS CENTROS DE AÇÃO, O ATLÂNTICO SUL E AS PRECIPITAÇÕES PLUVIAIS EM PERNAMBUCO.	173
9.4	REVISITANDO ANTIGOS CONCEITOS DA CLIMATOLOGIA DO SEMIÁRIDO DO NORDESTE BRASILEIRO.....	176
9.5	A ESTRUTURA VERTICAL DOS ALÍSIOS DE SUDESTE, A CORRENTE DE BENGUELA E OS SEUS EFEITOS SOBRE AS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS DE PERNAMBUCO.....	182
9.6	A DISTRIBUIÇÃO DAS CHUVAS NO ESPAÇO INVESTIGADO.....	189
9.7	A TIPOLOGIA CLIMÁTICA.....	204
10	OS GEOSSISTEMAS DA ÁREA INVESTIGADA.....	208
10.1	OS FUNDAMENTOS DA ANÁLISE GEOECOLÓGICA DA PAISAGEM....	208
10.2	OS GEOSSISTEMAS.....	211
10.2.1	Geossistema dos Tabuleiros Sedimentares.....	214
10.2.2	Geossistema do Cristalino Setentrional.....	217

10.2.3	Geossistema do Cristalino Meridional.....	221
10.2.4	Geossistema da Depressão Sertaneja.....	225
11	CONCLUSÕES.....	234
	REFERÊNCIAS.....	237

1 INTRODUÇÃO

O tema

A paisagem é um dos temas que maior interesse desperta na análise geoambiental, particularmente nas ciências geográficas e nas ciências biológicas. Encerra uma complexa interação entre elementos abióticos, bióticos e antrópicos, como lembra Bolós (1992). Muitas investigações sobre paisagens já foram levadas a efeito, sobretudo pela Geografia Física.

O estudo das paisagens, a partir de um prisma geográfico e ecológico, tem sido realizado há décadas por diversos autores (ROUGERIE, 1969; BERTRAND, 1968, 1971, 1978, BEROUTCHACHVILI, 1978; TRICART E KILLIAN, 1982; BOLÓS, 1992 entre outros). Contudo, a paisagem e seus componentes, especialmente aqueles de ordem físico-geográfica, necessitam de uma investigação filosófica mais acurada, e, para tal, da aplicação de um método que permita uma análise da complexa interação entre os elementos definidores do ambiente. Esse método é a Dialética, e a filosofia, o Materialismo Dialético.

Mendonça (1992) assevera que, embora um bom número de especialistas venha tentando aplicar o método dialético às ciências da Terra e da natureza, esse método ainda não teve sucesso nos estudos de Geografia Física, particularmente no Brasil. Esse autor (1992) considera que a problemática básica do emprego da Dialética aos estudos da natureza reside na própria constituição deste método, fundamentado no processo de transformação social.

O Materialismo Dialético tem entre as suas fontes a natureza, além do estudo da história humana e as transformações produzidas no curso das diferentes épocas, e do pensamento (THALHEIMER, 1979). Mesmo tendo a natureza como uma das suas fontes, o Materialismo Dialético, pelo menos no Brasil, muito pouco foi empregado para explicar a dinâmica das paisagens, particularmente na questão dos aspectos físico-geográficos que as compõem, cuja história remonta à escala de milhões de anos. O mesmo não ocorreu no domínio das ciências humanas, sobretudo da História, da Sociologia, das Ciências Políticas e da Geografia Humana. Esse destaque dado à aplicação do método referido verificou-se, em especial, com a redemocratização do país, no final da década de 1970 e na década de 1980. Pouco

se escreveu ou se discutiu nos ambientes acadêmicos, no domínio das geociências e nas ciências ambientais, sobre o que Engels (1979) designou como “a Dialética da Natureza”.

O método dialético contribui sensivelmente para o estudo das paisagens geográficas (naturais e antropizadas), quando é empregado como instrumento para a interpretação da dinâmica das paisagens atuais e pretéritas. Pretéritas porque as paisagens que hoje são vislumbradas estão impregnadas de história e contêm uma herança de outras condições ambientais que variaram no tempo e no espaço, que são duas categorias filosóficas essenciais.

O estudo da dinâmica das paisagens naturais pressupõe um entendimento da própria estruturação destas, mas não se podem abstrair, dessa análise, as relações dialéticas entre as variáveis físico-geográficas e a sociedade, daí ser essa investigação algo de caráter eminentemente interdisciplinar. O método dialético evita a simples setorização dos elementos que compõem as paisagens, contidos numa colcha de retalhos de diversas ciências. O Materialismo Dialético, tomado como referência teórica para a análise geoambiental, é concebido como ciência das relações gerais que ocorrem na natureza. A natureza possui a sua própria história, no entanto os movimentos que compõem essa história, ou seja, os movimentos mecânicos, físicos, químicos ou biológicos excluem a determinação pela consciência e não comportam a perseguição de fins prefigurados (KONDER, 1966).

A abordagem desse tema nesta tese justifica-se a partir da conjugação de alguns fatos. De início, pode-se citar a relevância que possui a Filosofia para elucidar as transformações que se verificam na esfera geográfica, ou seja, no espaço bem delimitado onde estão confinadas outras esferas terrestres, tais como a Litosfera, a Atmosfera, a Hidrosfera, a Biosfera e a Antroposfera. Trata-se de um espaço extremamente complexo numa zona de interface entre meios tão diversos.

Os filósofos, desde a Antiguidade Clássica, buscam compreender a natureza e as transformações que se configuram na esfera geográfica. Além desse fato, vislumbrou-se a oportunidade de verticalizar a análise das relações entre o Materialismo Dialético e os estudos interdisciplinares na investigação da estruturação e da dinâmica das paisagens naturais modificadas pelas ações antrópicas. Some-se a isso a oportunidade de retomar a análise da natureza sob um novo contexto tecno-científico que vem suprir, de forma considerável, a lacuna existente na época dos primórdios do Materialismo Dialético, no século XIX.

A vivência durante décadas como professor do Ensino Médio, da Graduação e pós-graduação em Geografia permitiu ao autor constatar que boa parte dos docentes do Ensino Fundamental, do Ensino Médio e, inclusive, do Ensino Superior, com os quais manteve contatos profissionais, não conhece o Método Dialético-materialista e suas aplicações ao entendimento da dinâmica das paisagens. Esse fato acaba se transformando, involuntariamente, num óbice ao desenvolvimento de uma concepção científica de mundo, em especial entre os jovens. Isso também foi um dos motivos práticos que induziram o autor desenvolver a pesquisa em tela.

Por último, pensou-se escrever algo que servisse como material didático e que pudesse ser um subsídio metodológico à prática docente em diversos níveis de ensino para a análise geoambiental. O tema escolhido insere-se, epistemologicamente, numa zona de contato entre diversas áreas do conhecimento científico tais como: a Filosofia, a Geografia Física, a Geologia, a Sedimentologia, a Pedologia, a Climatologia e a Geoecologia das Paisagens. Tal posicionamento define claramente o caráter interdisciplinar do trabalho investigativo proposto que poderá servir à prática laborial de docentes dos cursos de Geografia, de Ciências Biológicas e de Ciências Ambientais e a professores do Ensino Fundamental e do Ensino Médio. A interdisciplinaridade, conforme assegurou Cumera (2000), é atualmente uma necessidade prática à investigação científica e, ainda, à atividade docente.

La interdisciplinarietà, como aspiración o tendencia hacia la unidad del saber, ha estado presente en todas las etapas de la historia de la ciencia, pero es hoy una necesidad de la práctica. Mas la intensificación actual de las relaciones entre las ciencias naturales, sociales y técnicas adquiere rasgos cualitativamente nuevos. Lo que antes constituía un conjunto de episodios aislados, hoy se manifiesta como proceso ininterrumpido, que afecta a la misma ciencia, a sus conexiones con la práctica y a la vida del ser humano. (CUMERA, 2000, p.6)

A área de estudo

O espaço geográfico que serviu como “laboratório natural” para a aplicação da análise materialista dialética e interpretação da estruturação natural das paisagens situa-se na porção centro-oriental do Estado de Pernambuco e abrange as Regiões de Desenvolvimento (RD) assim designadas: RD1-Metropolitana, RD2-Mata Norte, RD3 Mata Sul e RD4-Agrete Central (Figura 1), estabelecidas pelo

Governo do Estado de Pernambuco, considerados os seguintes aspectos: a base físico-geográfica, a regionalização empregada pela Associação municipalista de Pernambuco (AMUPE), a regionalização das Secretarias de Saúde e de Educação e as bacias hidrográficas. As RD correspondem ao agrupamento de microrregiões homogêneas e são Unidades de Planejamento (Freitas e Santos, 2011).

Figura 1- Mapa esquemático da localização da área estudada. 1- RD Metropolitana, 2- RD Mata Norte, 3- RD Mata Sul, 4- RD Agreste Central.



Fonte: <http://www.addiper.pe.gov.br/> Originalmente, o mapa encontra-se sem escala.

O espaço investigado apresenta uma expressiva diversidade de paisagens em face das combinações dialéticas de natureza física, físico-biológicas e físico-biológico-humanas, que variaram no tempo e no espaço. A diversidade das condições climáticas é significativa, haja vista a presença de clima tropical úmido com chuvas de outono-inverno (As', de acordo com a Classificação de W. Köppen) nas RD Metropolitana, Mata Norte e Mata Sul, e de clima semiárido (BSHs') dominante, com variações locais, na RD Agreste Central.

A litomassa apresenta-se também com grande variedade de corpos rochosos, cujo tempo de formação vai do Pré-Cambriano ao Quaternário. Os terrenos pré-cambrianos que formam o embasamento cristalino estão representados por granitos, gnaisses, migmatitos, milonitos e rochas xistosas (micaxistos, xistos). Repousando sobre o embasamento cristalino estão terrenos fanerozóicos, de idade mesozóica e cenozóica, de caráter sedimentar, exceto uma litomassa de origem magmática

extrusiva, representada pelos traquitos, riolitos e basaltos, agrupados na Formação Ipojuca, de idade mesozóica, que desponta na porção meridional da RD Mata Sul.

Em decorrência das relações dialéticas entre as litomassas e as condições climáticas pretéritas e atuais, há no espaço em pauta uma notável diversidade de compartimentos e feições de relevo, que condicionaram, por seu turno, um mosaico de solos e formações superficiais, *latu sensu*.

As mudanças quantitativas nos índices pluviométricos anuais observados no sentido leste-oeste, desde a RD Metropolitana até a RD Agreste Central, proporcionam uma diversificação de quadros climáticos, que propiciam o surgimento de diferentes formações vegetais, tais como a Floresta Subperenifólia na RD Mata Sul, a Floresta Subcaducifólia, dominante na RD Mata Norte e na transição para o Agreste subúmido e as Caatingas hipoxerófilas, na RD Agreste Central.

A estruturação da rede hidrográfica nas RD consideradas relaciona-se dialeticamente com as condições geológicas e edafoclimáticas e exerceu um papel essencial no processo de povoamento do espaço geográfico escolhido.

As questões discutidas

As principais questões discutidas na tese são:

- a) Como a utilização da análise dialética materialista permite a compreensão da estruturação natural das paisagens?
- b) De que maneira a estruturação e a dinâmica das paisagens naturais modificadas pelo homem das Regiões de Desenvolvimento (RD) Metropolitana, Mata Norte, Mata Sul e Agreste Central pode ser interpretada a partir da aplicação da Dialética Materialista?
- c) Quais são e como se caracterizam os principais geossistemas da porção centro-oriental de Pernambuco?

Os objetivos

O objetivo geral do trabalho consiste em aplicar o método Dialético-Materialista à interpretação da estruturação natural e da dinâmica de paisagens. Nesse sentido, tornou-se essencial o estabelecimento dos seguintes objetivos específicos:

- analisar o emprego das categorias e das leis da Dialética Materialista ao estudo das combinações físicas e físico-biológicas presentes nas paisagens naturais.

- interpretar a estruturação e a dinâmica geológica e geomorfológica das paisagens.

- examinar a aplicação do Materialismo Dialético à interpretação do sistema climático.

- realizar uma análise dialética das condições pedológicas das paisagens.

- aplicar as leis e as categorias do Materialismo Dialética à interpretação da estruturação das paisagens das Regiões de Desenvolvimento (RD) Metropolitana, Mata Sul, Mata Norte e Agreste Central do Estado de Pernambuco

- identificar e caracterizar, a partir dos fundamentos da geoecologia, os geossistemas da área investigada.

A organização da tese

A tese foi organizada em duas partes distintas, mas profundamente interligadas. Dedicou-se a primeira parte à caracterização da Dialética e do Materialismo Dialético, enquanto método de análise e Filosofia. Dois aspectos, por conseguinte, foram realçados: as categorias filosóficas do Materialismo Dialético e as Leis da Dialética Materialista, mas aplicando-os à interpretação da estruturação de paisagens naturais sem, obrigatoriamente, a análise da participação antrópica. Enfatizou-se, nessa parte, o conjunto dos fenômenos e fatos gerais do meio natural. Na segunda parte, a ênfase foi direcionada ao particular, isto, à estruturação natural das paisagens existentes em um espaço delimitado do Estado de Pernambuco, que são as Regiões de Desenvolvimento (RDs) a saber: RD Metropolitana, RD Mata Norte, RD Mata Sul e RD Agreste Central. Foram definidos para as duas partes da tese os itens a seguir sumariados.

O MATERIALISMO DIALÉTICO E A ANÁLISE DE PAISAGENS (Primeira parte)

- **ENCAMINHAMENTO METODOLÓGICO:** Foram apresentados os procedimentos metodológicos e os materiais empregados durante a pesquisa, enfatizando um amplo levantamento bibliográfico sobre a Dialética, desde os seus primórdios, na

Antiguidade Clássica, até o século XX. Foram feitas referências aos trabalhos clássicos do Materialismo Dialético e a alguns artigos e livros que apontam algumas lacunas do Marxismo, a partir de uma crítica construtiva. Mencionam-se, ainda, alguns aspectos dos trabalhos de campo efetivados durante a pesquisa.

- APLICAÇÕES DO MÉTODO DIALÉTICO-MATERIALISTA À ANÁLISE DOS ELEMENTOS NATURAIS DAS PAISAGENS: Nesse item redigiram-se considerações gerais a respeito das diversas aplicações do método Dialético-materialista à análise dos elementos naturais componentes das paisagens. Inicia-se com uma abordagem sobre a Dialética e o Materialismo Dialético. Realizou-se uma retrospectiva do Materialismo Dialético, com referências especiais a textos e autores que contribuíram, de certa maneira, ao avanço e à aplicação do Método Dialético-Materialista. Outro aspecto tratado no tópico foi a relação entre o avanço das ciências geológicas e geográficas e o Materialismo Dialético. Esquadrinharam-se alguns paradigmas da Geologia e princípios gerais das ciências geográficas. Por último, abordaram-se as principais leis ou princípios do Materialismo Dialético. Neste particular, um destaque especial estabeleceu-se para as categorias filosóficas da Dialética Materialista à interpretação dos elementos físico-geográficos das paisagens.

- A INTERPRETAÇÃO DIALÉTICO-MATERIALISTA DA DINÂMICA GEOLÓGICA E GEOMORFOLÓGICA DAS PAISAGENS: A interpretação dialético-materialista da dinâmica geológica e geomorfológica esteve contemplada neste espaço da tese. Os aspectos gerais da morfogênese dos compartimentos e feições de relevo, que envolvem uma interação dialética entre litomassa, processos tectônicos e fenômenos erosivos, no tempo e no espaço, receberam destaque nessa parte da tese. A dinâmica das vertentes, interflúvios e talwegues, que estão presentes em todas as paisagens das terras emersas, recebeu uma particular atenção, sobretudo o que se designa como Balanço Morfogenético das Vertentes. Outro aspecto relevante deste item foi o realce dispensado às mudanças climáticas e a evolução do relevo, particularmente aquelas que se consumaram durante um período geológico que se caracterizou por expressivas mudanças quantitativas e qualitativas, que foram as transformações operadas na troposfera que propiciaram mudanças e flutuações paleoclimáticas. Por último, abordou-se um aspecto relevante para a análise da estruturação de paisagens que é a interpretação das superfícies de erosão.

- **A DIALÉTICA DO SISTEMA CLIMÁTICO:** A análise dialético-materialista do sistema climático foi a tônica do item. As leis e categorias filosóficas do Materialismo Dialético foram novamente requeridas para a interpretação do balanço energético do planeta, da evaporação e precipitação, além de alguns sistemas atmosféricos que interferem no andamento habitual do tempo, examinado noutro item da tese.

- **A ANÁLISE DIALÉTICA DA DINÂMICA DOS SOLOS:** A análise dialético-materialista das formações superficiais que revestem vertentes, talvegues e interflúvios foi o objeto de estudo do presente item. De início interpretaram-se as relações dialéticas entre os fatores e os processos da pedogênese, particularmente a que se verifica em domínios morfoclimáticos tropicais, a partir da utilização das categorias filosóficas do Materialismo Dialético. Escolheram-se alguns tipos de solos, em especial aqueles que seriam abordados na Segunda Parte da tese, e analisaram-se as conexões dialéticas entre litomassa e solo; relevo e solo e, por último, clima e solo.

- **A ANÁLISE DIALÉTICA DA DINÂMICA DOS RECURSOS HÍDRICOS:** Os recursos hídricos, que são um elemento de fundamental importância para as paisagens e seus componentes, especialmente os seres humanos, foram o tema central do tópico. Vários aspectos foram esmiuçados, a exemplo das conexões dialéticas entre a infiltração das águas na bacia hidrográfica e as condições geológicas, a interpretação do escoamento superficial, dos padrões de drenagem e dos regimes fluviais

A ESTRUTURAÇÃO NATURAL DAS PAISAGENS DA PORÇÃO CENTRO-ORIENTAL DO ESTADO DE PERNAMBUCO

- **A ESTRUTURAÇÃO GEOLÓGICA E GEOMORFOLÓGICA DAS PAISAGENS DA PORÇÃO CENTRO-ORIENTAL DE PERNAMBUCO:** Inicia a Segunda Parte da tese, intitulada “A Estruturação Natural das Paisagens da Porção Centro-oriental do Estado de Pernambuco”. O item recebeu a epígrafe “A estruturação geológica e geomorfológica das paisagens”. Diversos temas interligados obtiveram uma interpretação dialético-materialista, a exemplo da Margem Atlântica da placa Sulamericana, onde se situa integralmente a área investigada, a Reativação Wealdeniana da Plataforma Brasileira e suas conseqüências geológicas e geomorfológico na porção oriental de Pernambuco, o tempo e o espaço geológico e geomorfológica na área estudada e a compartimentação regional do relevo. Por

último, estabeleceu-se uma rápida abordagem dos solos que se desenvolveram na área objeto da tese, correlacionando-os dialeticamente com os condicionantes clima-relevo- rocha.

- **DINÂMICA DAS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS DA ÁREA INVESTIGADA:** A Dinâmica das Condições Climáticas Ambientais foi o título que recebeu o presente item. A dinâmica abordada refere-se àquela que se configurou na baixa atmosfera sobre a parte centro-oriental de Pernambuco. Foi realizada uma tentativa de análise dialético-materialista da conexão Terra-Sol com as secas que atingem o Estado de Pernambuco, particularmente na RD Agreste Central. Outro aspecto ressaltado no presente item é a complexa interação entre os centros de ação, o Atlântico Sul e as Precipitações pluviais em Pernambuco, mostrando-se, assim a conexão dialética entre a circulação atmosférica regional e áreas afastadas do Estado. Fez-se, também, uma retomada de antigos conceitos defendidos pela Climatologia brasileira sobre as condições climáticas do Nordeste brasileiro. Mostrou-se que alguns desses conceitos, que na época da sua apresentação à comunidade acadêmica geográfica brasileira eram considerados uma “heresia científica”, são na atualidade confirmados, a partir do emprego de materiais de sensoriamento remoto avançados e inexistentes no passado (década de 1960). A estrutura vertical dos alísios de sudeste, a corrente marinha fria de Benguela e os seus efeitos sobre as condições climáticas de Pernambuco foram destaque no item, que encerra com a distribuição espacial das chuvas na área investigada.

- **OS GEOSSISTEMAS DA ÁREA INVESTIGADA:** Neste item definem-se e analisam-se os principais geossistemas delimitados na porção centro-oriental de Pernambuco e, para tal, empregaram-se os subsídios metodológicos estabelecidos por dois geógrafos que vêm aprofundando, no Brasil a Geoecologia das paisagens, José Manuel Mateo Rodriguez e Edson Vicente da Silva, que consideram a abordagem sistêmica como tendo uma base dialético-materialista. Considerou-se na delimitação dos geossistemas que estes são dinâmica e dialeticamente variáveis.

O materialismo dialético e a análise das paisagens

2 ENCAMINHAMENTO METODOLÓGICO

Objetivou-se, neste item, expor os procedimentos metodológicos empregados durante esta pesquisa. Os avanços ocorridos nas geociências e na Cartografia Digital forneceram as condições fundamentais para o emprego do Método Dialético Materialista na interpretação da dinâmica das paisagens naturais. Aliado a esses dados, os trabalhos de campo realizados em percursos preestabelecidos na fase de trabalho de gabinete e que contemplaram as RDs escolhidas como área de estudo permitiram a visualização e a interpretação das correlações dialéticas entre os diversos elementos do quadro natural.

Os pormenores do método dialético materialista e do emprego do Materialismo Dialético no desvendar da estruturação natural das paisagens foram expostos em item exclusivo, mais adiante apresentado.

2.1A REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Foi realizada, inicialmente, uma ampla consulta à bibliografia que se refere à Dialética, desde as suas origens na Antiguidade Clássica até as contribuições de Karl Marx e Friederich Engels, estruturadores do Materialismo Dialético e do Materialismo Histórico, além de trabalhos de pensadores marxistas do século XX, que forneceram notável contribuição ao Marxismo. Além dos trabalhos específicos do Materialismo Dialético, consultaram-se escritos sobre a Geoeologia das Paisagens, sob a ótica materialista dialética, artigos e livros que tratam especificamente da estruturação natural das paisagens, em particular daquelas que se verificam na área de estudo. Ao longo dos diversos tópicos, a bibliografia consultada emerge nas citações transcritas de inúmeros autores.

A revisão da literatura filosófica permitiu conhecer melhor as leis da Dialética, as categorias filosóficas consideradas pelo Marxismo e auxiliou, consideravelmente, na aplicação do Método Dialético Materialista à interpretação das paisagens naturais, modificadas pelas ações antrópicas seculares.

Alguns trabalhos foram imprescindíveis à compreensão do Método Dialético Materialista, como por exemplo: Os Fundamentos do Marxismo-Leninismo (KUUCINEN et al., 1958) Las Categorías del Materialismo Dialéctico (ROSENTHAL e STRAKS, 1960), A Dialética da Natureza (ENGELS, 1969), o Anti-Duhring

(ENGELS, 1976), Marx e a Teoria Social Moderna (SWINGEWOOD, 1978), Os Fundamentos da Filosofia Marxista-Leninista (BURLATSKI, 1987), A Ecologia de Marx. Materialismo e Natureza (FOSTER, 2005), A Dialética do Concreto (KOSIK, 2010), entre tantos outros livros e artigos que abordam a metodologia de análise materialista dialética empregada para desvendar os fenômenos naturais e socioeconômicos do espaço geográfico, a partir de uma ótica filosófica.

Das obras supracitadas, merecem uma referência especial os dois trabalhos de Engels (1969, 1976). O primeiro, que foi apresentado ao mundo apenas no início do século XX, surgiu como um manuscrito inacabado do autor. Contém diversas falhas, compreensíveis, sobretudo porque refletiam o estágio que a ciência alcançara no século XIX e também porque nunca foi revisto pelo autor. Contudo, ali estão as tentativas de Engels, os fundamentos para explicar a dialética dos fenômenos naturais a partir de um prisma materialista e não idealista. Posteriormente, Engels (1976) escreveu um texto clássico, mais trabalhado e com um visível aprofundamento filosófico e científico que faltou no manuscrito referido, que foi o Anti - Duhring.

Os manuais marxistas citados (KUUCINEN, 1958; BURLATSKI, 1987), escritos numa linguagem mais didática auxiliaram consideravelmente na compreensão de conceitos mais complexos do Materialismo Dialético. Contudo, o linguajar partidário, sobretudo quando da análise dos fatos sociais e econômicos do espaço geográfico, presente nesses manuais, retirou-lhes um pouco do conteúdo científico e os mergulhou num proselitismo ideológico. Na tese, esse particular foi desprezado. Muitos manuais marxistas ortodoxos e de cunho stalinista, que seguiam por razões diversas as imposições do Partido Único, do Pensamento Único, pecaram bastante, nem tanto no quesito Materialismo Dialético e sim no Materialismo Histórico, que busca interpretar a Dialética da Sociedade.

A aplicação do Materialismo Dialético à análise do espaço geográfico foi realizada GVOZDIETSKLY (1979). Esse autor empregou os princípios fundamentais do Materialismo ao conhecimento das leis naturais e sociais necessárias às investigações da produção do espaço geográfico.

Rodriguez (1984) esboçou os princípios teóricos essenciais à análise geográfica das paisagens, com base no Materialismo Dialético. Analisou com profundidade a concepção marxista relativa à interação dialética entre natureza e sociedade. Esse trabalho também subsidiou a presente tese, em especial na

abordagem das relações sociedade – natureza e na identificação dos geossistemas da área investigada.

Foster (2005) forneceu uma contribuição à análise dialética dos fenômenos e processos físico-geográficos, quando reconstruiu uma conexão materialista dialética da natureza contida, de forma fragmentada, na obra de Karl Marx.

A diversidade de processos que se verificam na natureza, a classificação e a hegemonia desses foram tratadas por DIAKONOV E MAMAI (2008).

Para a análise dos temas Paisagem, Teoria dos Sistemas e Geoecologia das Paisagens foram consultados, como fundamentação teórica, diversos autores. O conjunto de definições e caracterizações de paisagem denotam a necessidade da interdisciplinaridade. Assim, buscou-se apoio em: BERTALANFY (1950); HALLA E FAGEN (1956); BERTRAND (1971), SOCHAVA, (1971), DOLFUS (1973), RODRIGUEZ (1984). DEFONTAINES (1985); BOLÓS E CAPDOVILLA, (1992) e PASSOS (1996).

Silva e Rodriguez (2011) examinaram a aplicabilidade da Geoecologia da Paisagem, sob um viés dialético, na análise, no diagnóstico, no planejamento e na gestão ambiental em espaços geográficos úmidos e subúmidos. Esse trabalho também subsidiou a presente tese, em especial na abordagem das relações sociedade – natureza.

A estruturação natural das paisagens naturais da porção centro-oriental de Pernambuco vem sendo estudada há várias décadas. Trabalhos de cunho regional, mais relacionados a temáticas específicas, tais como Geologia Geral, Geomorfologia, Climatologia e Cobertura Vegetal, foram escritos por geólogos e geógrafos. Contudo, especificamente sobre as Regiões de Desenvolvimento anteriormente referidas, poucos trabalhos foram publicados. Principais estudos de caráter geomorfológico sobre a morfogênese do relevo nordestino foram elaborados por AB'SÁBER (1956); ANDRADE (1958); BIGARELLA E ANDRADE, 1964; ANDRADE E LINS (1965); ANDRADE (1968), MABESOONE E CAMPANHA (1974), MABESOONE E CASTRO (1975). Esses trabalhos foram extremamente úteis para o entendimento das superfícies de erosão, da dissecação das paisagens, da tectônica e da cronologia das paisagens.

A gênese e a evolução das colinas da Zona da Mata Sul e da Zona da Mata Norte foram analisadas por JATOBÁ e LINS (1995) e JATOBÁ E LINS (2008). Esses autores propõem um modelo evolutivo para a mamelonização verificada nas duas

RDs citadas. Esse modelo foi examinado e explicado no presente trabalho, pelo autor, a partir da ótica materialista dialética.

As RDs examinadas situam-se na margem continental passiva da placa litosférica Sulamericana e mais especificamente na província estrutural (província geotectônica) Borborema. Para a compreensão da dinâmica geológica no tempo e no espaço da área investigada, foram de grande utilidade os trabalhos de: BRITO NEVES (1975); ALMEIDA (1977); DANTAS (1980); MABESOONE E ALHEIROS (1991); ALHEIROS E FILHO (1991) e MILLER (2007), entre outros.

A gênese e a distribuição dos solos na porção centro-ocidental de Pernambuco são dois temas estudados em profundidade por agrônomos e geógrafos desde a década de 1970. Um dos principais trabalhos dessa área do conhecimento, um marco nos estudos pedológicos de Pernambuco, de fundamental importância para a tese, foi escrito por JACOMINE et al. (1973). JATOBÁ E SILVA (2014) realizaram um estudo sobre as relações entre relevo e solos da parte oriental de Pernambuco, com uma descrição das formações superficiais dos geossistemas dos Tabuleiros Sedimentares, do Cristalino Setentrional e do Cristalino Meridional. ARAUJO-FILHO et al (2014) realizaram um minucioso trabalho de atualização e de mapeamento solos de Pernambuco, considerando que os solos são grandes indicadores de variabilidade ambiental e da geodiversidade, sendo, portanto, excelentes estratificadores do meio natural.

Os estudos pioneiros da vegetação de Pernambuco foram produzidos por engenheiros agrônomos, geógrafos e biólogos. Sette (1948) abordou o tema em sua tese “Contribuição ao estudo das regiões naturais de Pernambuco”. A regionalização preliminar das formações vegetais e das zonas fisiográficas do Estado de Pernambuco e os aspectos botânicos e fitogeográficos do Estado foram esmiuçados por ANDRADE-LIMA (1951, 1964, 1981, 2007).

As condições climáticas ambientais dominantes na área estudada foram interpretadas com o apoio da trabalhos de Climatologia Dinâmica de geógrafos e meteorologistas, tais como ANDRADE E LINS (1965), ANDRADE (1972), JATOBÁ E APOLÔNIO (1991), LACERDA, FERREIRA E SOUZA (2006) e JATOBÁ (2011) .

As conexões dialéticas entre as anomalias de temperaturas das superfícies marinhas, ao largo da costa do sudoeste africano, em especial o fenômeno “Niño-Benguela”, e o quadro pluviométrico no Agreste pernambucano foram possíveis

graças às contribuições acadêmicas contidas no trabalho de REPOSSI E CAZIANI (2009).

2.1 TRABALHOS DE CAMPO

Os trabalhos de campo desenvolveram-se ao longo de percursos realizados na RD Metropolitana do Recife, RD Zona da Mata Norte, RD Zona da Mata Sul e RD Agreste Central. Os critérios adotados para a definição dos percursos citados foram geológicos, geomorfológicos, pedológicos e hidrográficos, sempre objetivando identificar áreas em que estivessem presentes, nas paisagens, as conexões mais significativas entre os diversos elementos do quadro natural e também as evidências dos efeitos negativos das relações, nem sempre harmoniosas, entre sociedade e natureza. Na Figura 2 observam-se os roteiros seguidos na fase de trabalho de campo.

Quatro roteiros foram estabelecidos para a análise das paisagens da área investigada. Fez-se a escolha dos roteiros levando-se em conta, mais especificamente, alguns aspectos fundamentais: a) a variedade de elementos componentes das paisagens, principalmente a litomassa, as marcas de manifestações tectônicas pretéritas, os solos e os compartimentos locais e regionais de relevo; b) as singularidades existentes; c) facilidade de acesso e d) a existência de bons cortes de rodovias que permitissem uma observação razoável da estrutura subsuperficial de paisagens.

O primeiro roteiro, o mais extenso de todos, designado como Roteiro 1, compreendeu o espaço contido entre Recife - Vitória de Santo Antão – Gravatá - Caruaru, pela BR 232 (direção Leste-Oeste) - Fazenda Nova (Brejo da Madre de Deus). Trata-se de um percurso deveras rico no tocante à variedade de paisagens e de condições climáticas ambientais. Permitiu a observação de um trecho da RD Metropolitana entre Recife e o Município do Moreno, onde se nota uma variedade interessante de compartimentos de relevo, de solos, dos efeitos do clima sobre as paisagens, evidências marcantes de ações tectônicas (falha de rejeito direcional no Lineamento Pernambuco) e da ocorrência de paleoformas de relevo indicativas de paleoclimas. A partir de Moreno, já no Município de Vitória de Santo Antão e até Pombos, no sopé da impropriamente denominada “Serra” das Russas, as mudanças qualitativas nas paisagens, vistas da BR 232, ou de níveis altimétricos mais elevados da paisagem são insígnies. As condições estruturais, pedológicas no que

resta da cobertura vegetal impiedosamente devastada e condições climáticas impõem paisagens confusas, mescladas, complexas. Depois de se galgar a “Serra” das Russas, as paisagens são impressionadoras, particularmente ao longo da BR 104 e de uma rodovia estadual que desemboca no Distrito de Fazenda Nova, município de Brejo da Madre de Deus. Nesse trecho riquíssimo do ponto de vista da Geografia Física e da Geoecologia das Paisagens, verifica-se um estranho desnudamento das arcaicas estruturas pré-cambrianas que se formaram em profundidade e que hodiernamente surgem aflorando na paisagem quase sertaneja de Fazenda Nova, assumindo formas, às vezes, bizarras.

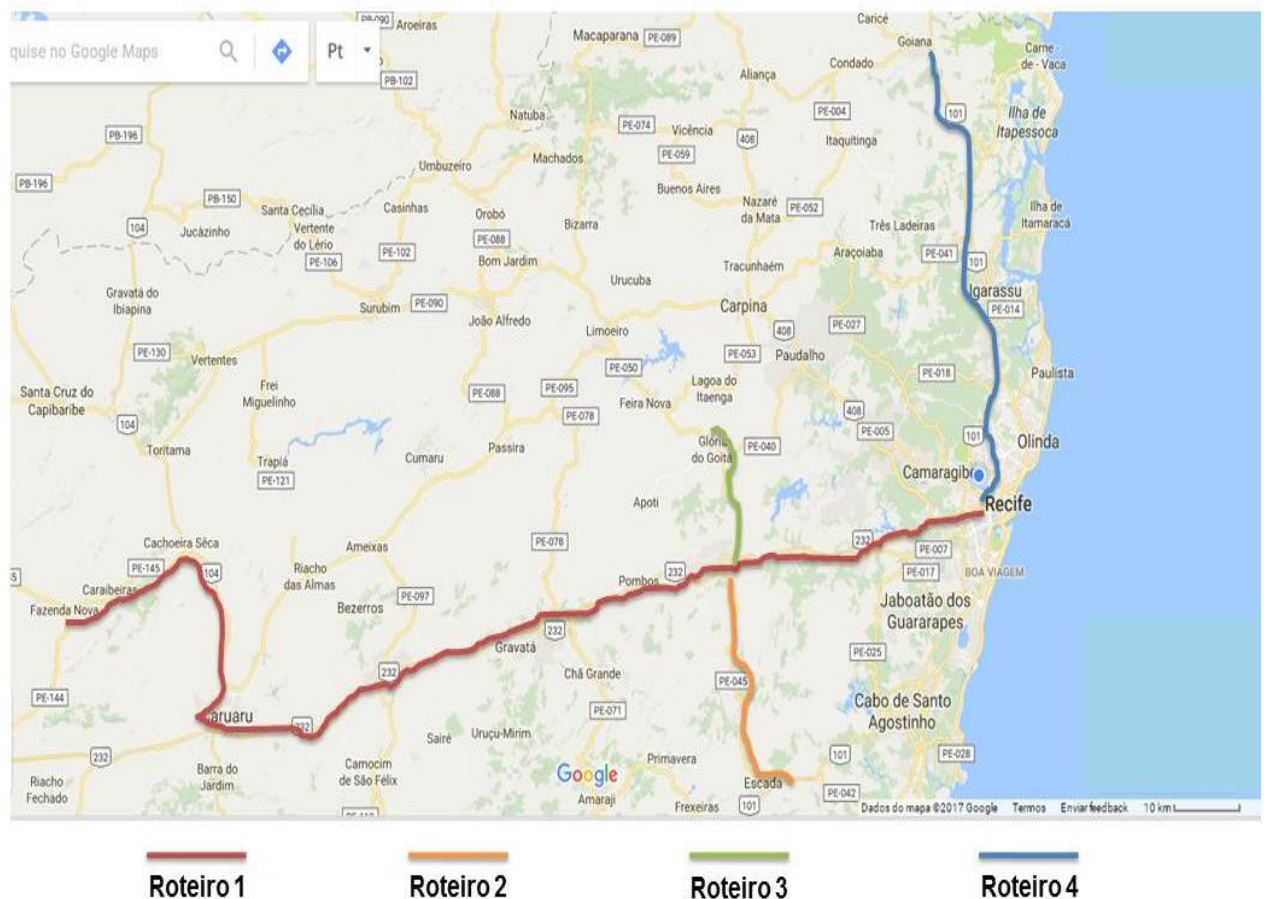
O segundo roteiro, bem mais curto do que o anterior, dirigiu-se de Vitória de Santo Antão, no sentido sul, até o município de Escada, na RD Mata Sul. Logo de início atravessa-se uma escarpa de falha, também associada ao Lineamento Pernambuco, que exhibe afloramentos de milonitos, uma litomassa que onde se faz presente indica a existência de um forte tectonismo pretérito. Após esses milonitos, um batólito granítico se impõe e condiciona uma série de elementos paisagísticos, sobretudo o relevo e as formações superficiais. Nesse roteiro foi possível a observação da mamelonização extensiva da área, dos solos argissolos e latossolos, planícies alveolares e vários exemplos das fases de evolução das colinas no domínio do “mar de morros” proposta no modelo desenvolvido pelo autor e pela geógrafa Rachel Caldas Lins. Por conta das condições de clima local mais úmido nesse trecho, as paisagens contrastam sobremaneira com as que reinam no vale do Tapacurá, onde assentaram a cidade de Vitória de Santo Antão. As diferenças de litomassa entre o vale referido e a área mais elevada, cujas cotas superam a casa dos 400m, que se localiza ao sul da falha citada, geraram paisagens individualizadas decorrentes de um processo de natureza geomorfológica, escultor de paisagens, que é a erosão seletiva ou diferencial. Esta não poupa rochas menos resistentes às intempéries e as ações impiedosas das águas do escoamento superficial e dos rios e riachos são eficazes.

O terceiro roteiro foi bastante curto. Desenvolveu-se entre Vitória de Santo Antão e o Município de Glória do Goitá. Mesmo sendo pouco extenso, permitiu a observação do relevo do vale do Tapacurá e ainda de corpos rochosos diferentes dos que dominaram nos trechos antes mencionados. Nessa área, as paisagens exibem relevos dissecados e mais enérgicos e restos tímidos do que outrora foi a Floresta Subperenifolia que revestia boa parte das RDs Mata Sul e Mata Norte. Os

índices pluviométricos decaem nesse trecho como uma decorrência da topografia que se interpõem aos fluxos dos alísios de SE-E. Um fato singular deponta, no entanto, nas paisagens situadas no município de Glória do Goitá e adjacências: Uma ampla mancha de um solo, antes nomeado como Bruno Não Cálculo, mas que uma mais recente classificação dos solos brasileiros o designou como Luvisolo. É provável que as relações dialéticas entre a litomassa, o relevo e as condições climáticas subúmidas tenham sido responsáveis por essa mancha de solo singular.

O quarto e último roteiro englobou um amplo espaço entre Recife e o Município de Goiana. Atravessaram-se, portanto, duas RDs, a Metropolitana e a Mata Norte, pela BR 101. Um trecho de grande utilidade para a análise geológica e geomorfológica. Nele estão afloramentos dos terrenos do Grupo Paraíba e do Grupo Barreiras. O predomínio de solos do tipo latossolos é marcante, e sempre em conexão com a topografia e com a litomassa. Os tabuleiros costeiros, que se instalaram no Grupo Barreiras dão um certo ar monótono por suas planuras só, de vez em quando quebrado com o surgimento de vales fluviais em forma de V ou pelo monumental vale tectônico do rio Goiana. A destruição da floresta latifoliada subperenifolia choca o observador, sobretudo aquele que conheceu a área antes do “boom” do álcool, conseqüente de um programa de substituição da gasolina por álcool. Os problemas ambientais existentes nas paisagens desse trecho avolumam-se.

Figura 2 - Roteiros dos trabalhos de campo



Fonte: www.google.com.br. Acesso em 2 de fevereiro de 2017

2.3 OS MATERIAIS EMPREGADOS

Não foi o propósito principal da tese realizar um estudo pormenorizado de conteúdo geológico, geomorfológico, climatológico, pedológico e hidrográfico de todas as paisagens da porção centro-oriental de Pernambuco e sim aplicar um método e uma análise filosófica da totalidade e das relações dialéticas entre os elementos paisagísticos. No entanto, para realizar tal análise, o conhecimento desses elementos se fazia extremamente necessário e nem tudo havia, ainda, sido investigado, particularmente no que diz respeito às RDs Mata Norte e Agreste Central.

Os aspectos das paisagens que foram ressaltados neste trabalho compreenderam: a litomassa, os compartimentos de relevo, os solos, as formações superficiais, as condições climáticas e os recursos hídricos. Empregaram-se

diversos materiais, além das informações bibliográficas disponíveis, para que a aplicação do método dialético-materialista pudesse ser aplicado.

Para a análise geológica, a utilização de mapas que fornecem a disposição espacial das unidades de rochas e a datação das mesmas foi indispensável. Entre esses mapas estão:

- 1- Mapa geológico de Pernambuco, na escala de 1: 600.000, elaborado em 1980 pelo geólogo José Robinson Alcoforado Dantas, com a participação especial de Benjamim Bley de Brito Neves. Esse mapa do Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM) permitiu uma primeira aproximação com a complexa estruturação geológica da área investigada.
- 2- Mapa geológico de Vitória de Santo Antão, na escala de 1:100.000, organizado por Dunaldson Eliezer Guedes Alcoforado da Rocha e publicado também pelo Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM), em 1990, forneceu excelentes subsídios para uma análise geológica e geotectônica mais íntima de um amplo setor da RD Mata Sul.
- 3- Mapa Geológico da Região Metropolitana do Recife, elaborado em 1995, para o Plano Diretor de Mineração para a referida Região, na escala de 1: 100.000. Esse mapa auxiliou consideravelmente a interpretação geológica e também geomorfológica da RD Metropolitana.
- 4- Por último, se fez uso do Mapa Geológico de Pernambuco, editado pelo Governo do Estado em 2001. Esse mapa apresenta um maior detalhamento, mesmo na escala de 1: 500.000, do que o antigo do DNPM, do ano de 1980.

Para a análise geomorfológica foram empregados os seguintes materiais:

- Cartas topográficas, na escala de 1: 100.000, editadas pela SUDENE
- imagens SRTM (Shuttle Radar Topography Mission): Carta: SB-25-Y-C-VI; Carta: SC-25-V-A; Carta: SC-24-X-B.
- Imagens do Google Earth em escalas diversas. Essas imagens permitiram a visualização de paisagens em 3D e ampliadas, segundo as necessidades, facilitando a interpretação geomorfológica das mesmas.
- Cartas topográficas do Brasil ao Milionésimo, para uma visão da totalidade altimétrica e morfológica.
- Atlas Bacias Hidrográficas de Pernambuco, editado, em 2006, pelo Governo do Estado de Pernambuco. Vários mapas desse Atlas auxiliaram a pesquisa

em pauta. Na análise geomorfológica, utilizaram-se as folhas Aspectos Hipsométricos e a Compartimentação do Relevo, ambas elaboradas por Jatobá (2009).

Na fase da análise das condições climáticas, tiveram grande valia as imagens de satélite fornecidas pela APAC, INPE e INMET, sobretudo as da faixa visível e infravermelho, GOES + Meteosat. Além destas, um conjunto de imagens do Eumetsat, disponíveis no site <http://oiswww.eumetsat.org/IPPS/html/MSG/RGB/> enriqueceram a análise dos climas e do tempo. Elas permitiram observar, com precisão, os movimentos dos principais sistemas atmosféricos e a luta de contrários entre eles.

O estudo da conexão dialética entre a camada de inversão dos alísios de SE-E e as áreas mais secas deprimidas do Agreste e Sertão pernambucano apoiou-se nos pioneiros trabalhos de Riehl (1965) e Andrade (1972), bem como nos dados pluviométricos e da altitude da camada referida disponibilizados pelo aeroporto de Teresina-PI e da Namíbia encontrados no site <http://weather.uwyo.edu>. Esses dados permitiram uma preliminar correlação entre a camada de inversão dos alísios de SE-E e a umidade relativa do ar.

A distribuição espacial dos solos em Pernambuco foi analisada, tomando-se por base o mapa realizado por Araujo-Filho (2006), publicado numa obra fundamental para a compreensão dos recursos hídricos do Estado de Pernambuco, que é o atlas Bacias Hidrográficas de Pernambuco. Esse mesmo Atlas contém úteis informações para a interpretação dos recursos hídricos de Pernambuco nas folhas que abordam especificamente as bacias hidrográficas, elaboradas por diversos especialistas da área de Hidrologia, que estão dispostas nas RDs investigadas.

3 APLICAÇÕES DO MÉTODO DIALÉTICO-MATERIALISTA À ANÁLISE DOS ELEMENTOS NATURAIS DAS PAISAGENS

Neste item são feitas considerações gerais sobre aspectos da Metodologia empregada na tese, mais especificamente sobre a Dialética e o Materialismo Dialético, de acordo com a ótica marxista. Examina-se a ligação existente entre o conhecimento filosófico dialético e o conhecimento científico–natural, em especial os avanços verificados em duas geociências, a Geologia e a Geomorfologia. As leis da Dialética e as categorias filosóficas do Materialismo dialético receberam uma particular atenção no item, haja vista que serão aplicadas ao longo de todos os demais tópicos para explicar a estruturação natural das paisagens a partir do olhar dialético-materialista.

3.1 A DIALÉTICA E O MATERIALISMO DIALÉTICO

Dialética é uma palavra de origem grega (*dialektiké tekne*) que era muito empregada por vários filósofos da Antiguidade Clássica com o intuito de designar a arte ou a habilidade de estabelecer a verdade mediante as discussões e contradições. Dialética, segundo essa ótica, nada mais seria do que o diálogo entre opostos. Ela concebe o mundo em movimento e em permanente transformação, apoiando-se no desenvolvimento das ciências naturais e sociais.

A Dialética tem uma história antiga e passou por diversas etapas de desenvolvimento. A primeira fase corresponde à Dialética dos Filósofos Jônicos. A segunda fase está relacionada à Dialética de Platão e Aristóteles. A terceira fase materializa-se na Dialética Hegeliana. A última fase é a da Dialética Materialista, de Karl Marx e F. Engels. (THALHEIMER, 1979).

A Dialética era entendida, de início, como a arte de descobrir a verdade a partir da discussão, colocando-se à tona o embate e eliminando-se as contradições de um adversário. Um dos filósofos mais destacados dessa fase da História da humanidade, que era dialético e um dos mais representativos filósofos jônicos, foi Heráclito¹. É dele a seguinte afirmação: “As coisas existem e não existem ao mesmo

¹ Heráclito foi um filósofo pré-socrático, considerado o pai da Dialética. Viveu entre aproximadamente 535 a.C e 475 a.C., na Grécia.

tempo, uma vez que tudo flui e muda constantemente, tudo nasce e desaparece e o mundo é constituído por contradições que lutam entre si.”

Aristóteles foi outro filósofo grego que pode ser considerado como dialético. Devem-se a ele as primeiras análises das principais formas do pensamento dialético.

Contudo, foi no final do século XVIII e início do século XIX que filósofos alemães passaram a compreender a Dialética como sendo o desenvolvimento do pensamento através de contradições que se mostravam no próprio pensamento. Coube a Hegel² descrever de modo minucioso as formas essenciais do pensamento dialético. Marx e Engels, discípulos de Hegel, fizeram diversas críticas ao pensamento hegeliano, apesar de terem se apoiado nele para a criação do Materialismo Dialético. A principal crítica que foi feita por esses dois filósofos alemães à Dialética hegeliana é que Hegel elaborou o seu método partindo de um ponto de vista idealista, pois considerava que o desenvolvimento dialético é próprio apenas do pensamento, da ideia e não da natureza. É célebre a crítica frase de Karl Marx: “*A Dialética de Hegel estava de cabeça para baixo*”. Para Swingewood (1978):

Nos primeiros escritos de Karl Marx, a Filosofia Dialética de Hegel é sumariamente rejeitada. A Ciência da Lógica é veemente atacada por suas “abstrações metafísicas.” Mas, em 1858, Marx chegou a uma conclusão diferente, e, numa carta a Friedrich Engels, escreveu sobre o grande valor, para a metodologia científica, da Lógica de Hegel e a importância de transmitir, de acessível, aquilo que é racional no método que Hegel descobriu, mas envolveu no “misticismo”. Essa é a distinção que Engels faz, posteriormente, entre o método de Hegel e seu sistema, a necessidade de extrair o caroço racional de dentro da casca mística e desenvolver uma dialética materialista (SWINGEWOOD, 1978 p.44)

É importante lembrar que Marx e Engels, quando ainda jovens, foram profundamente influenciados pelas ideias de Hegel. Kuucinen et al (1956) sintetizaram a conceituação da Dialética marxista, que será adotada neste trabalho.

A Dialética é uma ciência particular: estuda as leis mais gerais de todas as espécies de movimento, transformação, desenvolvimento. A universalidade das leis da Dialética consiste em que é atual na natureza e na sociedade, estando a elas subordinado o próprio pensamento.” (KUUCINEN et al. 1956, p. 66).

² Georg Wilhelm Friedrich Hegel nasceu em Stuttgart, em 27 de agosto de 1770 e faleceu em Berlim em 14 de novembro de 1831. É considerado um dos mais representativos filósofos alemães.

3.2 O MATERIALISMO DIALÉTICO E O AVANÇO DAS CIÊNCIAS GEOLÓGICAS E GEOGRÁFICAS

A ligação entre o conhecimento filosófico dialético e o conhecimento científico–natural é bastante estreita. A propósito, Burlatski (1987) sintetiza, com propriedade, essa relação:

Esta ligação é bilateral. Por um lado, a Filosofia utiliza as conquistas das ciências concretas na elaboração das leis mais gerais, apoia-se nelas e sintetiza os resultados das pesquisas teóricas. O desenvolvimento da cognição científica proporciona sempre material novo para as sintetizações filosóficas. Engels frisou, neste sentido, que “com cada descoberta fazendo época mesmo no domínio da ciência da Natureza, ele (o materialismo) tem que mudar a sua forma” O materialismo deve, pois, desenvolver-se paralelamente ao progresso do conhecimento científico. Por outro lado, a Filosofia, como a ciência sobre as leis mais gerais, constitui a base da cognição científica na esfera da metodologia e da visão do mundo, determina as posições iniciais de cognição dos processos concretos e desempenha o papel de guia no estudo dos objetos desconhecidos. (BURLATSKI, 1987, p.19)

O Materialismo Dialético se apoiou no mais alto nível da ciência, nas descobertas das ciências naturais (a lei conservação e da transformação da energia, a descoberta da célula e a teoria da origem das espécies) (KUUCINEN et al., 1956) Atualmente, os expressivos avanços da Informática endossam ainda mais a necessidade de adoção do método dialético materialista aos estudos da natureza, facilitando bastante a análise da matéria em seus diversos aspectos.

O método dialético marxista é materialista, logo a categoria filosófica matéria é o seu ponto central de análise. Para o marxismo, matéria é tudo que existe objetivamente, independentemente da consciência e que se reflete nas sensações do homem (KUUCINEN et al., 1956).

A matéria, segundo essa corrente filosófica, consiste numa realidade objetiva e engloba partículas minúsculas em todas as variadas manifestações, radiações e inclusive campos magnéticos. Todas as ciências que estudam a realidade objetiva tratam da matéria, seus estados e propriedades.

Os aspectos geológicos e geomorfológicos são relevantes na definição de unidades de paisagens e objeto de duas importantes geociências, a Geologia e a Geomorfologia, que avançaram consideravelmente a partir do surgimento do Princípio do Atualismo ou do Uniformitarismo, como também é designado. Esse

princípio desmontou as ideias metafísicas acerca da evolução dos fenômenos terrestres

Até os finais do século XVIII, a Geologia estava impregnada pelas idéias defendidas pelos catastrofistas, para os quais a Terra teria sofrido a ação de fenômenos catastróficos, hecatombes, que resultaram nas configurações geológicas, geomorfológicas e mesmo biológicas que se observam atualmente. Um dos principais defensores dessa corrente foi Georges Cuvier, que escreveu um importante trabalho em que defende o Catastrofismo, intitulado ‘Investigações sobre ossadas fósseis de quadrúpedes’.

Cuvier expôs sua teoria catastrofista (no trabalho mencionado) defendendo que os fenômenos envolvidos na dinâmica geológica e observáveis na atualidade não eram suficientes para explicar as rupturas de continuidade, constantes no registro geológico. Estas descontinuidades podiam ocorrer durante o processo de sucessão faunística, que era gerado pela ocorrência de uma revolução. Esta extingiria a fauna de uma localidade, que era posteriormente repovoada por outra migrante, proveniente de alguma localidade não atingida por aquele evento catastrófico. Desta maneira, o registro geológico, que mostrava uma sucessão de estratos contendo fósseis de um grupo faunístico, sofria uma interrupção representada pela ocorrência de um estrato formado por uma catástrofe. Neste estrato constariam os últimos representantes locais daquela fauna, já que seria extinta por uma revolução. Assim sendo, a teoria do Catastrofismo adotava um modelo explicativo baseado em uma descontinuidade do registro geológico (FARIA, Felipe: 2014, p. 102)

Engels (1985) fez algumas considerações sobre o Catastrofismo e o Atualismo, na Introdução do manuscrito A Dialética da Natureza, a partir do prisma materialista dialético.

Surgiu a Geologia e não só se verificou a existência de camadas terrestres colocadas umas sobre as outras, formadas uma depois da outra, como também foram encontradas, nessas camadas carcaças e esqueletos de espécies animais já extintas, ao lado de troncos e folhas de plantas e frutos de plantas que não mais existiam. Era, portanto, forçoso reconhecer que não só a Terra, em seu conjunto, mas também sua atual superfície, bem como as plantas e animais que nela vivem, deviam ter uma história, no tempo. Isso foi, a princípio, reconhecido com muita má vontade. A teoria de Cuvier sobre os cataclismas verificados na Terra era revolucionária nas palavras, mas reacionária de fato. (...) Lyell introduziu um conceito racional na Geologia, ao substituir essas súbitas revoluções, provocadas por um capricho do Criador, por ações graduais de lentas modificações processadas na Terra. (ENGELS, 1985, p. 20-21)

Charles Lyell, um geólogo escocês nascido em 1797, se opôs aos princípios defendidos pelos catastrofistas para explicar fenômenos geológicos e físico-geográficos. Escreveu o livro sob o título “Principles of Geology”, publicado em três volumes, nos anos de 1830, 1832 e 1833, respectivamente. Para Lyell, as causas das mudanças geológicas jamais foram outras senão aquelas que se manifestam nos nossos dias e estas jamais se manifestaram com uma intensidade maior (GOHAU, 1987). Lyell foi considerado por Engels (1985) “o pai da Geologia”.

Ao considerar a imutabilidade da intensidade de ação dos processos geológicos endógenos e exógenos, Lyell cometeu um equívoco. Os processos geológicos variaram de intensidade no tempo. Inúmeros exemplos poderão ser apontados para comprovar essa assertiva. Durante o Quaternário, nas fases de resfriamento global, as geleiras agiram com muito mais intensidade, modelando novas paisagens, sobretudo na faixa das médias latitudes setentrionais. O território brasileiro, como reflexo das mudanças climáticas verificadas no Pleistoceno, foi palco de profundas mudanças quantitativas e qualitativas na ação dos processos morfogenéticos que esculpíram as paisagens. Períodos de estabilidade e instabilidade crustais se sucederam nos diversos continentes, ao longo, por exemplo, do Mesozoico e sobretudo do Cenozoico.

Atualmente, pode-se repetir o que afirmou Thornbury (1960, p.17): “*Los mismos procesos y leyes físicas que actúan hoy en día actuarán a través de todo el tiempo geológico, aunque no necesariamente siempre con la misma intensidad del presente.*”

Dois avanços significativos das ciências geológicas ocorreram no século XX. O primeiro foi representado pela Hipótese da Deriva Continental, defendida pelo meteorologista Alfred Wegener, apoiada no Princípio da Isostasia. O segundo foi a Teoria da Tectônica de Placas ou Tectônica Global. Os dois casos serviram para impulsionar, ainda mais, a análise materialista dialética dos fatos da natureza.

Wegener (1937) desconstruiu a idéia do imobilismo dos continentes, quando considerou, a partir de evidências paleoclimáticas, sedimentológicas, estratigráficas, além do encaixe quase perfeito da África Ocidental com a América do Sul, que os continentes não estavam estáticos. Na verdade, a deriva dos continentes representaria o movimento da matéria em eventos de longo tempo, ou seja, há aproximadamente 200 milhões de anos um megacontinente, a Pangea, começou a se separar e migrar em diversas direções.

O paradigma de Wegener pode ser visto como um exemplo de análise dialética, mesmo sem ter sido o seu autor materialista dialético, quando: relacionou (fez conexões dialéticas) eventos geológicos verificados em locais bem distantes, mostrando que na natureza todos os fatos estão relacionados, mesmo aqueles de megaescala. Faltou, no entanto, a Wegener a explicação para o mecanismo que pudesse justificar a ruptura e o conseqüente movimento das grandes massas continentais, que só posteriormente seria apresentada à comunidade científica geológica por Arthur Holmes (1986), com o mecanismo de convecção do Manto terrestre.

A Teoria da Tectônica de Placas, indiscutivelmente o mais importante paradigma de toda história da Geologia, surgiu para aprofundar e ampliar a antiga hipótese da Deriva Continental. Segundo esse paradigma, a Litosfera terrestre está dividida em grandes blocos rochosos, mais ou menos rígidos, denominados placas litosféricas. Tais placas se encontram em relações dialéticas com a Astenosfera (“camada sem força”), uma porção do interior do planeta fisicamente plástica. Os continentes passaram a ser vistos como partes das placas litosféricas. A luta de contrários entre as placas é algo magnífico e se verifica nas áreas das bordas ou zonas de contato. A dialética das placas litosféricas se materializa na expansão, na convergência e na falha de transformação verificadas nos bordos referidos.

No final do século XX e nas primeiras décadas do século seguinte, ocorreu um impressionante avanço nas geociências, particularmente nas ciências geográficas, geológicas e geofísicas, quando se consolidaram os estudos e as técnicas de sensoriamento remoto apoiados nas viagens espaciais e na Informática. Esse avanço serviu para endossar, sobremaneira, o método dialético-materialista. A “coisa em si” de muitos fenômenos passou a ser conhecida.

O sensoriamento remoto é uma tecnologia que permite o estudo de diversas características dos inúmeros elementos encontrados na parte superficial da epigeoesfera, na qual se encontram as paisagens, na hidrosfera e na atmosfera terrestre. Trata-se de um conjunto de atividades, cujo objetivo reside na caracterização das propriedades de alvos naturais, através da detecção, registro e análise do fluxo de energia radiante, por eles refletido (Steffen et al., 1981) permite captar a energia proveniente de diversos alvos, como por exemplo, o solo, o relevo, as formações rochosas, a cobertura vegetal etc. Essa tarefa cabe aos sensores instalados em aviões ou em satélites que orbitam o planeta Terra. A radiação

eletromagnética, uma das manifestações da matéria, é o fundamento do sensoriamento remoto. Essa radiação é a energia que é emitida por meio de ondas por todos os elementos presentes nas paisagens naturais ou modificadas pelo homem.

Um fluxo de radiação eletromagnética ao se propagar pelo espaço pode interagir com superfícies ou objetos, sendo por estes refletido, absorvido e mesmo reemitido. As variações que essas interações produzem no fluxo considerado dependem fortemente das propriedades físico-químicas dos elementos irradiados e o fluxo resultante constitui uma valiosa fonte de informações a respeito daquelas superfícies ou objetos. (STEFFEN et al., 1981, p.1)

No século XX, a Geografia e seus diversos ramos receberam um notável impulso com a produção científica advinda da Escola Francesa, ou da Geografia Clássica, e da Escola Alemã, com os trabalhos de Jean Bruhnes, Emanuel DE Martonne, Jean Tricart Carl Ritter entre outros. Não é intuito deste trabalho esmiuçar a História da Geografia no século XX, contudo, dos nomes mais insígnies da Escola Francesa, merece uma atenção especial o geógrafo Jean Brunhes, autor, entre outros trabalhos, do livro *Geographie Humaine*, em 1956, em Paris.

Brunhes (1962) assumiu um posicionamento materialista dialético, quando estruturou dois importantes princípios fundamentais para a análise dos fatos que compõem o objeto da Geografia, que são: o Princípio da Atividade e o Princípio da Conexão.

O Princípio da Atividade foi por Brunhes (1962) assim enunciado: Os fatos geográficos, físicos ou humanos, são fatos em transformação perpétua e devem ser estudados ser estudados como tais.

Tudo se transforma em nosso redor; tudo diminui ou cresce. Nada há verdadeiramente imóvel. O nível do mar, referência universal, e tradicional para a medida de altitudes, é uma linha média puramente fictícia e muitas vezes instável. As mesmas extensões geladas em sua fixidez aparentemente externa deslocam-se, entretanto, por movimentos lentos e contínuos. Os mais elevados picos serão, mais cedo ou mais tarde, reduzidos às altitudes mais modestas. (BRUNHES, 1962, p.27)

Brunhes (1962), no Princípio da Conexão, propõe a idéia do “Todo Terrestre”, quando diz que os fatos da realidade geográfica estão intimamente ligados entre si e devem ser estudados nas suas múltiplas conexões.

Não basta estudar isoladamente as séries diversas de fenômenos; elas não existem isoladas na realidade; estão ligadas umas às outras. A ideia de conexão deve dominar qualquer estudo completo

dos fatos geográficos; não nos podemos contentar com a observação de um fato em si ou de uma série isolada de fatos (BRUNHES, 1962, p.32).

3.3 AS LEIS DA DIALÉTICA E A INTERPRETAÇÃO DOS ELEMENTOS FÍSICO-GEOGRÁFICOS DAS PAISAGENS

As leis da Dialética, que no presente trabalho, assumem uma particular importância para a explicação dos fenômenos que se verificam nas paisagens naturais, foram esboçadas por Engels (1979) e, segundo ele, extraídas da história da natureza e da história da sociedade humana. Reduziu-as principalmente a três, reconhecendo, contudo, que as mesmas foram estabelecidas por Hegel, mas a partir de um prisma idealista. Engels (1979) considera que Hegel cometeu o erro de impor essas leis, que serão examinadas mais adiante, à natureza e à História, como “leis do pensamento” e não como resultado de sua observação. Engels (1979) procurou ressaltar que as leis dialéticas são leis reais do desenvolvimento da natureza, válidas, portanto, à teoria das ciências naturais.

As relações e dependências entre os objetos e fenômenos naturais ou sociais são investigadas pelas diversas ciências; essas relações são denominadas de leis (KOVALHOV, 1974). As leis objetivas da natureza são as formas gerais das relações existentes entre os fenômenos naturais presentes, por exemplo, nas paisagens. As leis das ciências refletem, portanto, as leis objetivas. O Materialismo Dialético define lei como a conexão interna entre e necessária entre duas coisas. Uma lei se caracteriza como uma conexão de causa e efeito.

La ley implica un nexo de causa y efecto, en su más profundo sentido. En el nexo, esencial entre dos fenómenos, que es lo que constituye la ley, la acción de un aspecto se convierte en causa de la acción del otro, y, a la par, en efecto suyo. (...) Toda ley existe sobre la base de ciertas condiciones, plantea determinadas exigencias, en consonancia con los rasgos que le son inherentes, y se manifiesta en acciones, características de ella (ROSENTAL e STRAKS, 1960, p.157, 160).

Optou-se por considerar, no presente trabalho, “normas de análise” ou “princípios de análise” o posicionamento filosófico para explicar, sob o prisma do Materialismo Dialético, a dinâmica das paisagens. Significa que o pesquisador elabora o conhecimento sobre a dinâmica terrestre, mas sempre procurando um entendimento nos fatos natural, nas suas conexões dialéticas, nas suas transformações e contradições. Assim, a Dialética passa a ser um método de pensamento, uma Lógica. O conhecimento como reflexo não é uma cópia da coisa

em quaisquer formas materiais, não é a criação de uma alma gêmea, mas uma forma da atividade humana, oriunda das propriedades e das leis do objeto, tomadas em seu desenvolvimento (KOPNIN, 1972, p. 23)

Esses princípios da Dialética Materialista, aplicados ao estudo da estruturação natural das paisagens, podem ser enunciados sinteticamente assim:

- a) Todos os fenômenos da natureza e, por conseguinte, das paisagens naturais, encontram-se em permanente relacionamento ou conexão.

Os fenômenos naturais, por mais distante, às vezes, que se encontrem, acham-se relacionados. O senso comum nem sempre assim percebe esse aspecto da Natureza. Para o senso comum, os fatos naturais são aquilo que salta aos olhos e em geral se apresentam independentemente dos demais. Exemplos: a chuva é uma chuva; a escarpa é uma escarpa; a formação vegetal do tipo Caatinga é apenas uma caatinga, a rocha é uma rocha, etc. Essa é uma concepção não científica de mundo que, em geral, acompanha o aluno até o Ensino Médio e, muitas vezes, chega com ele na Faculdade. Esses fenômenos naturais apresentam-se como um todo, unido e impossível de ser dissociado³.

Essa questão foi analisada filosoficamente por Engels (1953) no célebre ensaio “Ludwig Feuerbach e o fim da filosofia clássica alemã”, publicado no século XIX, e nos manuscritos de A Dialética da Natureza (Engels, 1979).

A conexão dos fenômenos naturais foi também examinada, à luz do Materialismo Dialético, por SHAJNAZAROV (S/D), renomado filósofo russo, para quem o movimento e o desenvolvimento dos fatos naturais são impossíveis sem a ação mútua dos lados e fenômenos contrapostos, em interconexão com as condições de vida circundantes. Shajnazarov menciona, para exemplificar a conexões entre fatos do mundo natural, o Princípio (ou lei) de Arquimedes, que expressa a relação entre um corpo sólido imerso em um corpo líquido, tão mencionado pela Física Clássica.

É indubitável que essa conexão é objetiva e, agrade-nos ou não, é preciso levá-la em conta, inclusive quando atamos o peso de chumbo à rede de pescar. Não é menos claro, também, que a Lei de

³A presente tese foi estruturada de tal forma que “separa” em itens diversos os elementos da paisagem, dando a impressão de que são fatos e fenômenos isolados. Essa estruturação foi concebida muito mais para atender a objetivos didáticos e facilitar a leitura e a compreensão de um tema relativamente complexo, que é a Totalidade na natureza.

Arquimedes não expressa a conexão universal: a imersão de qualquer corpo sólido em qualquer líquido tem como resultado o derivado dessa lei. Esta conexão é essencial e necessária, posto que revela nexos muito importantes entre os sólidos e os líquidos e se manifesta, inevitavelmente, sempre que entram ambos em ação mútua e, por último, quantas vezes façamos a experiência, outras tantas confirmaremos esta lei. (Assim) Lei é a conexão objetiva, universal, necessária e essencial de fenômenos e objetos que se caracteriza pela sua estabilidade e repetição. (Apud SODRÉ, 1968, p.108)

O estudo das paisagens realizado sob uma ótica da ciência compartimentada direciona ao isolamento dos fatos naturais. A Dialética Materialista induz à interdisciplinaridade, à visão holística dos fatos e fenômenos da natureza, opondo-se, na prática, ao Positivismo e suas manifestações mais recentes.

b) *Todos os fenômenos presentes nas paisagens naturais apresentam-se em estado de frequente transformação.*

A Dialética analisa os fenômenos físico-geográficos, que compõem as paisagens naturais, como algo que não se encontra em repouso, nem numa fase de estagnação, onde tudo é apenas o que é, o que a aparência mostra. A Dialética percebe a natureza como uma coisa que se encontra em permanente desenvolvimento. O mesmo pode ser dito ao ambiente da vida humana que, aliás, foi esmiuçado pelo filósofo marxista dissidente checo, Karel Kosik (1969).

Kosik (1969) considera que:

O complexo de fenômenos que povoam o ambiente cotidiano e a atmosfera comum da vida humana, que, com a sua regularidade, imediatismo e evidência, penetram na consciência do indivíduo agente, assumindo um aspecto independente e natural, constitui o mundo da pseudoconcreticidade. A ele pertence o mundo dos fenômenos externos, que se desenvolvem à superfície dos processos realmente essenciais. (KOSIK, 1969, p.11)

No mundo da pseudoconcreticidade, a que se referiu KOSIK (1969), as pessoas observam, por exemplo, os fatos naturais como coisas que “são assim e sempre foram assim”, imutáveis.

Os aspectos quantitativos de um fenômeno natural acarretam, inevitavelmente, mudanças qualitativas deste. Os fenômenos passam de um estado a outro a partir de mudanças quantitativas que evoluem para mudanças qualitativas. Esse fato é particularmente observado na análise climática e na análise geomorfológica. Mais adiante esse fato será examinado, com certo nível de detalhamento.

Todos os fenômenos que compõem as paisagens naturais atravessam um processo nítido de desenvolvimento, mas não se trata de um mero crescimento. O desenvolvimento dos fenômenos naturais pressupõe que mudanças quantitativas resultem em mudanças qualitativas. Em geral, as mudanças de qualidade desses fenômenos são súbitas e podem se dar através de saltos qualitativos. As mudanças quantitativas são por vezes graduais, mas implicam sempre em mudanças radicais.

Engels (1979) abordou a questão da Dialética e o desenvolvimento dos fenômenos naturais e sociais, conforme consta no texto a seguir transcrito.

A grande ideia fundamental, segundo a qual o mundo não deve ser considerado como um complexo de coisas acabadas, mas como um complexo de processos em que as coisas, estáveis na aparência, tanto quanto seus reflexos intelectuais em nosso cérebro, os conceitos passam por mudanças ininterrupta de aparecimento e desaparecimento...esta grande ideia fundamental penetrou, sobretudo depois de Hegel, tão profundamente na consciência comum que não encontra, sob essa forma genérica, quase mais contradição ENGELS (1961, Apud SODRE, 1968, p. 81)

c) Todos os fenômenos naturais, do átomo a uma cordilheira, apresentam um estado frequente de contradição, de luta de contrários.

Os objetos que estão materializados nas diversas paisagens encontradas na epigeoesfera, quando são comparados nota-se que apresentam propriedades opostas, características diferentes. Um exclui o outro, dialeticamente. Neste caso, diz-se que são contrários e que se excluem mutuamente. A contradição é, portanto, uma relação dialética entre contrários.

Onde quer que se choquem os contrários, onde quer que se estabeleçam entre eles umas e outras relações, aparecem sempre contradições, uma vez que se chocam correntes e forças opostas. Os contrários fazem parte, portanto, da contradição.

Yajot (s.d., Apud Sodré, 1968) assim se refere à luta de contrários:

A luta entre os distintos contraditórios é devida a que se acham vinculados entre si, formam um todo único e, ao mesmo tempo, repelem-se, excluem-se mutuamente. Nesse caso, as colisões, a luta, são inevitáveis. Onde existe unidade dos contrários, por conseguinte, existe também luta entre eles. Deve entender-se por luta dos contrários “a aspiração” de cada um de ter uma significação preponderante, dominante, no processo, no fenômeno. Mas não é a unidade, senão a luta dos contrários que desempenha o papel principal (Apud SODRÊ, 1968: p.131).

O Materialismo Dialético considera que a exclusão mútua dos contrários fornece o impulso necessário para o desenvolvimento dos objetos e fenômenos naturais. Os contrários são precisamente os aspectos, tendências ou forças internas do objeto que se excluem mutuamente, mas, ao mesmo tempo, se pressupõem um ao outro; é a unidade dos contrários, conforme lembra AFANASIEV (1968).

Existem contradições específicas em cada esfera da realidade, como por exemplo, as contradições observadas: nas partículas ínfimas da matéria, entre blocos rochosos adjacentes, nas massas de ar qualitativamente diferentes quando em contato, nos processos erosivos e deposicionais, no desenvolvimento do conhecimento humano, etc.

As contradições dialéticas são a fonte de variações de todos os objetos e fenômenos do mundo real (KOVALHOV, 1974).

d) *Os objetos e fenômenos verificados nas paisagens naturais passam por três etapas, ou seja, a primeira é a tese, depois esta dá lugar à sua negação (antítese) e esta conduz à negação da antítese. Esta lei foi denominada de “A Negação da Negação”.*

Cheptulin (1982), um dos renomados filósofos da antiga União Soviética, analisou a Dialética Materialista, especialmente as categorias e leis da Dialética e abordou, com propriedade, a lei da Negação da Negação, que é um dos pontos fundamentais do Materialismo Dialético, mas que foi esboçada, antes de Marx e Engels, por Hegel.

Num determinado estágio do desenvolvimento da contradição, os contrários mudam-se, seja um pelo outro, seja pelas formas superiores, condicionando a resolução da contradição e ao mesmo tempo, a eliminação do antigo estado qualitativo e o aparecimento de um estado novo. O aparecimento deste resulta, portanto, da negação do antigo estado qualitativo que já está anulado. O resultado disso é que a negação é um momento necessário do desenvolvimento. (...) A passagem da coisa em seu contrário é característica da negação dialética, mas nem toda negação dialética significa passagem de um fenômeno negado em seu contrário; pode acontecer que, no curso da negação dialética, o fenômeno transforme-se ou não em seu contrário, ou em qualquer outra coisa, superior em relação ao estado qualitativo anterior (CHEPTULIN, 1982, pp. 313, 315).

O desenvolvimento dos fenômenos naturais tem certo caráter gradual, manifesta uma ciclicidade e pode ser compreendido a partir da aplicação da lei da Negação da Negação. A ciclicidade do relevo terrestre, por exemplo, que será

examinada mais adiante, neste trabalho, demonstra essa assertiva. Mas não apenas os fatos geomorfológicos podem ser examinados a partir dessa lei. Todos os elementos das paisagens naturais evoluem pela negação da sua fase anterior.

3.4 AS CATEGORIAS FILOSÓFICAS DO MATERIALISMO DIALÉTICO E A ANÁLISE DAS PAISAGENS

As categorias filosóficas são as noções lógicas fundamentais que refletem as propriedades essenciais, os aspectos e as relações mais gerais entre os fenômenos reais (KHILYABICH, 1967). O Materialismo Dialético analisa as leis e categorias gerais da natureza, da sociedade e do pensamento (Figura 3).

Figura 3 - Esquema das relações entre leis gerais, categorias filosóficas, teoria do conhecimento e a elaboração de princípios, segundo o Materialismo Dialético



Fonte: elaborado por Lucivânio Jatobá (2017)

Kopnin (1978) considera que o sistema lógico da Dialética Materialista não pode ser interpretado sem que nele se defina o lugar assumido pelas categorias filosóficas, que são reflexo do mundo objetivo, ou seja, uma generalização dos fenômenos e processos.

As categorias da Dialética Materialista não incorporam o conteúdo de todos os conceitos fundamentais das outras ciências, sendo por isto inúteis as tentativas de deduzir pura e simplesmente das categorias do Materialismo Dialético o conteúdo dos conceitos fundamentais das outras ciências, pois, com sua ajuda se estabelecem os conceitos fundamentais das ciências com base na análise do material concreto. E isto significa que o conteúdo das categorias filosóficas está relacionado, sob um aspecto ou outro, com o conteúdo de conceitos concretos isolados, abrange as coisas

singulares e é um meio de conhecimento de toda a sua riqueza (KOPNIN, 1978, p. 108).

Uma das análises mais verticais sobre esse tema, a partir da perspectiva filosófica, foi realizada pelos filósofos ROSENTAL E STRAKS (1960), no livro *Categorias del Materialismo Dialéctico*. Essa obra forneceu importantes subsídios à análise dialético-materialista das paisagens aqui apresentada. As considerações feitas a seguir, relativas a esse tópico, apoiam-se, em parte, nesse trabalho dos filósofos russos citados.

As categorias filosóficas surgem no processo de conhecimento e de transformação da natureza e atuam como instrumento à atividade cognitiva do ser humano. A observação dos fenômenos e processos da natureza proporciona o material necessário, sem o qual não se pode julgar esses fenômenos e processos, nem conhecer nada sobre eles, segundo asseguram ROSENTAL E STRAKS (1960).

A função das categorias filosóficas consiste em ser um ponto de apoio ao conhecimento. O conhecimento humano se dá em dois níveis. O primeiro nível é o conhecimento sensível, isto é, aquele que ocorre a partir dos órgãos sensoriais, mas não representa a captação profunda da realidade objetiva. O segundo nível consiste na abstração e generalização, permitindo a descoberta de leis e das categorias filosóficas.

As categorias do Materialismo Dialético são as categorias do universal e expressam os aspectos da realidade e de seu desenvolvimento comuns a todos os fenômenos do mundo objetivo (ROSENTAL e STRAKS, 1960).

As principais categorias do Materialismo Dialético são: a matéria, o tempo, o espaço, a causa e o efeito, o fenômeno e a essência, o particular, o singular e o geral, a possibilidade e a realidade. Cada uma dessas e de outras categorias reflete aspectos do mundo objetivo.

O mundo atual vem recebendo uma avalanche de informações técnicas oriundas dos mais diversos ramos da ciência, especialmente da Informática. Diz-se, inclusive, que se vive numa “Sociedade da Informação” ou numa “Sociedade de Conhecimento” (ILHARCO, 2003).

Novos paradigmas científicos despontam com uma rapidez que causa espanto e admiração, e revolucionam o conhecimento científico. Essa avalanche referida age como elemento de propulsão para o Materialismo Dialético e vem endossar bastante a questão das categorias filosóficas do método dialético-

materialista. O desafio maior é a aplicação de metodologias técnicas e de informática, inclusive, à análise dialético-materialista e à interpretação da natureza. Novas categorias filosóficas precisam ser estabelecidas, desvendadas.

3.4.1 A Matéria

A ampla variedade de fenômenos que são observados na natureza corresponde às diversas formas da matéria. A Física define matéria como tudo aquilo que possui massa e que ocupa um lugar no espaço. O Materialismo Dialético entende como matéria tudo que constitui o mundo objetivo que existe nas diversas formas de manifestação e em movimento, que é uma de suas principais propriedades.

O Materialismo Dialético considera que o movimento não é apenas a simples mudança de lugar, como defendia o Materialismo Mecanicista. O movimento possui um aspecto mais simples que é o deslocamento mecânico de um determinado corpo no espaço, e uma característica mais complexa, como por exemplo o movimento desordenado das moléculas de um gás, por exemplo, sendo aquecido ou os processos térmicos de moléculas que compõem uma rocha. As radiações eletromagnéticas podem ser tidas como um estado particular do movimento da matéria.

O movimento da matéria manifesta-se nos processos químicos de transformação de substâncias diversas, relacionados com a associação e dissociação dos átomos e moléculas.

É preciso ressaltar que os conceitos físico e filosófico não se opõem, nem se excluem. Eles se interligam plenamente. Com o avanço das ciências, o conceito físico de matéria se aprofunda mais e mais, sobretudo no que concerne às propriedades desta.

O Materialismo Dialético defende, ainda, que a matéria é a fonte única de todos os processos que se operam nas paisagens naturais, nas camadas Atmosfera, Litosfera, Hidrosfera e Biosfera. As formas fundamentais da matéria são vistas, por essa corrente filosófica, como os sistemas inorgânicos, os sistemas biológicos e os sistemas socialmente organizados, ou seja, o sistema social e econômico.

3.4.2 O Espaço e o Tempo

A matéria existe no espaço e no tempo que são as formas objetivas de sua existência. O Materialismo Dialético entende que o espaço e o tempo são absolutos. Nada pode existir fora deles. São categorias filosóficas objetivas. Contudo, para Kant (1980), só existem espaço e tempo porque há consciência humana. Esta é uma visão filosoficamente idealista.

O espaço não é um conceito discursivo, um conceito universal de relações de coisas em geral, mas uma intuição pura; tempo não é um conceito empírico, é uma representação necessária, subjacente a todas intuições, uma forma pura de intuição sensível (Kant, 1980). Os materialistas dialéticos explicam, ao contrário, que o homem surgiu muito depois da formação da natureza e num determinado tempo, portanto o espaço e o tempo já existiam independentemente da consciência. O espaço e o tempo possuem dimensões variadas, conforme acentua Frolov (1965):

El espacio es tridimensional; el tiempo una dimensión y sólo una; el primero expresa el orden en que están dispuestos simultáneamente objetos que coexisten; el segundo, en cambio, expresa la sucesión en que van existiendo los fenómenos que se sustituyen unos a otros. El tiempo es irreversible, o sea, todo proceso material se desarrolla en una dirección, del pasado al futuro (FROLOV, 1965, p. 462).

Afanasiev (1968) defende que a propriedade universal dos processos materiais de transcorrer um após o outro, sem descontinuidade, ter duração e desenvolver-se por etapas e fases, reflete o conceito filosófico de tempo. A essência do tempo não pode ser eluciada se não for examinada a partir do ponto de vista da dialética do processo de desenvolvimento (ASKIN, 1969)

Cheptulin (1982), ao analisar as categorias Espaço e Tempo, afirma que:

A matéria, que possui um movimento absoluto e um repouso relativo, existe não sob a forma de massa totalmente homogênea, mas divide-se em um conjunto de formações materiais particulares. Cada formação material particular, enquanto parte do mundo material, possui uma certa extensão e está em correlação, de uma maneira ou de outra, com outros objetos e formações materiais particulares que a rodeiam. A extensão das formações materiais particulares e a relação entre cada uma delas com as outras formações materiais que a rodeiam é o espaço. (...) A duração da existência das formações anteriores e posteriores é o tempo (CHEPTULIN, 1982, p. 181)

O tempo na análise geológica e geomorfológica não pode ser diretamente percebido, salvo quando da ocorrência de eventos muito recentes, como por

exemplo, um movimento de massa numa encosta, após um episódio extremo de chuvas, ou um paroxismo vulcânico. A magnitude e a variabilidade do tempo nas geociências (Tatjé, 1986) informa que existem acontecimentos extremamente dilatados no tempo, que são fundamentalmente fenômenos geomorfológicos estruturais, e processos geográficos extremamente breves.

Alguns exemplos de fatos e elementos observados na natureza e o tempo em que se consumam, entre outros, são:

- Raio – segundo
- Sismo – vários segundos
- Explosão vulcânica – vários segundos
- Deslizamento de terra – vários minutos
- Erosão linear - várias horas
- As estações do ano – meses
- Planície costeira – séculos
- Terraços fluviais – milhares de anos
- Época geológica – milhares de anos
- Ciclo de erosão – milhões de anos
- Escudos – Bilhões de anos

Os eventos pretéritos podem ser deduzidos e cronologicamente datados de forma absoluta ou relativa, à luz da aplicação do Princípio do Atualismo e da interpretação paleontológica dos depósitos sedimentares correlativos. George (1969) considerou que o tempo “geográfico” é um tempo percebido e vivido como tempo ativo e tempo sentido. Acentuou ainda que o tempo geográfico se define sob uma forma cíclica.

Na época medieval, o tempo terrestre, por uma imposição filosófico-religiosa, era curto demais.

Os sábios cristãos da época, geralmente aceitavam que a idade de Terra era de aproximadamente 6000 anos, um valor baseado na aceitação literal dos antigos textos hebraicos. Dentro de breve espaço de tempo, assim admitido, era inimaginável que o gotejar da chuva, as ondas do mar e imperceptíveis movimentos crustais pudessem ter um papel significativo na modelação da superfície da Terra (EICHER, 1969, p. 18).

Como lembra Eicher (1969), têm sido inventados vários esquemas teóricos nos quais eventos geológicos-chave são localizados proporcionalmente em

unidades de comprimento ou tempo atuais, tornando assim o tempo geológico mais compreensível. Esse autor exemplifica a cronologia dos eventos terrestres com uma analogia interessante e didática com o tempo antrópico de ano.

Comprimam-se, por exemplo, todos os 4,5 bilhões de anos do tempo geológico em um só ano. Nesta escala, as rochas mais antigas reconhecidas datam de março. Os seres vivos apareceram inicialmente nos mares, em maio. As plantas e os animais terrestres surgiram no final de novembro, e os pântanos, amplamente espalhados, que formaram depósitos de carvão pensilvaniano, floresceram durante cerca de quatro dias no início de dezembro. Os dinossauros dominavam nos meados de dezembro, mas desapareceram no dia 26, mais ou menos na época que as montanhas rochosas se elevaram inicialmente. Criaturas humanóides apareceram em algum momento na noite de 31 de dezembro e as mais recentes camadas de gelo continentais começaram a regredir da área dos Grandes Lagos e do norte da Europa há cerca de 1 minuto e 15 segundos antes da noite do dia 31 (EICHER, 1969, p.34)

Na escala do tempo geológico, cada intervalo relaciona-se com um conjunto de rochas, sedimentos e fósseis, em alguns casos, permitindo, por conseguinte, a reconstrução dos eventos e do movimento da matéria. A lei da superposição das camadas, ou Lei de Steno, de caráter geral, permite concluir, quanto à questão do tempo geológico, que numa sucessão vertical de camadas rochosas não perturbadas tectonicamente, as mais jovens são as que espacialmente estão mais dispostas sobre um outra.

Tricart (1965) apresentou, na década de 1960, às comunidades geográfica e geológica internacionais, uma importante classificação dos fatos geomorfológicos. Estruturou-a levando em consideração as dimensões espaciais e temporais, ou seja, as categorias espaço e tempo. Estabeleceu nessa classificação ordens de grandeza e unidades das superfícies (espaço), além das características das unidades, as unidades climáticas, os mecanismos causais do relevo e a ordem grandeza de permanência temporal. As ordens de grandeza para as dimensões espaciais e temporais, na classificação taxionômica em pauta, permitiram a representação dos fatos geomorfológicos e geológicos em diversas escalas de mapeamento.

Na época em que o Materialismo Dialético começava a se estruturar, a datação dos eventos geológicos e geomorfológicos era feita de maneira bastante precária, dado o nível em que se encontravam as ciências, e em especial as geociências. As técnicas de datação relativa eram praticamente as únicas que se apresentavam aos geólogos e aos geógrafos. Na atualidade, nota-se um avanço

enorme nas técnicas de datação absoluta, que permitem melhores estudos estratigráficos, tais como a dendrocronologia, a varvecronologia, a radiocronologia e os métodos de datação relacionados com o paleomagnetismo, além de diversas técnicas, entre as quais se destacam as estimativas baseadas na salinidade e nas taxas de deposição.

3.4.3 A Causa e o Efeito

Essas duas categorias filosóficas são a forma mais conhecida da conexão entre fenômenos e fatos encontrados na paisagem natural. O fenômeno que faz surgir outro fenômeno desempenha em relação a este último o papel de causa. O resultado da ação da causa é o que se denomina efeito (Buzúiev e Gorodnov, 1987). Elas permitem compreender, no estudo das paisagens, a partir da visão dialético-materialista, a universal interdependência e os condicionantes dos diversos fenômenos e sua concatenação. Os fenômenos naturais estabelecem entre si uma unidade indissolúvel, ou seja, na superfície terrestre a natureza orgânica, os biomas, vinculam-se à natureza inorgânica (solos, clima, litomassa etc).

O Materialismo Mecanicista defendia que a causa do fenômeno encontra-se externamente a este, noutro fenômeno. O Materialismo Dialético considera que, em parte, isso é verdade, porém não reduz a causa do aparecimento e da existência de fenômenos às ações exteriores que eles sofrem, e sim no próprio fenômeno, na sua natureza interna (Cheptulin, 1982).

As paisagens naturais das áreas emersas da epigeoesfera apresentam um quadro onde se verifica a existência de fenômenos bastante variados, mas que possuem conexões determinadas. A relação entre a ação fluvial e a litomassa, que serve como substrato das paisagens, é um dos muitos exemplos da conexão de causa e efeito de um processo geológico-geomorfológico, que é a desnudação das rochas.

A causa compreende tudo o que acarreta a formação de um fenômeno, enquanto efeito é o fenômeno produzido por uma dada causa. Um fenômeno que provoca a existência de outro fenômeno age como causa deste, portanto, a causalidade é o nexo entre dois fenômenos. O Materialismo Dialético considera, ainda, que o nexo causal entre os fenômenos da natureza têm um caráter universal.

Na elaboração das paisagens, determinadas condições atuam como fenômenos necessários à ocorrência de determinado acontecimento. Ao formar-se o

conceito de causa e efeito, o homem isola uns e outros aspectos da unidade do processo objetivo. O nexos causal entre os fenômenos tem caráter universal (Konstantinov, 1965).

3.4.4 O Fenômeno e a Essência

Qualquer objeto material que há na superfície terrestre apresenta uma unidade do fenômeno e essência. Estes expressam a interação dos aspectos externos e internos dos elementos naturais e processos que compõem a realidade objetiva.

O Materialismo Dialético considera que essência e fenômeno são dois aspectos indissolivelmente vinculados. A essência corresponde às características fundamentais do objeto e a sua natureza interna, enquanto o fenômeno é a manifestação externa da essência. Pode-se dizer que o fenômeno é a forma com a qual os diversos processos afloram.

A essência dos objetos encontra-se latente, sendo, por conseguinte, inacessível à simples observação. O fenômeno, no entanto, é percebido pelos órgãos sensoriais.

Siussiukálov (1982) defende que o conhecimento tem início por algo que é acessível à percepção sensorial direta e define fenômeno como esse aspecto externo e relativamente mutável das coisas e dos processos. E ainda, define essência como o aspecto interno, relativamente estável e determinante, oculto nos fenômenos e inacessível à percepção direta. A essência dos fenômenos é acessível pelo pensamento abstrato, como defende o Materialismo Dialético.

As formas externas dos fenômenos, que são percebidas pelos órgãos sensoriais, podem, no entanto, fornecer uma falsa idéia da essência das coisas. Esse fato ocorre, por exemplo, na análise de produtos de sensoriamento remoto para estudos climáticos, geomorfológicos e geológicos. Cheptulin (1982) analisou dialeticamente as correlações da essência com o fenômeno:

Embora sendo uma forma de expressão da essência, o fenômeno não coincide com ela, mas dela distingue-se e chega mesmo a deformá-la. A deformação produz-se pelo fato de que a essência do objeto manifesta-se mediante a interação desse último com outros objetos que o rodeiam, que têm influência sobre o fenômeno, introduzem certas modificações em seu conteúdo e, exatamente, por isso, o enriquecem. Em decorrência disso, o fenômeno aparece como a síntese do que vem da essência, do que é condicionado por ela e do que é introduzido do exterior, do que é condicionado pela

ação da realidade que rodeia o objeto, isto é, de outros objetos que lhe estão ligados. (...) Reconhecer a existência de fenômenos que não deformam a essência pode conduzir a duvidar da universalidade da tese do Materialismo Dialético sobre a não-coincidência do fenômeno e da essência, sobre a diferença e a oposição entre a essência e o fenômeno, e pode, inclusive, levar a afirmar que a essência de alguns fenômenos pode ser conhecida por sua percepção direta (CHEPTULIN: 1982, p. 278).

3.4.5 O particular, o singular e o geral

O particular é uma formação material relativamente isolada, uma coisa, um objeto, um fenômeno ou acontecimento. O particular é o fenômeno ou objeto que apresenta qualidades específicas que os distinguem do geral. Quando se diz relativamente isolada, não se nega que o particular mantenha interação com o geral. No Agreste de Pernambuco, por exemplo, existem espaços, designados como “áreas de exceção”, examinados mais adiante, individualizados no ambiente semiárido: são espaços úmidos no meio de áreas de clima regional semiárido. Contudo, a existência dessas “ilhas de umidade” justifica-se pela ascensão e resfriamento adiabático do ar que regionalmente atua no Nordeste brasileiro. A existência das “áreas de exceção”, que é um fato particular, subordina-se a ações de fenômenos adjacentes e também internos dessas paisagens, como a litomassa, por exemplo.

No particular define-se o singular, a partir de propriedades e traços individuais que são inerentes ao particular. Ainda tomando por base as “áreas de exceção” do Agreste pernambucano, neste caso o singular pode ser a posição de um vale que desce do maciço residual, ou uma vertente a sotavento deste.

O geral configura-se como propriedades e traços afins, quase iguais, que se repetem e pertencem a todos os fenômenos de um determinado grupo. A título de exemplificação, a Depressão Sertaneja, esmiuçada no item 9, é o geral.

3.4.6 A Possibilidade e a Realidade

O Materialismo Dialético preconiza que a realidade é aquilo que existe realmente, ao passo que a possibilidade é o que pode ser produzido quando as condições são próprias. Considera também que a possibilidade tem uma existência real, mas apenas como propriedade, ou seja a capacidade da matéria de transformar-se de um estado qualitativamente em outro (CHEPTULIN, 1982).

O Materialismo Dialético defende que o fato novo, o fenômeno novo, não desponta subitamente e que as premissas que a ele darão origem são designadas como possibilidade.

Possibilidade é, portanto, uma formação material, uma propriedade, estados que não existem na realidade, mas que podem manifestar-se em face da capacidade da matéria passar de um estágio para outro. Dito de uma outra maneira, a realidade é uma possibilidade que já se consumou, enquanto a possibilidade é uma realidade em estado potencial. Na análise climática, pode-se afirmar que a evapotranspiração potencial é uma possibilidade e a evapotranspiração real, uma realidade.

Burlatski (1987) alerta para o fato de que uma possibilidade que existe fora de algumas condições da sua concretização é abstrata, e que ela torna-se realidade quando despontam as respectivas condições. Para que a possibilidade se transforme em realidade faz-se necessária pelo menos uma causa e não somente as condições objetivas.

Silva (2000), ao referir-se à análise ambiental, afirma que na visão sistêmica:

A realidade é percebida como composta por entidades físicas ou virtuais, os sistemas identificáveis, que se organizam segundo diversos tipos de relacionamentos, entre os quais ressaltam, para as investigações ambientais, as relações de inserção (hierarquia), justaposição (proximidade/contigüidade) e funcionalidade (Causalidade). Segundo esta perspectiva, a realidade ambiental pode ser, portanto, percebida como um agregado de sistemas relacionados entre si (SILVA, 2000, p.49).

A aptidão dos solos das diversas paisagens tropicais pode ser estudada, aplicando-se as categorias no Materialismo Dialético, Possibilidade e Realidade. Os diferentes solos, existentes nos mais variados ambientes, possuem muitas aptidões e, de acordo com essas, serem explorados economicamente de forma viável (Silva, 2014). A aptidão dos solos é uma possibilidade e exploração econômica desse Capital Natural, a realidade.

Percebe-se a partir dessa breve apresentação que o método dialético, com suas leis e categorias filosóficas, presta-se a uma análise aprofundada da dinâmica das paisagens naturais, subsidiando, portanto, as geociências.

4 A INTERPRETAÇÃO DIALÉTICO-MATERIALISTA DA DINÂMICA GEOLÓGICA E GEOMORFOLÓGICA DAS PAISAGENS

Neste tópico são apresentados diversos exemplos da aplicação do método dialético-materialista dos fenômenos geológicos e geomorfológicos presentes nas paisagens, em escalas diversas, e das categorias filosóficas do Materialismo Dialético. Questões relacionadas à morfogênese do relevo e à dinâmica crustal foram enfatizadas e interpretadas à luz do método Dialético-materialista.

4.1 A DIALÉTICA DA MORFOGÊNESE DO RELEVO TERRESTRE

Na parte mais superficial emersa dos continentes, observa-se um conjunto enorme de feições e compartimentos de relevo que são objeto de estudo de uma geociência, a Geomorfologia. A Geomorfologia subordina-se à Geologia Estrutural, haja vista que a estrutura geológica, em seus diversos aspectos, comanda a localização e a disposição das camadas rochosas nas quais é esculpido o relevo que serve como substrato das paisagens naturais. Conexões entre o relevo e as condições paleoclimáticas e atuais também são observadas na compartimentação geomorfológica. A formação do relevo terrestre se verificou a partir das correlações pretéritas de deformações tectônicas de terrenos preexistentes, da litomassa e dos processos erosivos, profundamente subordinados às condições paleoclimáticas e atuais dos climas.

Aziz Nacib Ab' Sáber (1975), um dos mais insígnies geógrafos físicos da América do Sul, ao analisar a esculturação da superfície terrestre, considerou que:

1-os fatores responsáveis pela elaboração das formas de relevo são sempre combinações regionais de processos, dependentes das condições climáticas (e hidroclimáticas) de cada área; 2- o relevo atual é sempre uma herança de prolongados processos combinados de erosão que variaram muitas vezes no decorrer do tempo (AB'SÁBER, 1975, p. 13).

As ideias de Ab'Sáber (1975) revelam uma implícita análise materialista-dialética do relevo terrestre, mesmo que de forma não explícita, quando enfatiza “as combinações regionais de processos” (conexão dialética), a categoria filosófica causa e efeito (“combinações de processos dependentes das condições climáticas e

hidroclimáticas”) e a categoria tempo (“processos combinados de erosão que variaram... no decorrer do tempo”).

O relevo terrestre é um saldo de uma luta de contrários estabelecida entre fenômenos endógenos e exógenos do planeta Terra. Essa é, portanto, uma questão dialética e que pode ser compreendida, em sua plenitude, a partir da aplicação da lei da contradição ou da Luta de Contrários.

Os fatores endógenos, como um dos componentes do complexo processo de desenvolvimento da matéria planetária, intervêm direta ou indiretamente na formação do relevo terrestre (Kostenko, 1991). A tendência desses fatores endógenos é desnivelar a superfície terrestre, soerguendo ou rebaixando superfícies, originando horst, grabens, domos, edifícios vulcânicos, vales estruturais etc. Contrariamente, os agentes e processos morfoclimáticos buscam nivelar as irregularidades topográficas.

Os fatores exógenos agem nas superfícies continentais das placas litosféricas e, de forma parcial, nas bacias oceânicas, e compreendem o intemperismo, a erosão, o transporte e a deposição. A erosão funciona como a causa da deposição, e esta, efeito daquela. A erosão e a deposição são fenômeno e essência do relevo esculpido e percebido nas paisagens naturais e conduzem à nivelação das irregularidades verificadas na superfície terrestre.

Mesmo existindo a luta de contrários, há uma unidade nessa contradição entre os fatores endógenos e exógenos do relevo terrestre, e uma expressiva conexão dialética entre ambos. Os levantamentos tectônicos gerais, por exemplo, representam um fator endógeno que fornece energia potencial que se transforma em energia cinética aos processos desnudacionais antes referidos. Uma escarpa de falha jovem, na escala cronológica da Geologia, tende a acelerar os processos erosivos na vertente e uma deposição sedimentar nas áreas rebaixadas.

Kostenko (1991) analisa as deformações tectônicas, permitindo algumas considerações filosóficas, no tocante a algumas das categorias da Dialética:

Durante el estudio de las deformaciones tectónicas vivas, surge una serie de problemas particulares. Entre éstos tienen un significado especial: a) las condiciones geomorfológicas de su desarrollo, b) el inicio del proceso conerosivo, c) la diferencia entre la estructura interna y la expresion externa de las formas estructurales. La explicacion a estos problemas (relacionados em forma natural com el análisis geomorfológico-estructural específico) favorece a definición del tipo de desarrollo tectónico moderno, su dirección, carácter

hereditário y uma serie de otras características (KOSTENKO, 1991, p. 55).

Os fenômenos tectônicos possuem qualidades específicas que as distinguem dos processos geológicos exógenos e condicionam o desenvolvimento geomorfológico da paisagem. São, assim, o Particular dentro do Geral. Nem todas as áreas da epigeoesfera apresentam fenômenos tectônicos ativos. A forma dos fenômenos tectônicos desponta em algumas paisagens e podem revelar a essência deles, como são uma falha normal, um domo ou uma falha de rejeito direcional. Há uma unidade entre o fenômeno tectônico moderno e a sua essência, bem como uma interação entre a forma e o conteúdo, que são a realidade objetiva.

O relevo terrestre forma-se e evolui na epigeoesfera. Inicialmente, em muitas áreas, o desenvolvimento do ciclo do relevo tem início a partir do movimento da matéria representado por fenômenos tectônicos de larga envergadura. Esses fenômenos aparecem, portanto, como causa e as deformações do terreno como efeito. Uma das categorias filosóficas que a explica é exatamente a de Causa e Efeito, anteriormente esquadrinhada.

As interações entre os elementos estruturais da Terra e os processos de desnudação são complexos, como acentua Christopherson (2012). Ab'Sáber (1975) já acentuava as relações entre a desnudação, que faz aflorar rochas originadas primariamente em áreas profundas da crosta terrestre, e as ações tectônicas, forças descomunais que elevam massas rochosas, além das interferências relativamente passivas do fator litológico, que opõem resistência às ações dos fatores erosivos.

Existem áreas em que as rochas intrusivas estão expostas à superfície. Sabendo-se que tais rochas se originaram em bolsões a 5.000 ou 10.000 metros de profundidade (tal como acontece com os granitos) deduz-se que foi a desnudação prolongada que efetuou a remoção das massas rochosas ditas encaixantes, expondo as rochas de origem profunda. Deduz-se, também, que houve processos de levantamento regional, por forças internas, que estimularam naturalmente a atuação dos processos desnudacionais (AB'SÁBER, 1975, p.14)

O Materialismo Dialético considera como categoria filosófica os conceitos fundamentais que refletem as propriedades, os aspectos e as relações essenciais dos fundamentos da realidade. Não reduz, como acentua Cheptulin (1982), por exemplo, a causa do aparecimento e da existência do fenômeno às ações exteriores

que ele sofre, nem procura sua existência no exterior, em outros fenômenos mas no próprio fenômeno, em sua natureza interna.

Os fenômenos tectônicos e os magmáticos (intrusivos e extrusivos) estão correlacionados ao movimento da matéria (magma terrestre) na porção superior do Manto, sobre a qual se situa a Litosfera. Em face do calor e da energia imensos existentes nessa porção interior do planeta, são gerados movimentos de larga envergadura, denominados Correntes de Convecção do Manto. Esse modelo de movimento da matéria magmática situada sobretudo na Astenosfera foi proposto, na década de 1930, pelo geólogo Arthur Holmes, e publicado, posteriormente, no livro *Geologia Física* (Holmes 1986).

O mecanismo convectivo não é um processo constante, mas periódico, que aumenta e diminui, começando de novo com diferente disposição dos centros. Depois de haver-se estabilizado, a marcha da corrente deve ser extremamente lenta durante um longo período. Como o material mais quente e mais leve se eleva desde a base, formando colunas ascendentes e o material mais frio e mais pesado baixa de novo da parte alta em colunas descendentes, a força matriz das correntes e portanto sua velocidade, vai aumentando. Durante um período relativamente curto, as correntes se movem bastante depressa. Ao final desta etapa, o material mais quente começa a se espalhar nos estratos superiores, enquanto que o material mais frio se desloca ao longo do fundo. Isso retarda as correntes (HOLMES, 1976, p.408)

Vários aspectos ressaltados por Holmes (1976) carecem de uma explicação a partir do Materialismo Dialético. Em primeiro lugar, o movimento eterno da matéria. O Manto possui movimentos descomunais de matéria que agem como causa de fenômenos tectônicos na Crosta e acarretam, como consequência, rupturas de imensos blocos rochosos e deslocamentos destes. As correntes de convecção do manto encontram-se numa eterna luta de contrários, materializada por ascensão de material magmático que pode extrapolar a crosta e espalhar-se sobre a superfície do planeta, mediante os processos efusivos magmáticos, e subsidência de matéria mais fria e mais densa. Essa luta de contrários originará, deformações, desnivelamentos na epigeosfera, identificados como fraturas, falhas geológicas, dobras, arqueamentos, domos, flexuras etc.

Na década de 1950, esteve no Brasil o geomorfólogo Francis Ruellan, que contribuiu consideravelmente para o avanço dos estudos geomorfológicos no país. Ruellan (1952) desenvolveu e aplicou no Brasil o modelo dos Dobramentos de Fundo, anteriormente esquematizado por Emile Argand. Ruellan (1952) considerava

que os dobramentos de fundo eram a manifestação superficial de inchações ou adelgaçamentos do SIAL ou pelo menos ondulações desse SIAL. Argand e Ruellan não conseguiram, na época, desvendar a essência do fenômeno que se sabia repercutiu bastante sobre as grandes linhas do relevo, especialmente no Nordeste brasileiro. Andrade (1964) identificou no território nordestino as principais direções desses dobramentos de fundo. A dinâmica tectônica a que se referiram os autores referidos só seria bem explicada, décadas depois, com um paradigma revolucionário que surgiu na Geologia, a Teoria da Tectônica de Placas.

A análise do paradigma da Tectônica de Placas ou Tectônica Global pressupõe, de início, uma consideração das categorias filosóficas tempo e espaço. Não será aqui feita uma análise detalhada da Tectônica Global, pois fugiria aos propósitos principais deste trabalho. Contudo, uma sintética descrição poderá ser apresentada sobre a paleoplaca Gondwana e de sua dinâmica, onde reside a essência dos fenômenos geomorfológicos e geológicos do território brasileiro, especialmente da Região Nordeste do país.

A megaplaca Gondwana, que englobava o que hoje são a África, a América do Sul, a Austrália, a Índia, a Antártida e Madagáscar, foi reconstruída a partir de evidências geométricas. A primeira tentativa mais científica foi realizada por Smith e Hallam (1970). Tal reconstrução foi reconfirmada por análises subseqüentes dos dados de lineamentos magmáticos do Oceano Índico (KEAREY, 2014). Essa configuração esboçada por Smith e Hallam (1970), com relação à categoria tempo, corresponde a aproximadamente 180 milhões de anos AP, ou seja, até o Jurássico Médio.

No Jurássico Médio, a placa foi submetida a esforços tectônicos imensos, cuja essência residia no Manto Terrestre, ou seja, pela ação de gigantescas plumas do Manto que migraram à superfície (causa) e acarretaram fragmentação na imensa placa denominada Pangea (efeito). Duas grandes placas se originam a partir dessa ruptura: Laurásia e Gondwana. Após essa ruptura, e como consequência do movimento da matéria em larga escala, formou-se uma imensa fenda, com a forma de Y, rompeu-se a placa de Gondwana e uma migração espacial de novas placas litosféricas se iniciou, passando tal movimento a funcionar como causa de impressionantes deformações operadas na crosta terrestre (consequência).

A análise geológica da ruptura da paleoplaca Gondwana e seus efeitos no Brasil foi brilhantemente realizada pelo geólogo Fernando Flávio Marques de

ALMEIDA (1967). Essa obra, como salientou Umberto G. Cordani, foi “o divisor de águas para a Geologia do Brasil”. Almeida (1967) fez correlações geológicas entre o Nordeste brasileiro a porção ocidental do continente africano, que auxiliaram o entendimento e até a comprovação da ligação pretérita entre o Brasil e a África. Contribuição notável essa de Almeida (1967) para a Teoria da Tectônica de Placas, que dava os seus primeiros passos.

A ruptura da paleoplaca Gondwana, resultado, como se ressaltou anteriormente, de uma tremenda luta de contrários no planeta, deu início à abertura do Atlântico, que foi precedida por um descomunal magmatismo que originou a imensa Província Magmática do Paraná. Com a separação da América do Sul da África, resultante do antagonismo entre as correntes de convecção do Manto, desenvolvidas e atuantes a partir de extensas plumas magmáticas instaladas e intensamente ativas sob a paleoplaca em apreço, diversos fenômenos e processos passaram a se desenvolver. Instalou-se um período de reativação tectônica, houve uma reorganização estrutural da Plataforma Brasileira, com rupturas e deslocamentos de blocos rochosos em antigas áreas falhadas e fraturadas, representando, portanto, o movimento da matéria numa espantosa magnitude.

Esse período de revolução crustal, em que mudanças quantitativas fenomenais acarretaram mudanças qualitativas de grande intensidade de processos e fenômenos geológicos foi designado por ALMEIDA (1967) como Estádio de Reativação Tectônica da Plataforma Brasileira.

É preciso salientar que o Nordeste brasileiro, inclusive a área investigada no presente trabalho, foi profundamente atingido durante o evento tectônico assinalado. A convulsão geológica generalizou-se em praticamente todo o país em decorrência da ruptura de Gondwana e o seu deslocamento para oeste, carregando a Placa Sulamericana que começava adquirir forma.

Mais algumas palavras precisam ser ditas sobre esse evento geológico magnífico, e mais uma vez recorre-se a Almeida (1969), que distinguiu três fases distintas na Reativação Wealdeniana, atualmente denominada de “Evento Sul-Atlântico”. A primeira fase se dá do fim do Jurássico até o Cretáceo Médio. A segunda se inicia no Aptiano e atinge até o Eoceno, já no período Terciário. A terceira vai do pós- Eoceno e chega até o Holoceno.

Mabessone e Campanha (1974) realizaram uma sinopse das sequências sedimentares e uma análise das diversas fases da Reativação Wealdeniana, no

Nordeste brasileiro, que serão abordadas mais adiante. As deformações tectônicas e magmáticas exacerbam os milenares processos erosivos e acarretam a colmatação em amplas áreas. Neste particular, a lei da Negação da Negação, anteriormente mencionada, pode ser aplicada para a explicação dos eventos decorrentes. Em outras palavras, uma dada superfície do terreno, que era, por exemplo, composta de camadas rochosas horizontalmente dispostas (tese) teria sido submetida à ação contrária de esforços tectônicos de larga intensidade. A superfície, então, passaria a ser tectonicamente enrugada (negação). A partir da ação prolongada, geologicamente falando, de processos erosivos, a área enrugada pode evoluir para uma superfície plana, denominada de “superfície de erosão”. Essa superfície aplanada poderá ser novamente soerguida, por pressões geológicas descomuns internas, originando-se uma nova superfície desnivelada (negação da negação). No território brasileiro, e em especial na Região Nordeste do país, esse fato pode ser identificado facilmente nas paisagens agrestinas e sertanejas. Ainda neste momento de revisão conceitual de aspectos mais significativos dos fenômenos geológicos no espaço e no tempo, algumas referências podem ser feitas quanto às relações dialéticas entre subsidência e ascensão de áreas crustais e dois outros processos, que são a deposição e a erosão, relacionados com o movimento da matéria.

Um primeiro caso é aquele em que há uma subsidência rápida no espaço de deposição sedimentar, que pode estar em conexão com um falhamento ou a um forte deslocamento tectônico positivo do terreno adjacente na paisagem, onde está a área-fonte dos sedimentos. O falhamento atua como causa da aceleração dos processos erosivos na área-fonte e da deposição rápida, na área de acumulação, dos detritos subtraídos das regiões adjacentes mais elevadas. O aumento quantitativo da subida da área-fonte e a subsidência rápida da zona de acumulação de sedimentos proporcionará mudanças qualitativas dos processos de erosão e de transporte e da velocidade da desnudação. E mais, a categoria dialética qualidade se caracterizará pela dominante presença de sedimentos mal-selecionados, com minerais instáveis, tão comuns nos fanglomerados.

Outro caso seria o de uma subsidência e uma ascensão da área-fonte lentas. Os sedimentos acumulados na área deposicional são bem-selecionados, apresentando maturidade e arredondamento dos grãos. Essa situação é de aparente “tranquilidade” e imobilismo. Impossível, contudo, tal imobilismo. O movimento da matéria (sedimentos) é ininterrupto, absoluto. A velocidade com que se verifica é

variável e dependerá da energia (potencial ou cinética) que será fornecida ao sistema. As transformações operadas nos sedimentos são uma modalidade do movimento, que poderá ser mecânico, mesmo que lento, químico, indicado pelas alterações verificadas nas rochas da área-fonte.

Nos dois casos apresentados, sumariamente, fica patente a conexão dialética entre tectonismo, processos de erosão, processos de deposição e qualidade dos corpos sedimentares. Uma permanente transformação ocorre nas áreas de deposição e de erosão das paisagens naturais.

4.2 A DINÂMICA DAS VERTENTES, INTERFLÚVIOS E TALVEGUES

O observador atento das paisagens continentais logo divisará nelas três feições geomórficas que são substanciais para a interpretação do relevo: as vertentes, os interflúvios e os talwegues. Diversos processos atuam na definição dessas feições geomorfológicas e respondem pela dinâmica delas, como por exemplo, a litomassa, os processos tectônicos e as ações erosivas e deposicionais relacionadas às condições climáticas atuais e paleoclimáticas.

Na análise das paisagens, a interpretação das vertentes assume um papel relevante, haja vista que, na maioria das vezes, a degradação ambiental acontece em alguma encosta, conforme lembram ARAÚJO, ALMEIDA E GUERRA (2011).

Reconhece Dylik (1968) que a vertente é uma forma tridimensional que foi modelada pelos processos de desnudação atuantes no presente ou no passado, representando a conexão dinâmica entre o interflúvio e o fundo do vale.

A dinâmica de qualquer vertente verificada nas paisagens pode ser estudada como algo que recebe e perde matéria e energia. Perde matéria quando se alastram os processos erosivos e ganha matéria quando é recoberta por material coluvial advindo de áreas mais elevadas e que se acumula na média e baixa encostas. Perde energia potencial quando prolongadas fases erosivas vão reduzindo-a em inclinação e em altura com relação a um determinado nível de base local.

As vertentes são planos inclinados que enquadram um vale. Elas assumem as mais diversas feições, que denunciam, como efeito que são, a intervenção de diversas causas, englobadas nos grupos dos fatores tectônicos, erosivos e litológicos. As vertentes podem aparecer desnudas ou recobertas sobretudo por material de natureza coluvial, ou seja, material que foi retirado de uma determinada

área-fonte, mediante ação de processos erosivos, de transporte e de deposição, controlados fundamentalmente por uma lei geral, a Lei da Gravidade.

Aparentemente, “uma vertente está em repouso”. O pensamento metafísico assim o diria. Contudo, as vertentes, como matéria que são, movimentam-se. As formações superficiais, compostas fundamentalmente por elúvio e colúvio, deslocam-se, com menor ou maior velocidade, a partir da interferência da inclinação da encosta e de outros fatores, tais como: o conteúdo de água presente no manto de intemperismo, o tipo de material detrítico alterado física ou quimicamente, as características da fricção interna das formações superficiais e das relações entre os movimentos de massa com as formações superficiais e o substrato rochoso.

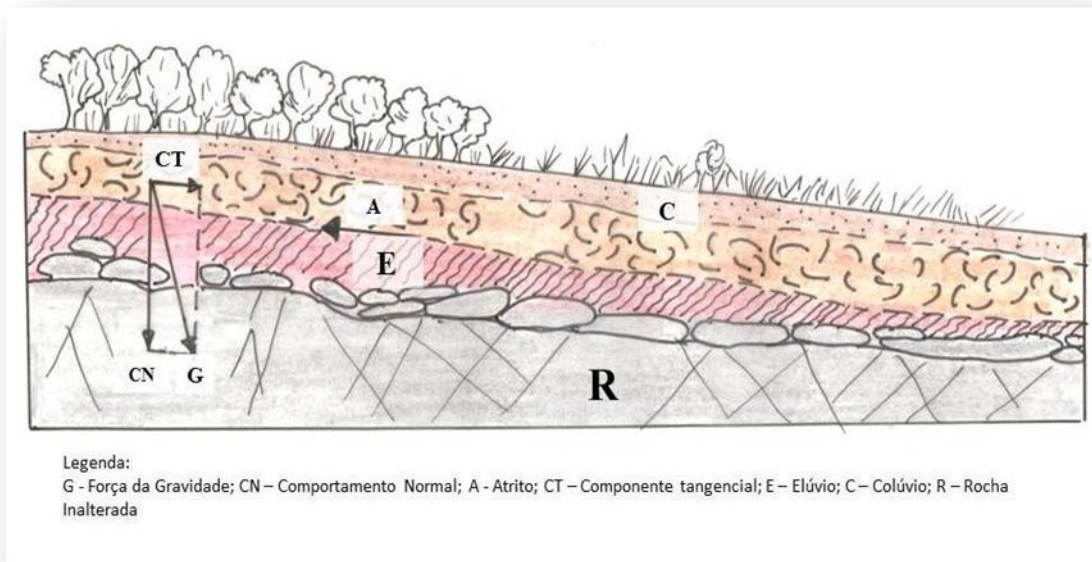
A matéria que atapeta as vertentes (regolito e solo) por elas desce, em face de uma imposição da gravidade terrestre. O modo como desce desempenha um papel nas mudanças qualitativas da vertente. A forma como se dá esse deslocamento da matéria é uma função de sua velocidade e de seu caráter mais ou menos coletivo. A reptação coletiva e a solifluxão exemplificam os movimentos coletivos lentos do regolito e do solo.

Os processos responsáveis pela elaboração das vertentes compreendem as forças atuantes, ou seja, os fatores climáticos, a tectônica, o nível de base, o escoamento superficial, as formações superficiais e as rochas. A litologia oferece uma resistência ao deslocamento em massa do manto de intemperismo, estabelecendo-se uma luta de contrários.

Em áreas submetidas ao neotectonismo⁴, a inclinação das vertentes sofre alterações quantitativas, a partir da ação tectônica, que redundam em mudanças qualitativas nos processos de erosão. O manto de intemperismo das vertentes poderá ser deslocado para o fundo do vale, a partir de uma complexa interação dialética entre forças diversas. A luta de contrários entre as forças que agem nesse manto de alteração da rocha provoca a esculturação da vertente, conforme poderá ser visto na Figura 4.

⁴“Necessário lembrar que ainda existe certa controvérsia com relação à idade a partir da qual os fenômenos estruturais podem ser tidos como neotectônicos. Há autores, por exemplo, que os consideram como sendo aqueles que se verificaram do Cretáceo ao Holoceno. Há outros, como Y. hasuí que preferem a utilização do termo “tectônica ressurgente”, ao se referirem à reativação de falhamentos pré-cambrianos acontecidos, no Brasil, durante o Cenozóico” (JATOBÁ, 2002)

Figura 4 - A luta de contrários entre as forças que agem na esculturação de uma vertente



Fonte: elaborado por Lucivânio Jatobá (2017)

De início, nota-se a conexão dialética entre fatos de natureza tão distinta, ou seja, a rocha (litomassa), o tectonismo, os processos erosivos e deposicionais, e as condições climáticas atuais e/ou pretéritas. Impossível entender a formação de interflúvios e talvegues sem uma abordagem dessa conexão entre os fenômenos.

Interflúvio é definido como uma área que separa correntes fluviais e /ou talvegues.

Denomina-se talvegue à linha que une os pontos mais baixos de um vale; assim, o leito de um rio, quando não se encontra elevado acima do fundo do vale, segue o talvegue; o leito de um ued segue o talvegue. Chama-se interflúvio a tudo o que não é talvegue, ou seja, toda a extensão do terreno entre dois talvegues. (Derruau, 1966, p. 61)

O interflúvio é a área preferencial de ação da erosão areolar, que se encontra por demais submetida às condições climáticas e à gravidade terrestre. Possui duas vertentes, no mínimo. Os talvegues correspondem a um espaço onde se dá a intersecção de vertentes que configuram um vale, sendo, assim, o local de maior profundidade. Nesse local podem se instalar as águas de rios e riachos que passaram a funcionar como nível de base local, que controlará a dinâmica geomorfológica da área adjacente. A conexão dialética estabelecida será entre processos erosivos (e deposicionais) no talvegue, o nível de base local e a erosão das vertentes.

É no talvegue que se verifica mais intensamente a erosão linear que responde pela dissecação da paisagem e se encontra dialeticamente relacionada com as condições climáticas ambientais, cobertura vegetal das vertentes e material rochoso do fundo do vale.

4.3 A EROSÃO DOS INTERFLÚVIOS E VERTENTES

Antes da consumação dos processos erosivos, a litomassa é submetida a outros processos inertes, em certo sentido, denominados meteorização, que corresponde a movimentação química e/ou física da matéria. A meteorização prepara, portanto, a rocha para a erosão.

A meteorização pode ser de duas ordens: a) ordem física (desagregação/desintegração); b) ordem química (dissolução ou alteração química do estado sólido).

A desagregação da litomassa é preparada pela existência de diáclases ou juntas, (Figura 5), além dos planos de xistosidade que facilita a penetração da água no corpo rochoso (Jatobá, 1994). Esses elementos da litomassa são efeitos do tectonismo, da formação da rocha e até da ação de processos exógenos determinados pelas condições climáticas atuantes sobre a paisagem. A água pode provocar uma alteração de ordem química ou física do corpo rochoso fraturado, ou seja, alterações qualitativas na rocha, a partir de mudanças quantitativas configuradas nos processos endógenos e exógenos do relevo. No caso da paisagem fotografada e reproduzida anteriormente, o tectonismo (causa) responde, na área, pela existência de fraturas e de um campo de matações (efeito).

Figura 5 - Diáclases em terrenos graníticos. As diáclases assumem um papel importante na definição dos matacões e na abertura de pequenos vales por onde se deslocam correntes fluviais secundárias ou de primeira ordem. Localidade: Município de Caruaru (PE), RD Agreste Central.

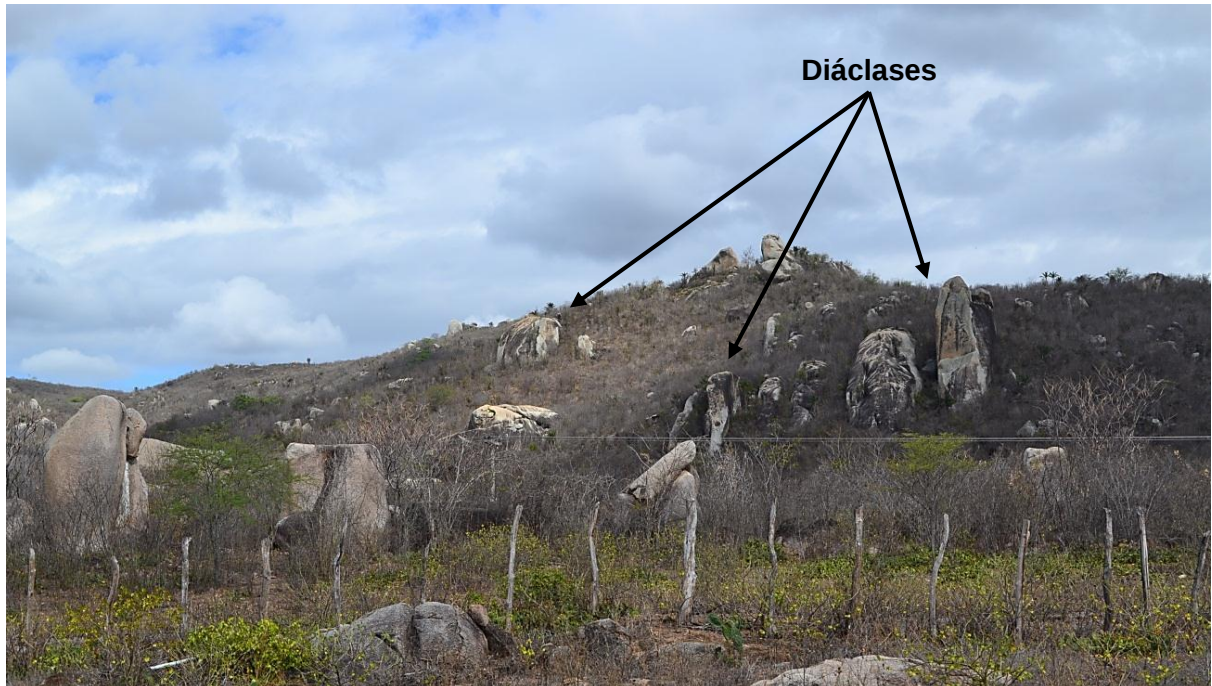


Foto: Lucivânio Jatobá, 2015.

A gelivação é uma ação física da água sobre a rocha. É eficaz apenas em certo número de rochas, como por exemplo, os xistos e calcários. É pouco eficaz em arenitos e granitos. Neste caso, é óbvia a conexão dialética estabelecida entre a massa de gelo que se instala sobre a superfície rochosa e a qualidade do material rochoso. Outra conexão é a que se dá entre condições climáticas e o processo de gelivação.

A dissolução das rochas é bastante desigual por conta da heterogeneidade mineralógica. O quartzo, por exemplo, dificilmente é solúvel sob condições de clima frio ou temperado. Já o calcário é muito solúvel pela água carregada de ácido carbônico. Aqui a luta de contrários explica a meteorização química. A rocha opõe uma resistência maciça às ações químicas da água. A água, considerada solvente universal, com a participação do CO_2 , luta contra essa resistência litológica e acaba por vencer, dissolvendo a estrutura calcária. Se há, contudo, uma maior quantidade de fraturas ou de diáclases na rocha calcária (relação dialética entre intemperização e rede de fraturas), a dissolução se fará mais rápida (mudança qualitativa). O fato de existir ou não oxigenação pode inferir, também, em mudanças ou não na dissolução.

Nos Gleissolos, em ambiente de redução, a água existe, mas falta oxigenação, totalmente diferente do processo se existisse ar, mesmo que intermitente ao longo do tempo. Assim, a presença de água, carreando ou não partículas e carbonatos pode ter dois caminhos a seguir, a depender da presença de oxigênio.

A dissolução pode-se fazer: a) em profundidade, pela ação das águas subterrâneas do lençol freático (relações entre dissolução do calcário e as águas de subsuperfície) e b) em contato com a água de infiltração. Essa água tombada sobre o interflúvio infiltra-se mais ou menos carregada de partículas em solução coloidal (mudanças quantitativas da água infiltrada implicam em mudanças qualitativas na litologia). Infiltração ou arraste de partículas seria um exemplo de processo anterior ou posterior à dissolução.

Penetrando nos poros das rochas, a água exerce efeitos de tensão, determinando deslocamentos, através de diversos mecanismos. Novamente, desponta a luta de contrários na matéria rocha.

Eis alguns exemplos desses mecanismos mencionados e que participarão da dinâmica das paisagens:

a) O coeficiente de dilatação da água é superior ao das rochas, assim como o calor específico dela, que a faz se diferenciar e até se tornar dialeticamente singular. A pressão resultante das variações de temperatura, que se exerce nas paredes das cavidades, é um exemplo desse fato (luta de contrários).

b) A contração das tênues camadas capilares, ou filmes de água começa a evaporar, daí o fenômeno tensão superficial. Configuram-se relações e transformações nas características físicas da água que se infiltra na massa rochosa em processo de mudança qualitativa para regolito.

c) O crescimento de cristais submetidos a uma solução saturada (transformações qualitativas). Ao longo do tempo, o carreamento de partículas e sais torna as águas acumuladas mais saturadas em sais do que anteriormente. Esse processo é natural e independe da ação antrópica, apesar do sensacionalismo que é feito por pessoas sobre uso das terras e salinização.

Os resultados dos processos de meteorização (ou intemperismo) das rochas são: fragmentação em blocos angulosos, descamação, esmigalhamento e alterações químicas do material rochoso preexistente (mudanças quantitativas de temperatura e umidade determinando mudanças qualitativas).

A fragmentação em blocos angulosos se dá, sobretudo, em “rochas coerentes”, como certos calcários, basaltos e rochas ígneas de granulação fina. O principal agente desencadeante é a gelivação (poderíamos considerar intemperismo químico ou físico). Ocorre com maior frequência em paisagens de altas montanhas ou em áreas de baixas altitudes, mas com litologias xistosas ou em vertentes calcárias abruptas, que fazem aflorar a rocha desprotegida.

A descamação que consiste na retirada de placas de alguns centímetros de espessura se verifica em rochas com planos de orientação, a exemplo de gnaisses e granitos de granulação grossa. Os matacões, tão frequentes em paisagens cristalinas de setores do Agreste Central pernambucano, associam-se a esse fato.

O esmigalhamento, que os franceses designam como “emietement”, consiste na formação de manchas de areia que recobrem afloramentos. Tem-se a suposição de que é algo preparado por uma ação química (hidrólise). Novamente, neste caso, as mudanças quantitativas acarretando mudanças qualitativas.

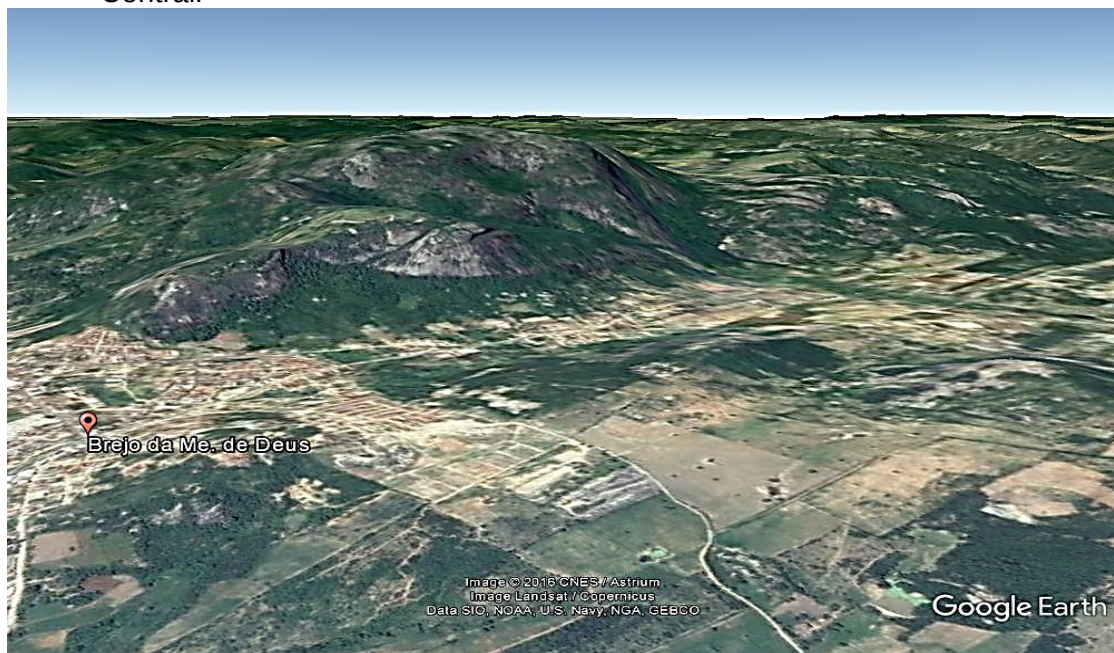
O produto final das ações da meteorização sobre o interflúvio e as vertentes é a formação do regolito, que estruturalmente pode ser composto de elúvio, colúvio e solo. O regolito atapeta as vertentes e por elas desce, formando o solo, num fantástico exemplo do movimento da matéria. O regolito é o manto de detritos resultante da fragmentação das rochas subjacentes. A maneira como se consuma esse deslocamento desempenha um papel importante na evolução das vertentes. O elúvio, o colúvio e o solo são o resultado das relações entre diversos fenômenos físicos e biológicos, das transformações operadas na litomassa e das mudanças qualitativas que acontecem em face de mudanças quantitativas dos processos de alteração das rochas. Esses fenômenos findam originando as formações superficiais sobre as quais os seres humanos se instalaram, basicamente, e passaram a exercer uma atividade revolucionária, que foi a agricultura.

Convém aqui lembrar rapidamente dois processos que marcam as vertentes, mas vistas sob uma ótica dialética. Existem vertentes estáveis e vertentes instáveis. A definição dessas vertentes pressupõe a observação de dois importantes processos físicos e químicos que se instalam nesses planos inclinados que mergulham para o talvegue. São a pedogênese e a morfogênese. A pedogênese é definida como um conjunto de processos que originam as formações superficiais, o regolito ou o solo. A morfogênese é um processo cinemático, um movimento mecânico da matéria, que age no sentido de erodir a superfície rochosa inclinada.

Há uma luta de contrários enorme entre esses dois processos que se complementam ou se impedem em sua alternância cronológica, tornando-se imperceptível ao observador a existência dos dois concomitantemente.

Nas vertentes estáveis prevalece a pedogênese sobre a morfogênese. Em vertentes intermediárias há um equilíbrio entre a pedogênese e a morfogênese. Vertentes ditas instáveis apresentam um predomínio da morfogênese sobre a pedogênese (Figura 6). Das relações dialéticas entre pedogênese e morfogênese estabelece-se o balanço morfogenético de uma vertente, fruto da unidade da luta de contrários.

Figura 6 - Vertente instável em maciço residual. Brejo da Madre de Deus, PE. RD- Agreste Central.



Fonte: Google Earth. Acesso em: 13/02/2017

4.3.1 O balanço morfogenético da vertente

A relação entre a velocidade de alteração da rocha e a velocidade evacuação do regolito (ou formação do solo) é denominada de balanço morfogenético. As forças que agem sobre uma vertente reduzem-se a duas componentes absolutamente em contradição:

a) Uma componente perpendicular à superfície do solo. Essa acarreta a meteorização, a pedogênese, ou seja, fenômenos químicos e bioquímicos, tais como

a dissolução, a corrosão e a penetração das raízes. Responde pela existência, portanto, das formações superficiais.

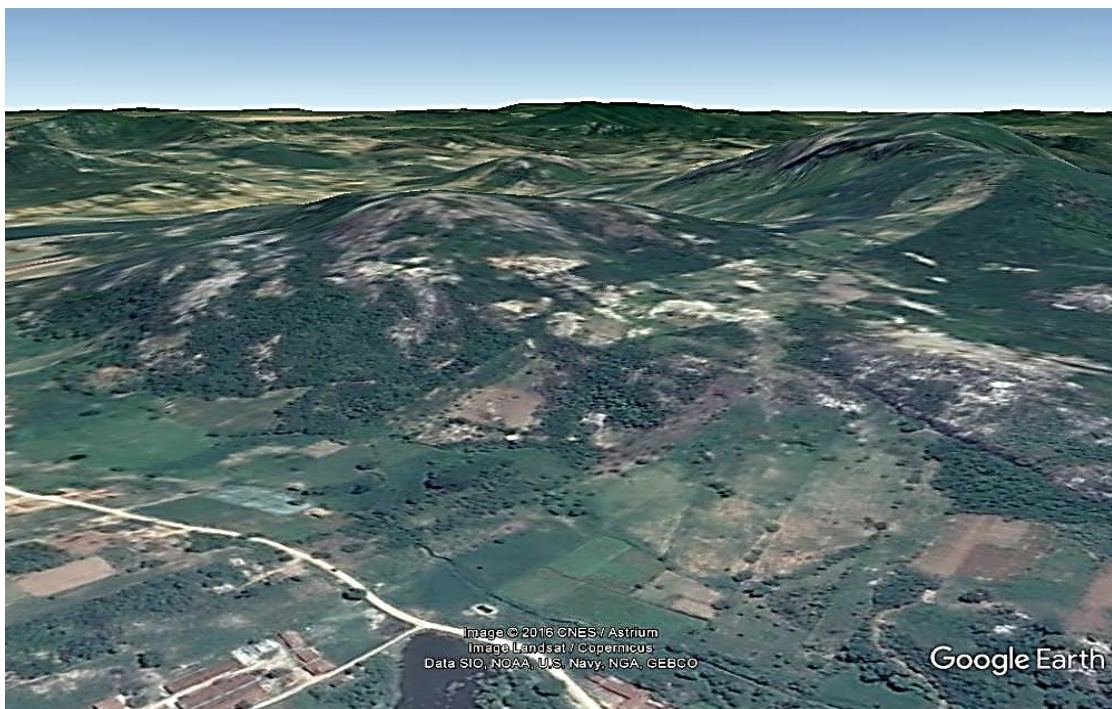
b) Uma componente paralela à superfície do solo. Desloca os materiais subsuperficiais por efeito de gravidade (solifluxão, creep, movimentos de massa rápidos). Alimenta-se com os produtos de alteração fornecidos pela componente perpendicular.

A evolução da vertente depende bastante da relação entre essas duas componentes. Três possibilidades que se transformarão em realidade, portanto, podem ser apresentadas com relação a esse aspecto particular (JATOBÁ, 2008).

Primeira possibilidade: “a componente perpendicular é superior à componente paralela.” Neste caso, nem todo o material de alteração que se forma é evacuado. Uma parte permanece no local. As formações de alteração se expandem progressivamente em boas condições.

Segunda possibilidade: “a componente perpendicular é inferior à componente paralela”. Observa-se, então, que a ablação é mais rápida do que a formação do regolito. A rocha poderá ser posta a nu pelos processos de desnudação (Figura 7).

Figura 7 - Desnudação de maciço residual. Norte da cidade de Brejo da Madre de Deus, RD Agreste Central.



Fonte: Google Earth. Acesso em: 10 de fevereiro de 2017.

Terceira possibilidade: “certo equilíbrio entre a componente perpendicular e a componente paralela.” Quando já existe o solo, este conserva-se, mas sem poder evoluir. Formam-se solos tênues, pouco evoluídos, às vezes qualificados de esqueléticos. Solos normalmente rasos, apresentando afloramentos de rochas, como bem exemplificam o caso os neossolos litólicos.

O balanço morfogenético das vertentes é um efeito influenciado por diversas causas, a saber: o valor do declive da vertente, a natureza das rochas e as condições climáticas ambientais. Indiretamente, a cobertura vegetal (florestal, por exemplo) colabora eficazmente para esse processo, da mesma forma que a formação do solo depende de fatores como relevo, material de origem ou rocha-mãe, clima e microorganismos, além do tempo, fator considerado passivo.

O balanço morfogenético das vertentes que compõem as paisagens naturais é talvez o melhor exemplo didático que pode servir para a aplicação das normas de análise e de pesquisas dialéticas à Geografia Física ou, mais especificamente, à Geoecologia das Paisagens. Esse balanço morfogenético das vertentes é a expressão mais clara das forças pedogenéticas e morfogenéticas atuantes nas paisagens continentais e que poderiam estar ao alcance da visão humana. A qualidade⁵ de uma vertente é determinada pela interação dialética entre litomassa, processos climáticos (hodiernos ou pretéritos), processos erosivos (desnudacionais), seres vivos (cobertura vegetal) e tectonismo.

As vertentes não são imutáveis; encontram-se em permanente desenvolvimento, em transformação e são a aparência de uma paisagem que mostra transformação de maior velocidade e intensidade, principalmente se localizadas em zonas úmidas do planeta.

As mudanças quantitativas verificadas em processos climáticos (mudanças e flutuações climáticas) interferem nas mudanças qualitativas da cobertura vegetal, que, por seu turno, implicarão em alterações qualitativas nos processos morfogenéticos das vertentes. A vertente, na escala geológica do tempo, poderá

⁵Utilizou-se a expressão “qualidade de uma vertente”, neste trabalho, para designar a forma e a declividade de uma vertente ou encosta. Não pode ser confundida com tipo de uma vertente ou forma de uma vertente que designa estaticamente o formato da mesma. Esse novo termo usado “qualidade de uma vertente” envolve processos que vão muito além do formato e inclinação de uma vertente.

mudar qualitativamente, ou seja, pode se transformar de uma vertente íngreme numa vertente mais suave⁶.

O balanço morfogenético das vertentes materializa uma luta de contrários entre uma força perpendicular a superfície, fruto da gravidade terrestre, e uma força paralela que tende, teoricamente, a deslocar o material que mudou de qualidade pela pedogênese para o fundo do vale.

Uma vertente, aparentemente inerte, encontra-se em movimento, mesmo que este não seja facilmente observável pelo homem. Uma vertente dita estável está em movimento, haja vista que o creep, inclusive em áreas densamente florestadas, se verifica muito lentamente. Os movimentos de massa rápidos que nela ocorrem, por ocasião de episódios climáticos extremos, nada mais são do que o salto qualitativo da vertente ou encosta, a que se refere o Materialismo Dialético (Figura 8).

Figura 8 - Cicatrizes deixadas nas vertentes por ocasião de um evento climático extremo. (Petrópolis, RJ). Essas cicatrizes denunciam uma luta de contrários marcante entre os diversos componentes dessa paisagem, e são facilmente observáveis pelo homem.



Fonte: www.google.br. Acesso em 18/05/2016

⁶Por mudança climática entende-se uma mudança no tipo climático, como por exemplo, a passagem de clima seco para um clima úmido. Flutuação climática é uma alteração que se processa dentro de um tipo climático, ou seja, num clima seco, observa-se uma mudança qualitativa, mas não radical, para um clima menos seco.

4.3.2 A dinâmica dos terraços fluviais

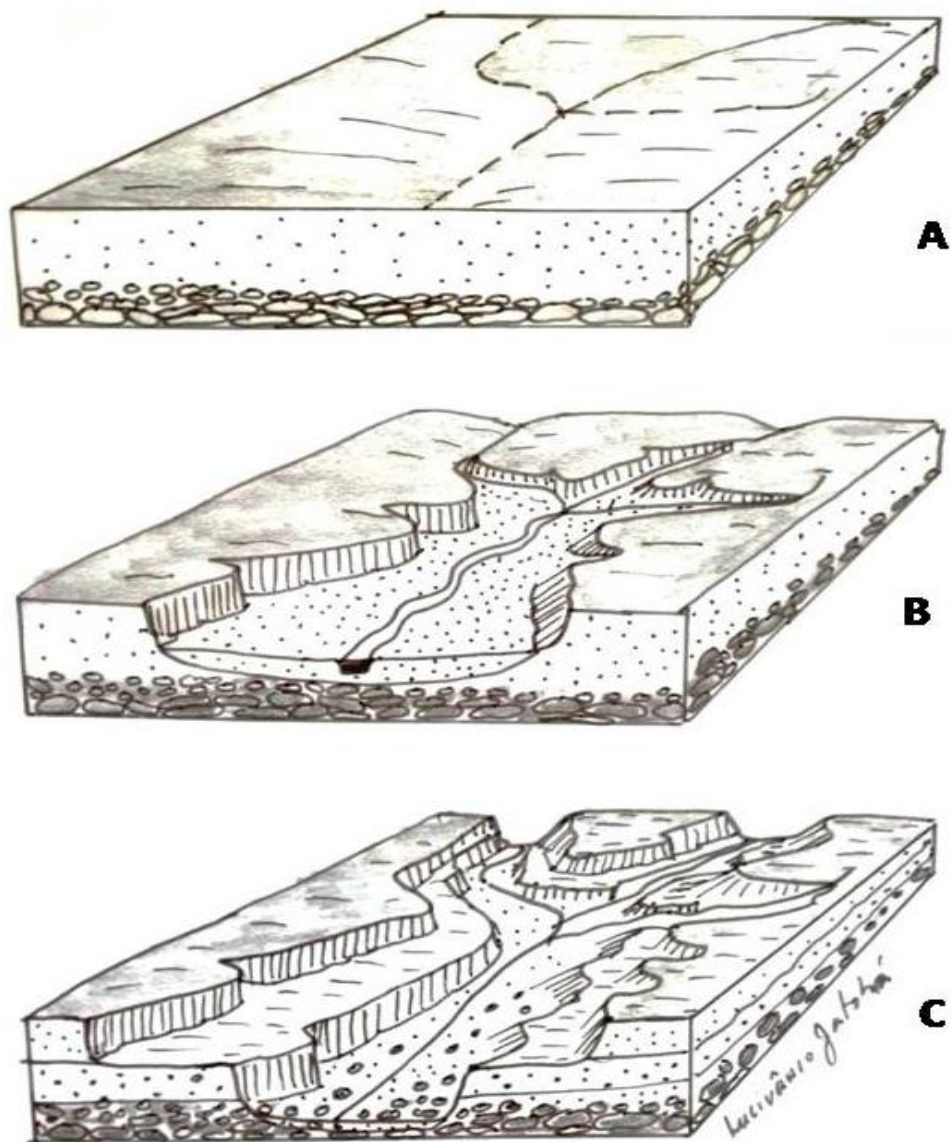
Uma das feições geomorfológicas mais frequentemente divisadas nas paisagens é conhecida como terraço fluvial. Trata-se de um patamar que margeia um vale fluvial e que representa o antigo nível do vale. Segundo a definição universalmente referida de MCGEE (1897), o terraço constitui um plano horizontal ou aproximadamente horizontal, de maior ou menor extensão, limitado de um lado por um terreno mais elevado e do outro por uma pequena escarpa.

Os terraços fluviais possuem uma significação especial do ponto de vista científico, em decorrência das particularidades de sua gênese pela participação que têm para a utilização do espaço, uma vez que apresentam aptidões para inúmeras atividades antrópicas (AB' SÁBER, 1975).

Essas feições de relevo resultam de uma luta de contrários estabelecida entre a erosão vertical e a erosão lateral operantes, sobretudo, na planície aluvial. Os terraços fluviais podem ser talhados na rocha ou nas aluviões deixadas pelo próprio rio (Figura 9). Mudanças quantitativas nos índices pluviométricos numa dada bacia implicarão em mudanças qualitativas no regime pluviométrico e, por extensão, na cobertura vegetal das vertentes e interflúvios. Essas mudanças qualitativas propiciarão alterações nas condições de mobilização dos detritos nas vertentes, que são deslocados pelo escoamento superficial para as correntes fluviais. Um luta de contrários estabelece-se e implicará na evolução do terraço fluvial, ou seja, instala-se uma contradição entre processos de acumulação das aluviões e material coluvial na calha fluvial de fundo chato e o entalhamento do talvegue.

A negação da negação também se faz presente na medida em que os depósitos colúvio-aluviais na calha (tese), são dissecados pela corrente fluvial (negação), em seguida se dá um aprofundamento da calha e uma posterior expansão do leito menor do rio, originando um novo nível de terraço (negação da negação). A paisagem fluvial exibe-se, assim, escalonada em vários níveis de terraço, de acordo com as mudanças quantitativas e qualitativas desencadeadas na localidade em função das flutuações e mudanças climáticas (JATOBÁ, 1993).

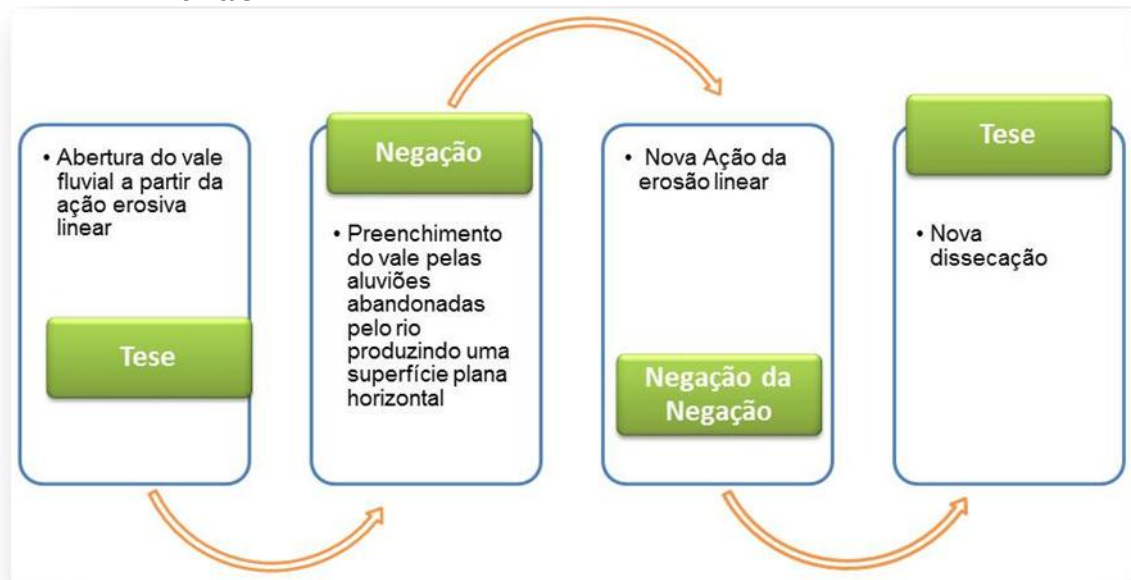
Figura 9 - A dinâmica da formação de terraços fluviais



Fonte: Elaborada por Lucivânio Jatobá (2017)

A dinâmica da formação e da dinâmica dos terraços fluviais consiste da seguinte cadeia conceitual, conforme Figura 10.

Figura 10 - Cadeia conceitual da análise dialético-materialista da dinâmica dos terraços fluviais



Fonte: Lucivânio Jatobá (2017)

4.3.3 A dissecação linear e a degradação lateral das paisagens

A erosão linear (dissecação), ou seja, aquela que tem como sede o talvegue, se opõe à erosão areolar ou erosão das vertentes e interflúvios (Derruau, 1966). Há uma luta de contrários entre essas duas modalidades de erosão. A erosão areolar tende a provocar um alargamento do vale, enquanto que a linear propicia um aprofundamento do talvegue. Há também uma conexão entre a erosão linear e as condições climáticas dominantes na região.

A erosão linear predomina nas paisagens que apresentam climas quentes e úmidos, com vertentes recobertas por uma densa floresta tropical. Em paisagens de ambientes semiáridos, a erosão linear é insignificante, predominando, por conseguinte, a erosão areolar.

Muitos geomorfólogos (Bigarella e Ab'Sáber, 1964; Bigarella e Mousinho, 1965; Bigarella e Andrade, 1964) utilizaram as formas de vertentes, esculpidas por processos de erosão e deposição areolares, para explicar a morfologia de paisagens de diversas áreas do Brasil, inclusive da Região Nordeste.

O mecanismo da evolução das vertentes, de acordo com BIGARELLA, MOUSINHO E SILVA (1965), consiste em uma sutil interação entre profundas mudanças climáticas, variações dos níveis de base locais e deslocamento crustais (tectônica).

Utilizando-se de alguns princípios do Materialismo Dialético é possível detectar certos aspectos fundamentais dos processos operantes nas paisagens tropicais.

Inicialmente, é preciso que se compreenda que as mudanças climáticas são o resultado de mudanças quantitativas que se verificam no fluxo da radiação de ondas curtas (ROC) emitida pelo Sol, que chegam ao planeta. Tais alterações podem ser conseqüentes da própria atividade solar ou de modificações astronômicas na órbita terrestre, que se verificam na escala cronológica de milhares de anos, tais como a precessão dos equinócios, ou alterações na obliquidade da eclíptica. Estabelece-se o princípio dialético da conexão Terra-Sol que permite compreender as mudanças qualitativas dos climas.

Em seguida, faz-se necessário o entendimento de que as variações dos níveis de base locais podem se verificar em face da maior energia cinética adquirida pelas correntes fluviais (no caso de mudança climática em direção ao mais úmido). Há, dessa forma, uma conexão dialética entre alterações na relação Terra-Sol, uma mudança quantitativa na pluviometria e uma mudança qualitativa no regime fluvial. Esses fatos inter-relacionados propiciarão uma descida dos níveis de base locais que repercutirá na evolução das vertentes que configuram as paisagens.

Por último, entende-se que as ações internas do planeta, materializadas pelo dinamismo tectônico, agirão sob a crosta terrestre e causarão desnivelamentos crustais e / ou deslocamentos do terreno. As vertentes serão inevitavelmente atingidas por algum paroxismo tectônico e um novo conjunto de relações dialéticas se configura na paisagem. Mudanças qualitativas se verificam nas vertentes, podendo acelerar, inclusive, os processos de erosão areolar em topografias de maior gradiente topográfico, adquirido com a movimentação tectônica que rompeu o aparente estado de equilíbrio da paisagem.

As mudanças quantitativas nos índices pluviométricos anuais numa determinada bacia hidrográfica, ao longo de um prolongado período de tempo (cronológico), podem causar uma mudança qualitativa nos processos de dissecação e de erosão areolar ou degradação lateral das paisagens. Subsídios a essa explicação foram fornecidos por BIGARELLA; MOUSINHO E SILVA (1965).

4.4 AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS E A EVOLUÇÃO DO RELEVO

Os climas, ao longo da história do planeta, sofreram significativas mudanças e flutuações, que repercutiram sobremaneira nos processos de dissecação e de degradação lateral das paisagens. Bigarella, Mousinho e Silva (1965) lembram que as profundas mudanças climáticas ou mesmo as pequenas flutuações do clima desempenharam um papel importante no desenvolvimento das paisagens atuais.

A análise materialista dialética da natureza aplica duas leis importantes para a compreensão das questões paleoclimáticas, além das leis anteriormente examinadas neste trabalho. São elas: a Lei da Integridade da Esfera Geográfica e a Lei do Ritmo ou Ritmicidade.

Se um dos componentes da esfera geográfica modifica-se, como é o caso do clima, ocorrem mudanças em todos os outros componentes da paisagem, mas com o tempo a própria natureza se recupera sob as novas condições ambientais. Esta é a Lei da Integridade da Esfera Geográfica. Esse fato se mostra plenamente quando das flutuações climáticas.

Os fenômenos naturais se repetem, muitas vezes, periodicamente. Diversas mudanças que acontecem a cada determinado tempo influenciam, por exemplo, os climas, provocando alterações globais, regionais e locais. Variações da obliquidade da eclíptica ou a precessão dos equinócios são capazes de produzir aquecimento ou resfriamento global, representando assim profundas mudanças quantitativas e qualitativas em todas as variáveis climáticas. Esses fatos e inúmeros outros respondem plenamente à Lei do Ritmo ou Ritmicidade.

La dinámica de la envoltura geográfica consiste en la repetición de ritmos. Como rítmica o dinámica se definen la repetición en tiempo del complejo de fenómenos, que cada vez se desarrollan en una dirección. Existen dos formas de la dinámica o rítmica: la periódica y la cíclica. La dinámica o rítmica periódica constituye los ritmos del mismo largo o longitud. Los ritmos cíclicos son aquellos que tienen un largo variable. Ejemplo de ellos son la mayoría de las manchas solares que se repiten como promedio cada 11 años. (RODRIGUEZ, 1984, p. 112)

Os períodos de maior intensidade da atividade solar podem acarretar mudanças na qualidade do clima sobre a superfície terrestre. Esse fato, percebido quando é feita uma investigação paleogeográfica das paisagens, adquire uma particular importância para o entendimento da dinâmica pretérita das paisagens

brasileiras. Na Paleogeografia das paisagens, faz-se necessária uma rápida abordagem sobre o Quaternário.

O Quaternário é um dos períodos geológicos em que se encontra dividida a Era Cenozóica. A expressão Quaternário foi usada, no início, em Geologia, para definir o período da “idade do gelo”. Alguns autores afirmam que esse período tem cerca de 1,8 milhão de anos. Outros, contudo, acreditam que a sua duração é da ordem de 2,5 milhões de anos (geólogos dos países baixos).

O Quaternário acha-se subdividido em duas épocas: **Pleistoceno e Holoceno**. O limite que separa essas duas épocas vem sendo colocado em 10 a 12.000 anos A.P.

A cronologia do Quaternário foi estabelecida levando-se em conta o ponto de vista climático, ou seja, a sucessão das fases glaciais e interglaciais. Apoiou-se, assim, na análise dos processos geológicos alternados de formação de depósitos e da sua posterior erosão.

A ocorrência de grandes fases glaciais foi um dos aspectos mais relevantes do período Quaternário, daí ele ter sido designado de a “Idade do Gelo.” Durante esse período, grandes extensões da Europa temperada e da América do Norte foram recobertas por camadas de gelo, definindo-se, então, as glaciações ou fases glaciais. O número real dessas glaciações ainda é um assunto que tem gerado certa controvérsia, uma vez que os últimos avanços das geleiras ocultaram ou destruíram os depósitos das anteriores.

As quatro principais fases glaciais quaternárias receberam, na América do Norte, as seguintes denominações (da mais antiga para a mais recente): Nebraskan, Kansan, Illinoian e Wisconsin. Na Europa, foram dadas as seguintes designações: Gunz, Mindel, Riss e Wurm.

As glaciações Nebraskan (Guns) e Kansan (Mindel) corresponde ao Pleistoceno Inferior; Illinoian (Riss) ao Pleistoceno Médio e Wisconsin (Wurm) ao Pleistoceno Superior.

A maior parte do relevo do mundo tropical possui uma idade quaternária. Durante esse período, a zona morfoclimática intertropical foi atingida por notáveis mudanças climáticas de caráter cíclico. Os processos erosivos desencadeados então foram reconhecidos, no Brasil e em outras partes do planeta, pela análise das superfícies de erosão e dos seus depósitos correlativos. A instabilidade climática de

caráter cíclico marcou consideravelmente a paleoclimatologia do território brasileiro, delineando épocas glaciais e interglaciais.

As variações climáticas do Quaternário vêm sendo estudadas há bastante tempo por geólogos, geógrafos, meteorologistas e geofísicos. As interpretações dadas a este tema são, também, diversificadas. Falta, entretanto, uma análise mais filosófica desse fato. BIGARELLA et. al. (1975) explicam as mudanças climáticas referidas relacionando-as com a órbita da Terra.

“A órbita da terra ao redor do sol, bem como a orientação do seu eixo de rotação sofrem variações especiais seculares em relação a um plano de referência fixo. Estas variações são devidas a perturbações gravitacionais inerentes ao próprio sistema planetário. São considerados os seguintes parâmetros: excentricidade da órbita, longitude do periélio e obliquidade da eclíptica. Os principais elementos da órbita terrestre deslocam-se no espaço de acordo com os ciclos mais ou menos definidos. O sol ora aproxima-se, ora afasta-se do centro da elipse, fazendo com que os valores da excentricidade variem. O ângulo da obliquidade da eclíptica varia dentro de certos limites. O plano que contém este ângulo gira no espaço no sentido do ponteiro dos relógios. Os equinócios e solstícios deslocam-se, com o tempo, no sentido horário, enquanto o periélio e o afélio movimentam-se no sentido anti-horário. A excentricidade da órbita mostra uma periodicidade mal definida de cerca de 95.000 anos. A longitude do periélio apresenta flutuações em pseudo-períodos que variam entre 13.500 e 29.000 anos. A obliquidade da eclíptica varia entre $21,8^{\circ}$ e $24,4^{\circ}$. Em sua variação interferem dois termos. O que apresenta amplitude dominante possui um período de 40.900 anos. O termo secundário com um período de 39.500 anos origina um ritmo de 1.170.000 anos, no qual as amplitudes das oscilações crescem e diminuem. Certos autores consideram que as variações da excentricidade da órbita, longitude do periélio e obliquidade da eclíptica (embora pequenas) causaram importantes modificações do clima durante o Quaternário. Assim, uma mudança de $+1^{\circ}$ no valor da obliquidade da eclíptica causaria uma variação de 40,02% na taxa de insolação no verão polar, correspondendo a um aumento de $+9,2^{\circ}\text{C}$ na temperatura. (...) O maior déficit de insolação corresponde a um valor mínimo da obliquidade da eclíptica, reforçado pelo efeito da longitude do periélio encontra-se em 90° (solstício de verão no afélio). Nestas condições o total da insolação de verão não é capaz de fundir toda a neve acumulada. Assim, o balanço acumulação menos ablação é positivo. Com o solstício de verão no periélio é menos severa. As variações seculares da insolação são mais pronunciadas nas regiões tropicais. Enquanto que, nas altas latitudes a insolação sazonal é essencialmente influenciada pela obliquidade da eclíptica, nos trópicos ela depende fundamentalmente da excentricidade da órbita e da longitude do periélio. Nos trópicos, a insolação pode variar até 20%, o que ocasiona importantes alterações nos regimes pluvial e termal. As oscilações regulares da obliquidade não só controlam o estado termal das altas latitudes como também influenciam as flutuações da temperatura global da atmosfera. Nas épocas

interglaciais, quando a obliquidade da eclíptica é máxima, a evaporação é maior devido aos oceanos serem mais quentes. O ciclo geral do vapor d'água (oceano-continente) é mais ativo. Consequentemente, o ciclo local das chuvas de convecção (precipitação e reevaporação) é também mais ativo em virtude da maior insolação. As latitudes com insolação equatorial possuem regime com fase pluvial bem distribuída (isopluvial). As latitudes com insolação tropical e subtropical, por sua vez, apresentam regime pluvial com chuvas pesadas no verão e inverno seco (displuvial). Ao contrário, nas épocas glaciais quando a obliquidade da eclíptica é mínima, a evaporação é menor nos oceanos (já mais frios) e as latitudes tropicais tornam-se semiáridas. As glaciações coincidem com períodos de maior excentricidade associados com períodos de invernos longos no hemisfério Norte” (BIGARELLA et al., 1975, p. 453- 454).

Algumas interpretações dialéticas podem ser feitas a partir da leitura desse texto clássico da Geomorfologia brasileira, apresentado anteriormente.

- 1- O eixo da Terra nem sempre manteve-se numa mesma posição imutável. As mudanças quantitativas do eixo de rotação podem ter sido uma decorrência das relações cósmicas da Terra com o Sol, particularmente as perturbações gravitacionais no sistema.
- 2- As mudanças quantitativas na inclinação do eixo da Terra, verificadas na escala de muitos milhares de anos, implicaram em mudanças qualitativas na Radiação de Ondas Curtas (ROC).
- 3- As mudanças quantitativas e as mudanças qualitativas referidas proporcionaram mudanças na qualidade dos climas de todo o planeta, gerando prolongadas fases glaciais e fases interglaciais, ou seja, de resfriamento global e aquecimento global, respectivamente.
- 4- Nas fases de aquecimento global, o fenômeno evaporação tornou-se mais ativo, especialmente no mundo tropical. Uma maior quantidade de precipitações passou a ocorrer nessa faixa do planeta, mudando a qualidade do clima, que antes era seco (fases glaciais).
- 5- Uma mudança quantitativa na obliquidade da eclíptica (diminuição) propiciou um maior déficit de insolação, demonstrando uma luta de contrários. Por outro lado, com esse déficit de ROC, as faixas de altas e médias latitudes experimentaram um intenso resfriamento (mudança qualitativa no quadro térmico), o que resultou na instalação da fase glacial.

As investigações paleoclimáticas necessárias à interpretação da dinâmica das paisagens podem ser feitas, pelo menos, a partir do exame de paleoformas de relevo, dos depósitos correlativos e da biota antiga fossilizada. A metodologia empregada com tal finalidade demonstra o caráter dialético das mudanças e flutuações do clima.

Três domínios distintos, mas inter-relacionados, estão presentes, portanto: o relevo pretérito, denunciado pelas paleoformas (heranças de condições ambientais antigas), os sedimentos resultantes da deposição detrítica correlacionada a fases de erosão e os elementos da biosfera (animais e vegetais).

Coque (1987) considera que todo relevo apresenta uma combinação de formas vivas e de formas correspondentes a gerações sucessivas de heranças morfoclimáticas. Essas heranças demonstram a interação que há entre o dinamismo da atmosfera terrestre e os processos morfoesculturadores de paisagens.

Ao longo do Quaternário, períodos glaciais e interglaciais se intercalaram, na escala cronológica do tempo geológico, e provocaram mudanças climáticas globais que repercutiram, sobremaneira, no território brasileiro. Dessa forma, mudanças e flutuações climáticas instalaram-se ao longo do Pleistoceno na América do Sul.

As profundas mudanças climáticas ou as pequenas flutuações do clima desempenharam um papel importante no desenvolvimento da paisagem atual (Bigarella, Mousinho e Silva, 1965). Durante o Pleistoceno, houve uma grande instabilidade climática em todo o planeta Terra. As repercussões dessa instabilidade no mundo tropical ocorreram notadamente no regime de chuvas, ou seja, na pluviosidade e ficaram gravadas nas paisagens, em especial no território brasileiro

Durante as épocas frias do Quaternário, no território brasileiro, instalaram-se períodos de grande secura, com repercussões significativas sobre os biomas, particularmente a cobertura vegetal (BIGARELLA, MOUSINHO E SILVA, 1965; MEIS, 1979; MARGRAF E BRADBURY, 1982; COLTRINARI, 1992). Margraf e Bradbury (1982) consideram que, na faixa sulamericana tropical, os climas antes de 10.000 anos AP eram mais frios e mais secos. No Máximo Glacial Tardio, as mudanças na vegetação foram consideráveis, com savanas ocupando os espaços de floresta no Brasil (COLTRINARI, 1992).

Ao longo das épocas interglaciais, ocorreu um aquecimento global, com períodos de climas quentes e úmidos no mundo tropical.

Com as mudanças quantitativas nos índices pluviométricos constatadas no território brasileiro, aconteceram mudanças qualitativas nos processos modeladores dos compartimentos e feições de relevo no Brasil. Dois diferentes conjuntos de processos geomorfológicos, dialeticamente relacionados com as condições climáticas dominantes, submeteram as paisagens à degradação lateral, nas fases glaciais, e à dissecação ou erosão linear, nas fases interglaciais. A ação erosiva nas paisagens teria sido muito efetiva no período de transição de um tipo de clima para outro (BIGARELLA, MOUSINHO E SILVA, 1965).

Nos momentos geológicos de transição de uma fase climática para outra, mudanças qualitativas na cobertura vegetal implicarão em mudanças quantitativas e também qualitativas nos processos atuantes na esculturação das paisagens naturais, no que concerne ao elemento relevo.

Na transição do clima úmido para o clima seco, as formações vegetais florestais regridem e são substituídas (mudança qualitativa) por formações vegetais mais abertas, do tipo cerrado e/ou cerrado. Nessa transição, e com a consumação de um tipo climático qualitativamente distinto, o clima seco, os processos de erosão desnudam as vertentes, acelerando a evolução, ou seja, a transformação dialética da topografia.

Nas épocas do aquecimento global quaternárias, com a maior quantidade de umidade e, conseqüentemente, de chuvas, a litomassa é alterada quimicamente, de forma mais intensa, desenvolve-se um regolito mais profundo, solos bem desenvolvidos, exceto nas vertentes relíquias mais íngremes, elaboradas nas fases secas, que são mais protegidos da erosão acelerada.

Como saldo dessas transformações dialéticas e da luta de contrários entre processos geomorfológicos morfoesculturadores ocorridos em épocas climaticamente distintas e que respondem à ritmicidade da natureza, são encontradas nas paisagens tropicais brasileiras feições e compartimentos de relevo do tipo: pedimentos, pediplanos, inselbergues, pães-de-açúcar, rampas de colúvio, terraços fluviais, paleossolos, chãs, pediplanos dissecados, colinas de perfil convexo, linhas de pedra, vales fluviais etc. São testemunhos de processos geomorfológicos exógenos que variaram no tempo e no espaço, duas categorias filosóficas que serão examinadas mais adiante neste trabalho.

Terraço fluvial constitui um plano horizontal ou aproximadamente horizontal, de maior ou menor extensão, limitado de um lado por um terreno mais elevado e do

outro por uma escarpa (Mc Gee, 1987). Um terraço fluvial é uma planície de inundação fluvial abandonada; resulta, pelo menos no caso brasileiro, de oscilações climáticas quaternárias.

4.5 A GÊNESE E A EVOLUÇÃO DAS SUPERFÍCIES DE EROSÃO

A superfície de erosão assume uma particular importância na análise dialética das paisagens continentais, sobretudo no território brasileiro. Funciona, muitas vezes, como uma “superfície guia” para a explicação do desenvolvimento regional do relevo. Trata-se de um assunto que encerra expressiva complexidade. É algo objetivo e fruto do movimento da matéria e depende consideravelmente do tempo geológico para que seja consumada.

A superfície de erosão tem uma gênese conectada a um conjunto de processos erosivos, dialeticamente interligados com as condições climáticas, sobretudo pretéritas (paleoclimas).

Muito já se escreveu sobre as superfícies de erosão e diversas denominações lhes foram atribuídas ao longo da história da Geomorfologia, tais como: Peneplano, Pediplano, “Primarrumpf”, Etchplano etc. As definições e termos – como acentua VALADÃO (1998) – têm como preocupação fundamental as modificações introduzidas na paisagem através do tempo geológico, no qual as formas de relevo respondem à atuação cíclica evolutiva da paisagem.

Peneplano (peneplain) foi a designação introduzida na literatura geológica norte-americana por Williams Morris Davis (1899) para a superfície de erosão elaborada pelas ações fluviais, especialmente, em ambientes temperados, que evoluía em ciclo, que o autor denominou como “Ciclo de Erosão Normal”. Davis (1899), de acordo com a visão idealista, filosoficamente falando, que possuía, considerava que para essa superfície de erosão fosse elaborada, eram necessárias as seguintes condições: clima temperado, ação efetiva da erosão remontante fluvial, nível de base geral para a drenagem exorrêica e tempo bastante prolongado.

Suguio (1998) define peneplano como uma superfície terrestre desgastada pela erosão até chegar a um plano levemente ondulado, correspondente ao estágio final de superfície por forças erosivas.

Pediplano (pediplain) é uma superfície de erosão resultante da coalescência de pedimentos, elaborada por processos erosivos desencadeados sob condições climáticas semiáridas severas. Lins (1972), a partir de observações realizadas em

trabalhos de campo na área do Baixo São Francisco, no Nordeste brasileiro, sintetizou a gênese dessa superfície de erosão:

(...) Sob condições de clima semiárido, com precipitações concentradas numa curta estação, a erosão areolar (dos interflúvios) prevalece sobre a linear (dos talwegues fluviais) e, desse modo, as vertentes recuam com relativa celeridade e adquirem um perfil de “pedimento”, isto é, perfil côncavo para o céu na parte superior e média, mas descendo afinal em plano inclinado para o talvegue vizinho. À medida que vertentes desse tipo recuam, vão deixando superfícies largamente onduladas sobre as quais perseveram aqui e ali relevos residuais de várias dimensões. Se as condições semiáridas prolongam-se por bastante tempo, os interflúvios acabam sendo desmontados e rebaixados, a pedimentação alastra-se e, como desfecho duma coalescência geral de pedimentos, consuma-se um pediplano (LINS, 1972, p 34).

O modelo de pediplanação foi detalhadamente exposto por King (1953) e põe em relevo a conexão entre as condições climáticas e elaboração da superfície de erosão.

Penck (1924, 1953) estruturou um modelo teórica para a formação de superfície de erosão que era o oposto daquele proposto por Williams Morris Davis, principalmente no tocante às ações tectônicas. Enquanto que o modelo davisiano pressupunha obrigatoriamente um tectonismo rápido, que levantaria, inicialmente, uma topografia preexistente, Penck estabelecia que as ações tectônicas teriam que ser lentas, de “caráter dômico” e de modo contínuo (VALADÃO, 1995). Tendo em vista que esse soerguimento tectônico ocorria de forma bastante lenta, a superfície resultante seria baixa e aplanada pelos processos erosivos. A essa superfície Penck (1924) atribuiu a expressão “Primarrumpf” ou “Superfície Primária”.

O conceito de Etchplano (aplanamento de corrosão) surgiu, na literatura geomorfológica internacional, a partir do trabalho de Wayland (1933) e constituiu um considerável avanço para a Geomorfologia e um novo paradigma para interpretação de superfícies de erosão em ambientes tropicais úmidos.

A concepção de Etchplano enfatiza o papel exercido pelo intemperismo das rochas no desenvolvimento do relevo. Segundo Vitte (2005):

O papel do intemperismo na dinâmica morfológica das paisagens passou a receber atenção a partir da Teoria da Etchplanação, desenvolvida inicialmente por WAYLAND (1933), quando trabalhou em Uganda. Para ele, as peneplanícies de Uganda são formadas pela alternância entre a alteração geoquímica das rochas e a erosão superficial, enfatizando que o processo de Etchplain é marcado com uma paisagem profundamente alterada, que posteriormente sofreu a

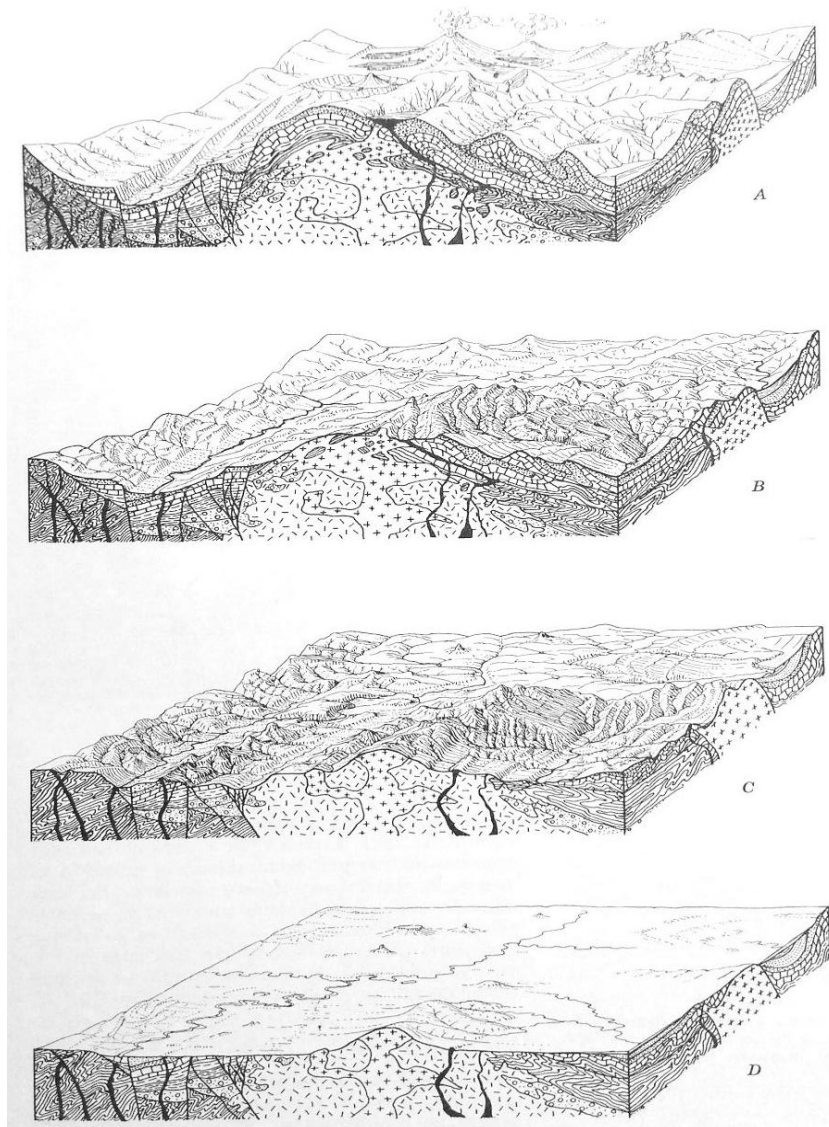
ação de um ciclo erosivo com a exposição do saprolito, formando uma planície rochosa (VITTE, 2005, p. 107).

O etchplano pode ser entendido, portanto, como uma superfície de erosão formada pela alternância entre a alteração geoquímica das rochas e a erosão do material rochoso alterado pelos processos de intemperização. A remoção desse material faria aflorar a superfície que antes representaria o limite mais profundo da frente de meteorização. Em outras palavras, a desnudação seria a responsável pela elaboração do etchplano das zonas tropicais úmidas.

A resolução da polêmica já bem antiga sobre a gênese das superfícies de erosão não será resolvida no presente trabalho, nem é este o seu propósito maior. Cabem aqui algumas considerações sobre a interpretação dialético-materialista da dinâmica dessas superfícies de erosão. Dois modelos foram ressaltados nessa tentativa de análise: o modelo da pediplanação e o da etchplanação.

O modelo da pedimentação de King (1953) será examinado, tomando-se por base os estágios evolutivos de uma área de estrutura complexa didaticamente apresentado na clássica ilustração de E. Raisz, apud Strahler, 1974, para a evolução do relevo em área de estrutura complexa (Figura 11).

Figura 11 - Fases de desenvolvimento do relevo de uma região de estrutura complexa.



Fonte: Strahler (1974)

A- Numa dada região, sobre uma estrutura geológica preexistente (matéria), foram depositadas extensas camadas de sedimentos (mudanças quantitativas). A topografia inicial deveria ser plana e suavemente inclinada. Posteriormente, uma luta de contrários se instala entre agentes endógenos e exógenos do relevo, ou seja, a movimentação da matéria interior do planeta, em domínio mais profundo da crosta terrestre, provoca a ascensão de material magmático e um desnivelamento da topografia. Essa movimentação da matéria acarreta rupturas na crosta, indicada por falhamentos e arqueamentos no terreno. Os agentes e os processos erosivos e deposicionais adquirem mais energia e passam a esculpir e

definir novas paisagens. A energia do relevo é máxima, como indica a grande variedade de compartimentos e feições geomorfológicas. A paisagem adquire uma nova qualidade (mudanças qualitativas).

B- A ação milenar (categoria tempo) dos processos erosivos (mudanças quantitativas, em conexão dialética com as condições climáticas dominantes) busca nivelar a topografia, na medida em que provoca erosão dos talvegues, dos interflúvios e das vertentes. Operam-se novas mudanças qualitativas nas paisagens. Há uma negação da paisagem anterior, que era mais enérgica e elevada.

C- Se ocorreram mudanças quantitativas e qualitativas nas condições climáticas, tipo mudanças em direção à semiaridez, até severa, os processos geomorfológicos mudarão qualitativamente, e os processos de pedimentação esculpirão vertentes côncavas que mergulharão em direção aos vales, que assumirão a forma generalizada de vales largos com intensa colmatação, sobretudo coluvial nas encostas (cones aluviais).

D- Os processos de pedimentação progridem no tempo e no espaço. Os interflúvios adquirem uma nova qualidade, exibindo-se na paisagem rebaixados e sob a forma de relevos residuais (inselbergues e cristas residuais), nas litologias singulares mais resistentes, que revelam a luta de contrários entre a qualidade da matéria (litologia mais resistente) e os processos morfoclimáticos de erosão.

A reconstituição dessa complexa evolução geomorfológica demanda a aplicação das diversas categorias filosóficas do Materialismo Dialético, além das Leis da Dialética, anteriormente referidas. O pediplano, uma modalidade de superfície de erosão produzida em domínio morfoclimático semiárido severo, revela a interação dos aspectos externos e internos dos elementos naturais e processos que compõem a realidade objetiva, patenteando as conexões entre fenômeno e essência, bem como a relação causa e efeito.

A aplicação do método dialético materialista a interpretação dos fenômenos geológicos e geomorfológicos que constituem as paisagens das áreas emersas do planeta representa algo relevante para a análise geoambiental e que, portanto, necessita ser examinado pelas geociências, particularmente as ciências geológicas, geográficas e ambientais.

5 A DIALÉTICA DO SISTEMA CLIMÁTICO

5.1 GENERALIDADES

O clima de uma região é um sistema por demais complexo e resulta da interação dialética entre diversos subsistemas: atmosfera, hidrosfera, litosfera e biosfera. Cada subsistema desses possui peculiaridades físicas e químicas que o individualizam. Contudo, na análise da dinâmica climática, não se pode separar ou isolar essas geoesferas mencionadas, a não ser, excepcionalmente, por motivações didáticas, durante o processo ensino-aprendizagem de Climatologia. Entre esses subsistemas existe uma troca constante de matéria e energia.

A compreensão das condições climáticas de uma determinada região é possível quando se têm disponíveis informações do tempo, por um período de mais de 30 anos, das variáveis meteorológicas e climáticas da região, bem como de outras áreas mesmo distantes do espaço geográfico investigado, comprovando-se, assim, na atmosfera terrestre a conexão universal dos fatos e fenômenos climáticos.

As categorias filosóficas do Materialismo Dialético devem ser também consideradas na análise climática. Aragão (2004) lembra que um estudo detalhado do clima de qualquer região deve considerar uma descrição espacial e temporal de parâmetros meteorológicos e climáticos. Os parâmetros climáticos variam muito no tempo cronológico e no espaço.

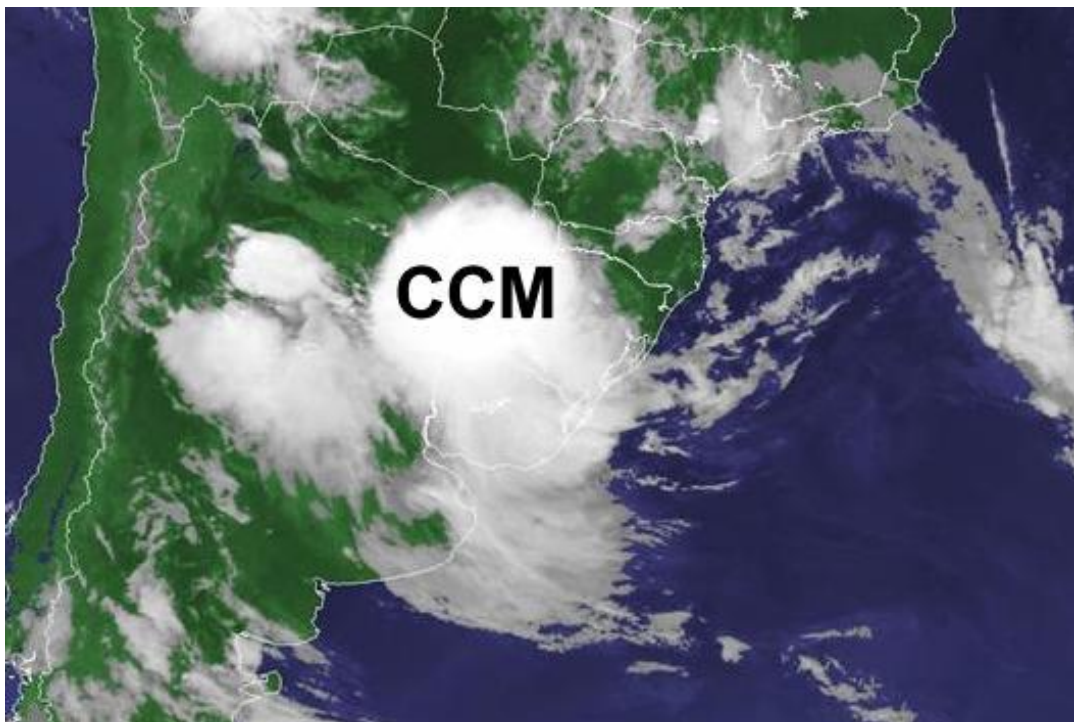
Aragão (2004) considera quatro escalas para agrupar os fatos meteorológicos e climáticos, a saber: Local, Mesoescala, Sinótica e Planetária. A Escala Local compreende o espaço de metros a 1km e um tempo de duração de minutos; a Mesoescala abrange o espaço de 100km a 1000km e um tempo de horas a dias; a Escala Sinótica define-se no espaço de 1000km e no tempo de horas a dias, e por último a Escala Planetária correspondente ao espaço de 1000km a superior a 10.000km e ao tempo de meses e até permanente de atuação (Figuras 12, 13 e 14).

Figura 12 - Nuvens cúmulos de bom tempo sobre o vale do rio Goiana-PE. Um exemplo de um fato de natureza meteorológica de escala Local.



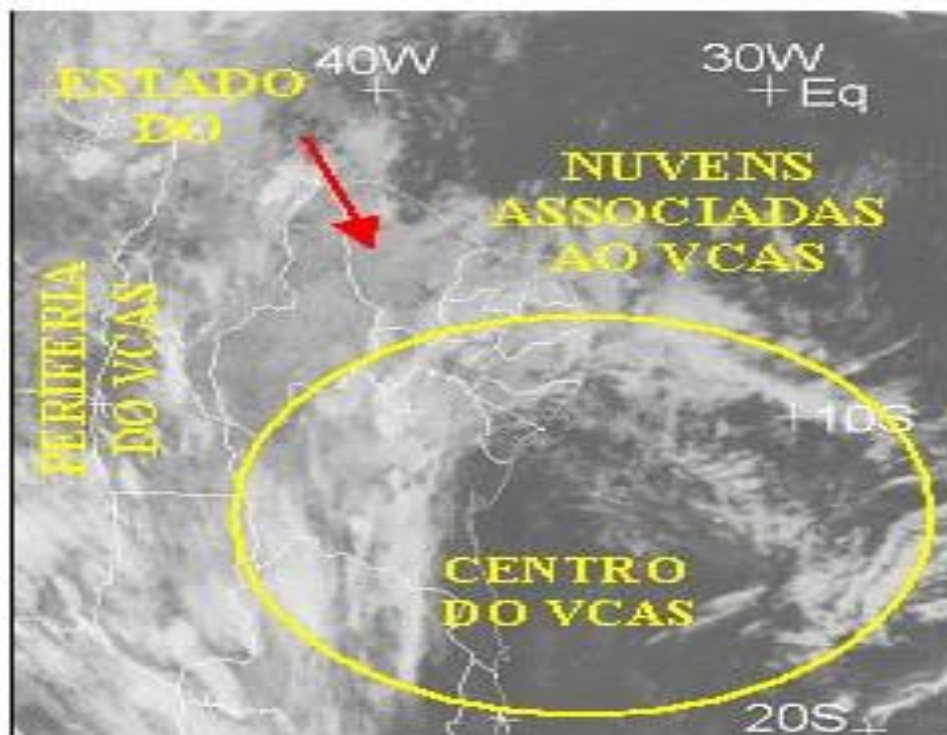
Foto: Alineaurea Florentino Silva (2016)

Figura 13 - Complexos Convectivos de Mesoescala



Fonte: <http://anitameteorologia.blogspot.com.br>. Acesso em 30/12/2016.

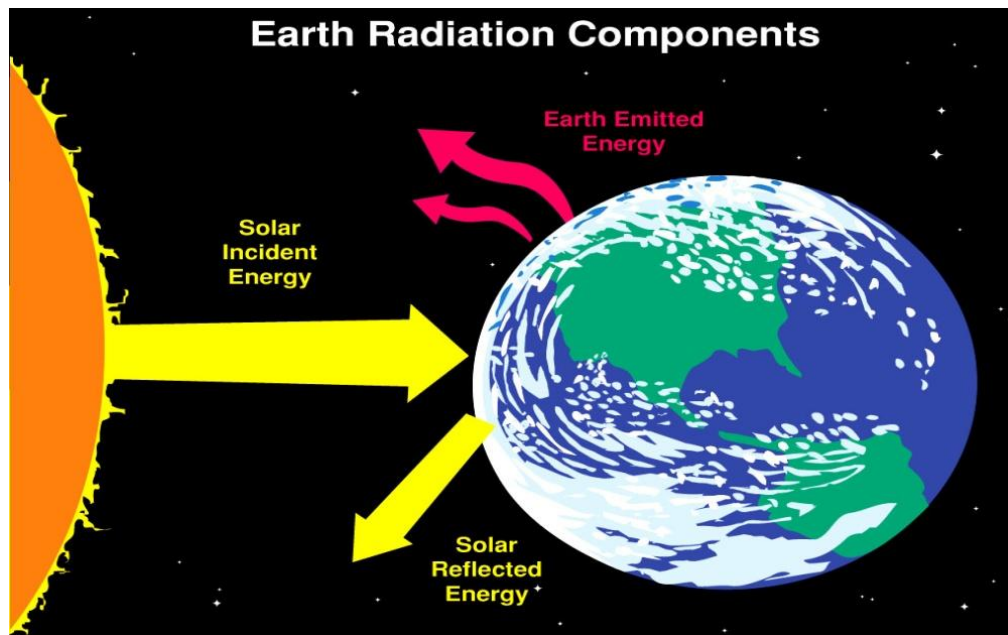
Figura 14 - Vórtice Ciclônico da Atmosfera Superior (VCAS). Um exemplo de um fato meteorológico de escala Sinótica (Imagem do satélite METEOSAT-7, canal infra vermelho).



Fonte: Funceme, acesso em 30 de dezembro de 2016.

O sistema climático busca uma situação de equilíbrio, sobretudo térmico, que é dependente de uma gigantesca fonte emissora de energia situada fora do planeta. O Sol, essa fonte energética indispensável para a vida na Terra, emite ao planeta uma imensa quantidade de energia eletromagnética, ou seja, radiação de onda curta (ROC). Uma parte da ROC atinge os diversos alvos na superfície terrestre (oceanos, mares, lagos, solos, rochas, cobertura vegetal etc), num percentual que alcança 51%, e outra parte retorna para o espaço (Figura 15), refletida (albedo). A porção da ROC que incide diretamente na superfície da Terra, aquece-a. Nesse momento há uma transformação qualitativa da energia. Os corpos dessa superfície aquecidos transferem para o ar calor sob a forma de radiação de onda longa (ROL).

Figura 15 - Representação esquemática da relação Terra – Sol



Fonte: CERES Instrument Team, NASA Langley Research Center,

Certa quantidade da ROC é refletida pelas nuvens (21%) e pelas superfícies claras (cobertura de neve, terrenos arenosos desprovidos de vegetação, por exemplo).

As relações dialéticas entre a Terra e o Sol são de fundamental importância para todos os fenômenos climáticos e qualquer alteração quantitativa na ROC, que é emitida por essa estrela implicará, necessariamente, em mudanças e flutuações climáticas (mudanças qualitativas).

5.2 O BALANÇO ENERGÉTICO

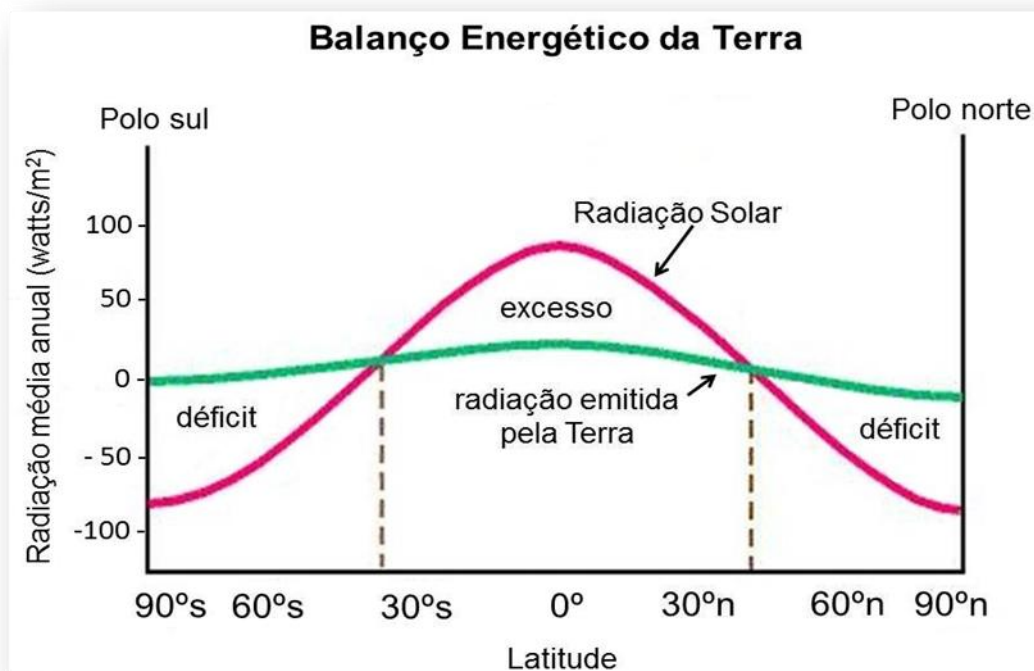
Para que haja um equilíbrio energético na atmosfera terrestre, é necessário que a ROC seja igual à energia que é emitida ao espaço. No entanto, esse equilíbrio energético é instável e poderá ser rompido por diversos fatores: mudanças na relação Terra-Sol; períodos mais ou menos intensos de atividade solar; alterações na obliquidade da eclíptica.

A distribuição do calor que irá aquecer o ar atmosférico é feita principalmente a partir dos seguintes processos físicos: radiação, convecção e advecção. São processos bastante relacionados entre si. A radiação é a propagação de energia através do espaço, sem que haja contato entre os corpos. Exemplificam-na a ROC e a ROL. A convecção é a transferência de calor pela

agitação de moléculas. É um processo comum em áreas de baixas latitudes e consiste em movimentos verticais do ar, ou seja, o ar se aquece, aumenta quantitativamente de volume, muda qualitativamente de densidade, ascende e, conseqüentemente, a pressão atmosférica decresce. A advecção é a transferência de calor por movimentos horizontais do ar atmosférico como, por exemplo, o avanço de uma frente quente sobre uma faixa de latitudes subtropicais.

A contabilidade energética na atmosfera terrestre leva em consideração as relações dialéticas entre a Terra e o Sol, e as conexões superfície do planeta e a camada de ar que o envolve. A observação da Figura 16 permite que se façam algumas considerações sobre o Balanço Energético terrestre.

Figura 16 - O balanço energético da Terra



Fonte: Modificado de Ayoade (2003)

No espaço delimitado pelos paralelos de 30° N e 30° S, há um superávit de energia oriunda do Sol (ROC). Contudo, de 30° N e S, em direção aos polos N e S há um déficit de energia, ou seja, nessas áreas o balanço energético é negativo. Nota-se, portanto, que a distribuição da radiação de ondas curtas emitida pelo Sol não ocorre de maneira uniforme de norte a sul.

Chega muito mais radiação solar à região equatorial do que na região polar (nesta não se vê o Sol durante aproximadamente seis

meses do ano). Portanto, há excesso de energia na região equatorial e um déficit nas latitudes altas. Não é possível manter um sistema climático que, continuamente, ganha energia na região equatorial: haveria contínuo aumento de temperatura e, eventualmente, o sistema atingiria um nível de instabilidade. Então, para fechar o balanço de energia é preciso transportar calor da região equatorial para os polos. (DIAS, 2011, p.99)

A distribuição do calor recebido pela superfície terrestre será uma função da quantidade de insolação (ROC) e da latitude. Quando há, por exemplo, uma mudança quantitativa da latitude, ocorre uma mudança quantitativa da ROC e consequentemente da ROL. Eis o que explica, por exemplo, o predomínio de climas quentes na faixa de baixas latitudes e de climas frios nas altas latitudes.

Os processos de transferência de calor para as diversas faixas latitudinais do planeta ocorrem pelo movimento da matéria, representado pelos grandes deslocamentos das massas oceânicas e pela circulação atmosférica, isto é, pelas massas de ar e ventos. As conexões dialéticas entre o Sol e a Terra podem provocar mudanças significativas nessa transferência de calor, desde que ocorram alterações na atividade solar ou mudanças quantitativas na órbita do planeta em torno da estrela.

5.3 A EVAPORAÇÃO E A PRECIPITAÇÃO

A maior parte da superfície terrestre é composta por águas que compõem a hidrosfera. As relações entre a hidrosfera e a atmosfera constituem um dos aspectos mais importantes do estudo da dinâmica ambiental das paisagens naturais de áreas emersas. A faixa de contato que existe entre as camadas mais baixas da atmosfera, na qual se produz a circulação do ar, e a parte superior dos oceanos e dos grandes mares é a porção mais destacada dessa interface.

A água em estado líquido modifica-se qualitativamente quando evapora, em face do calor recebido do Sol (ROC). As moléculas de água no estado líquido transformam-se a partir de uma agitação que é desencadeada a partir da ação da ROC. Num dado momento, as moléculas da água líquida afastam-se da matéria original. Dá-se, assim, uma mudança qualitativa da matéria, que é a evaporação, ou seja, a água passa da qualidade líquida para a qualidade vapor. Essa conversão de estado da matéria ocorre a uma quantidade de temperatura que deve ser inferior ao ponto de ebulição.

A evaporação e o grau de umidade relativa do ar existente num determinado ambiente encontram-se profundamente relacionados. Não se pode examinar a maior ou menor rapidez da evaporação sem levar em conta tais relações dialéticas. Por exemplo, se o ambiente está saturado de umidade, a evaporação cessa. Outro aspecto que merece ser ressaltado é que para que aconteça a evaporação, é necessária uma subtração de energia do meio. É o que se conhece como “calor latente”. Esse calor latente é a “coisa em si” desse fenômeno.

A evaporação está relacionada com alguns fatores: temperatura da superfície da água, a umidade relativa do ar, velocidade do vento atuante sobre a massa líquida considerada, a pressão atmosférica e o grau de saturação de umidade do ar.

À medida que a água evapora (mudança qualitativa), passa a acumular certa quantidade de energia térmica (calor latente). Conclui-se que a evaporação, para que aconteça, necessita de energia, que irá acumular-se nas nuvens. Essa energia acumulada é devolvida à atmosfera do planeta por ocasião de uma destacada mudança qualitativa da água, que é a precipitação.

A expansão e a compressão do vapor d'água, que se processa a partir de uma luta de contrários, pode explicar a existência de paisagens naturais úmidas (quantitativamente mais chuvosas) e paisagens naturais secas. Uma porção do ar atmosférico que é comprimida adiabaticamente aquece-se e inibe a formação ou o desenvolvimento de massas de nuvens. Em situação inversa, uma massa de ar que sofre uma expansão adiabática resfria-se. Se esse ar que se expande é úmido, produz-se a condensação do ar, quando o meio gasoso atinge o ponto de orvalho. Contudo, outra luta de contrários se configura: se a expansão do ar prolonga-se, o calor latente liberado pela condensação provocará um decréscimo do resfriamento produzido.

No Agreste pernambucano, particularmente, há um mosaico de paisagens naturais consideradas “áreas de exceção” do semiárido, que pode ser interpretado à luz do método dialético. São os brejos de exposição. Nessas paisagens, uma vertente poderá ser qualitativamente úmida (relação com o processo de expansão adiabática) e uma outra se mostrará seca, área em que há uma mudança qualitativa na dinâmica atmosférica (compressão adiabática).

No balanço hídrico, a precipitação representa a transferência de água da atmosfera terrestre para o solo. A evaporação e a evapotranspiração indicam

exatamente o contrário, ou seja, o retorno da água do solo, das massas oceânicas e dos vegetais, para a atmosfera. A luta de contrários é evidente.

As nuvens são formadas por uma quantidade imensa de pequenas gotículas de água em suspensão. Representam uma mudança qualitativa da água, que se encontra na porção inferior da atmosfera, no estado de vapor. Essas massas hídricas flutuantes resultam de uma luta de contrários entre o aquecimento basal do ar e o resfriamento que se verifica em cima (Figura 17). Esse fato gera uma situação de instabilidade atmosférica.

Os núcleos de condensação existentes no interior das nuvens irão contribuir para a formação das precipitações, mediante a condensação. É neste momento que se dá a liberação do calor latente.

Figura 17 - Nuvem do tipo cúmulos. A evaporação da superfície oceânica, resultante da influência da ROC, acumula calor (calor latente). O calor latente é devolvido à atmosfera com a condensação do ar.



Localidade: Município do Moreno (PE). Foto: Lucivânio Jatobá (2017)

Uma das categorias da Dialética Marxista diz respeito ao conteúdo e a forma de um fenômeno investigado. Afanasiev aborda essa questão:

Conteúdo é o conjunto de elementos e processos que constitui um determinado objeto ou fenômeno. Forma é a estrutura ou organização do conteúdo, não uma coisa externa a ele, mas intrinsecamente inerente... O Materialismo Dialético se inicia na união do conteúdo com a forma e na inseparabilidade destas categorias. (AFANASIEV, 1968, p. 155-156).

Quando examinamos a forma assumida pelas nuvens sobre uma determinada paisagem, verificamos que o conteúdo de uma nuvem manifesta-se na forma que ela expõe ao observador. Analisemos, por exemplo, o caso das nuvens *cumulus* de bom tempo, que surgem, com muita regularidade, durante o dia, no Agreste pernambucano e em outras mesorregiões do Estado. Em toda coluna de ar na qual tem origem uma nuvem *cumulus* há uma expansão adiabática do ar e o gradiente mantém-se obviamente adiabático. No entanto, a forma de uma *cumulus* de bom tempo, que lembra um couve-flor, mostra uma base com característica horizontal e um topo em geral arredondado ou discretamente abaulado. Essa diversificação de formas denuncia o conteúdo dos processos físicos operantes. Em outras palavras, nessa coluna de ar, a base é estável e a superfície superior instável. É absoluta a contradição dialética neste caso.

Dias (2011) aborda a dinâmica das nuvens, permitindo compreender a dialética que nelas se verifica:

Em geral, no continente, o período da manhã começa com nuvens rasas e pequenas, que vão crescendo, crescendo, até que, no final da tarde aparecem nuvens de grande extensão vertical (...) É nesse processo de crescimento da nuvem que se transporta o calor daqui de baixo lá para cima, e ocorre, simultaneamente, o processo de mistura do ar que vem de baixo da atmosfera com o ar que está mais acima (...) Acima da base das nuvens também temos transporte turbulento, porém induzido pelas nuvens. O ar que sobe dentro da nuvem, por continuidade, induz as correntes de ar descendentes entre as nuvens.” (DIAS, 2011, p. 47)

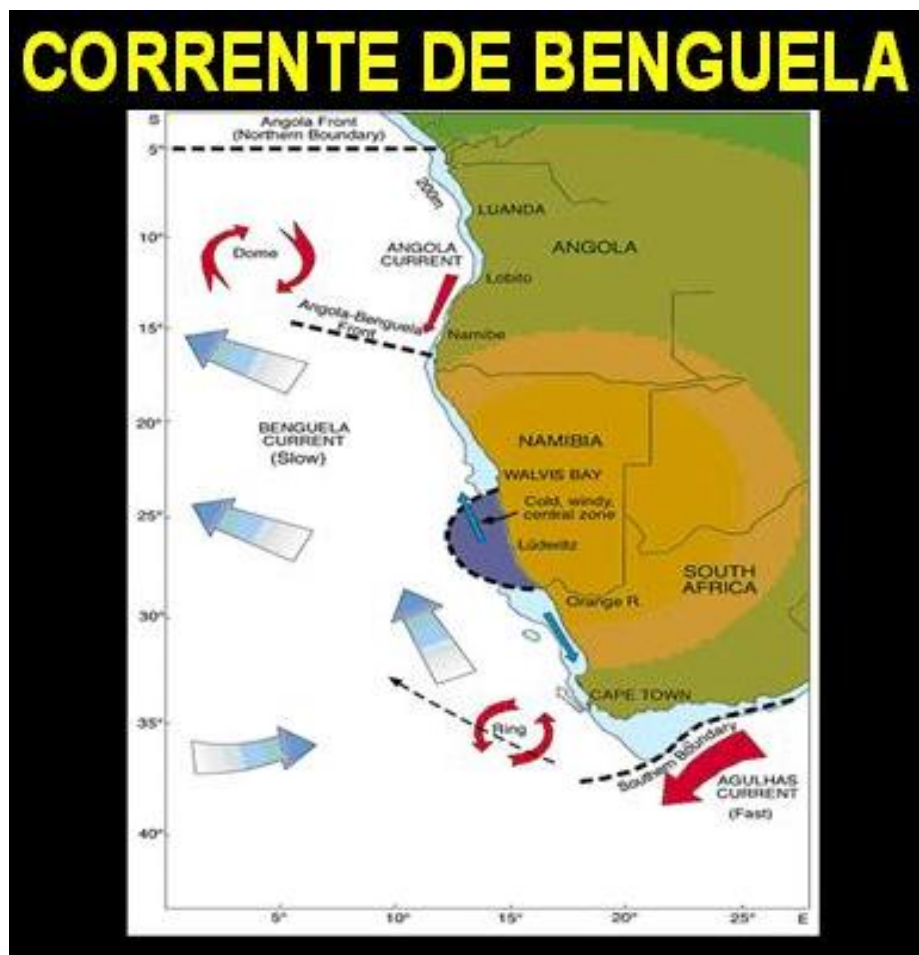
As nuvens crescem, ao longo do dia, em decorrência do aumento da radiação de ondas longas (conexão dialética entre a superfície terrestre e o ar atmosférico sobre ela situado) que permite a convecção do ar e mudanças quantitativas dos valores de umidade relativa. A grande extensão vertical das nuvens sobre os continentes à tarde, referida por DIAS (2011), deve-se exatamente a essas mudanças mencionadas. A mistura de ar no interior das nuvens gera uma luta de contrários entre correntes de ar ascendentes e subsidentes, gerando, conseqüentemente, turbulência e fenômenos elétricos.

A evaporação e a condensação prestam-se para exemplificar a conexão dialética dos fenômenos naturais. Essa liberação de energia anteriormente considerada (calor latente) pode propagar-se por longas distâncias. Um significativo evento pluviométrico (situação de excepcionalidade climática) que ocorra na fachada oriental do Sudeste brasileiro poderá atingir um raio de várias centenas de quilômetros. Segundo Dias (2011), alterações climáticas numa determinada região podem atingir outras regiões por processos de propagação de energia na atmosfera. Essa lógica dialética auxilia na compreensão das relações que se estabelecem entre fatos climáticos ou meteorológicos tão afastados.

Ainda, insistindo nessa exemplificação, menciona-se um evento extremo climático acontecido na Zona da Mata pernambucana, no inverno de 2011. Uma Onda de Leste que atingiu de forma descomunal a parte oriental de Alagoas, Pernambuco e Paraíba, bem como as intensas chuvas que se verificaram a partir de fevereiro daquele ano, na área referida, esteve profundamente relacionada com aquecimento anômalo da superfície do Atlântico Sul, entre Alagoas e Paraíba, e também ao aquecimento ainda mais anômalo na área quase permanentemente ocupada por uma corrente fria, a Corrente de Benguela (Figura 18), que influi sobremaneira nas condições de semiaridez do Nordeste brasileiro.

As alterações da temperatura da superfície oceânica, entre a costa da África do Sul e de Namíbia, provocam mudanças qualitativas na atmosfera de áreas afastadas, como é o caso do semiárido brasileiro ou até a Zona da Mata pernambucana, o que demonstra uma conexão dialética.

Figura 18 - A representação cartográfica da corrente fria de Benguela. Observar a mancha de área seca a ela adjacente no continente africano (Namíbia, A. do Sul).



Fonte: <http://www.nacoma.org.na>, acesso em 01-10-2017.

5.4 A SITUAÇÃO CLIMÁTICA DO ANO DE 1989: UM EXEMPLO COMPARATIVO

A Climatologia Clássica, sobretudo a “Escola de Hann”, enxergava o clima como algo metafisicamente estático, preso a médias estabelecidas a partir de observações decenais de temperatura, umidade, precipitações etc.

Os climas são fatos dinâmicos de estrutura complexa e a essência dos seus elementos, como afirmou Andrade (1964), é atmosférica, mas se identifica uma estreita dependência desses elementos às condições geográficas sob que se registram.

No estudo do contato dos fenômenos atmosféricos com a superfície da Terra, é a consideração preferencial do fator geográfico o que imprime ao objeto da ciência dos climas um caráter de complexo geográfico ou combinação geográfica, no conceito de Cholley. Em outras palavras, objeto de um estudo que, sendo da atmosfera em

seu conjunto, não pode perder de vista reações combinadas dos meios sólido, líquido e gasoso, nem as resultantes formas solidárias de combinações físico-biológicas e de combinações humanas (ANDRADE, 1964, p. 397).

As considerações feitas por Andrade (1964) revelam o caráter dialético dos fatos de natureza climatológica. As combinações entre os fenômenos físicos, biológicos e humanos, às vezes solidárias, às vezes contraditórias, explicitam uma dinâmica que podem ser bem compreendidas, a partir da aplicação das categorias e leis do Materialismo Dialético. Andrade (1964) insiste em que os fenômenos e suas condicionantes geográficas são intrincados e insusceptíveis de dissociação, sob pena de se ignorar sua identidade evolutiva, acha-se bem retratada nas massas de ar em suas migrações.

As condições climáticas de um ano podem ser absolutamente distintas daquelas verificadas há cinco ou dez anos anteriores. Isso demonstra as transformações e não repetição obrigatória dos fenômenos troposféricos. É o que se percebe quando se comparam as condições atmosféricas do ano de 1989 com as do ano de 2013. Esses dois anos representam exemplos excelentes

Março, abril e maio são meses de estação chuvosa, sobretudo nas regiões Norte e Nordeste do Brasil. Ficam secos, na média, apenas o interior da Bahia, o sul do Maranhão, o Rio Grande do Sul e Santa Catarina. O que estava acontecendo no mês de maio daquele ano de 1989, em termos de condições atmosféricas?

- Um resfriamento do Pacífico Equatorial (La Niña) encontrava-se em dissipação.

- No Atlântico Tropical, ao norte do Equador, estava configurada a presença de uma Anomalia Térmica da Superfície Marinha (ATSM) negativa. No Sul do Equador, entre o Brasil e a África, instalara-se uma Anomalia Térmica da Superfície Marinha (ATSM) positiva.

- Uma anomalia negativa de Radiação de Onda Longa (ROL) teve origem na América do Sul. No Atlântico Sul, outra ROL negativa instalou-se.

- As precipitações mensais nesses dois meses escolhidos ficaram acima da normal no litoral da Bahia, interior do Nordeste semiárido e particularmente na parte oriental dos Estados de Alagoas, Sergipe, Pernambuco e Paraíba.

- As incursões da Zona de Convergência Intertropical, que acarreta pesados aguaceiros convectivos, foram mais enfáticas.

Esse conjunto de características apontadas diferem consideravelmente das que foram observados nos dois meses (abril e maio), no ano de 2013, no mesmo espaço geográfico.

A observação desses fatos permite obter às seguintes constatações:

a) a natureza encontra-se em permanente transformação. As águas superficiais de um oceano podem mudar quantitativamente o seu quadro térmico e modificar qualitativamente os fenômenos atmosféricos.

b) o oceano e a atmosfera estão em constante relação. Os fluxos convergentes dos alísios austrais e boreais, para os doldrums equatoriais, são profundamente influenciados pelas ATSM. Quando no Atlântico sul, na faixa das baixas latitudes, se instalam ATSM + e nas latitudes similares do Atlântico norte, ATSM-, a Zona de Convergência Intertropical é empurrada mais eficazmente para o sul, provocando chuvas mais intensas no semiárido nordestino e inclusive na fachada oriental do Nordeste, entre Alagoas e Rio Grande do Norte.

c) o movimento da Zona de Convergência Intertropical é o resultado da luta de contrários entre os fluxos dos alísios austrais e boreais.

d) as mudanças quantitativas da temperatura na superfície do oceano Atlântico tropical implicam em mudanças qualitativas na estação chuvosa do Nordeste brasileiro.

e) impossível a análise climática de uma ampla região sem a apreciação dialética da totalidade.

A estação chuvosa do ano de 2013, nos meses de janeiro, fevereiro, março, abril e maio, apresentou-se com um déficit hídrico considerável, no Nordeste brasileiro. Não podemos apontar as ações antrópicas como as causas determinantes desse desvio negativo de precipitações. O oceano Atlântico tropical, nos dois lados do Equador, evidenciou-se com uma situação qualitativa oposta à daquele ano de 1989. Esse fato gerou uma alteração qualitativa, também, nos fluxos de ar dos alísios. Os alísios austrais adquiriram mais energia e os boreais menos energia. O Anticiclone do Atlântico Sul expandiu-se mais e o gradiente barométrico acentuou-se, nas relações centro de altas pressões subtropicais e talvegue de baixas pressões equatoriais. Isso implicou numa posição mais ao norte do Equador da Zona de Convergência Intertropical. Quando isso se verifica, a seca é inevitável no semiárido nordestino.

O clima, como se pode deduzir da exposição feita anteriormente, resulta de uma interação dialética entre diversas geoesferas e também é um sistema de grande complexidade, haja vista o expressivo número de variáveis que contempla. As transformações quantitativas em mudanças qualitativas, um dos pontos centrais da análise dialética da natureza, exibem-se de maneira destacada na configuração e interação dos elementos e fatores climáticos.

6 A ANÁLISE DIALÉTICA DA DINÂMICA DOS SOLOS

Neste tópico da tese examinam-se vários aspectos relacionados à pedogênese. Apresentam-se uma interpretação dialética entre vários tipos destes com os elementos do quadro natural, particularmente a litomassa, os climas e o relevo.

O solo é um dos principais elementos que compõem as paisagens e desempenha um papel importante para a sociedade, pois é exatamente nele onde se realizam as atividades agrícolas, fornecedoras de alimentos. Pode ser definido como a massa natural que compõe a superfície da Terra, que suporta ou é capaz de suportar as plantas (LEPSCH, 1977). Bigarella, Becker e Passos (1996, p. 455) conceituam solo como sendo o material mineral e/ou orgânico inconsolidado, poroso, finamente granulado, com natureza e propriedades particulares, herdadas da interação de processos pedogenéticos com fatores ambientais, envolvendo as variáveis material de origem, clima, organismos, relevo e tempo.

O solo se situa na interface entre a Litosfera, a Atmosfera e a Biosfera, sendo, por conseguinte, fortemente influenciado por essas duas geoesferas. É o efeito, portanto, das ações do clima e da Biosfera sobre a litomassa.

As categorias filosóficas espaço e tempo são essenciais à análise dialética dos solos. Quanto ao espaço, o solo é tridimensional, ou seja, possui profundidade, comprimento e largura, e varia desde a escala local até a escala continental. Com relação ao tempo, pode-se dizer que a variação deste, numa escala pedológica, vai desde a rocha que foi exposta às intempéries até os solos maduros. Com o tempo, o solo tende a evoluir, por interação com a biosfera, a atmosfera e a hidrosfera. O tempo contribui, passivamente, para o avanço da espessura do solo, em função da luta de contrários entre a pedogênese e a morfogênese, anteriormente esquadrihada. Em áreas em que a pedogênese supera a morfogênese, os solos se desenvolvem mais profundamente e possuem uma idade pedológica maior.

6.1 A INTERPRETAÇÃO DIALÉTICO-MATERIALISTA DOS SOLOS

Uma significativa teia de relações entre causas, processos e efeitos surge quando se investigam os solos, em geral. A Figura 19 resume bem a questão.

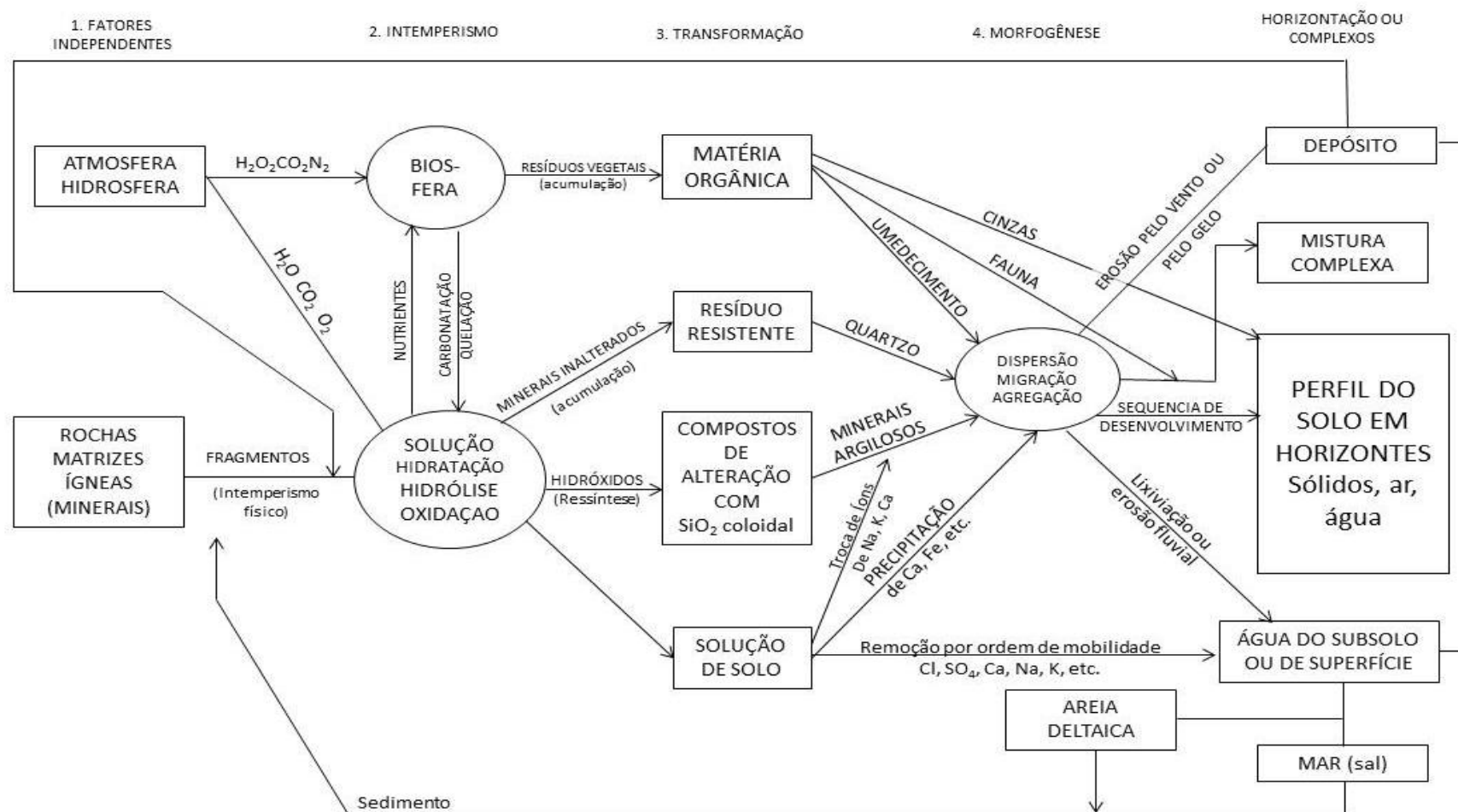
Cinco aspectos são, a priori, considerados para a análise: os fatores independentes, o intemperismo (meteorização), a transformação da matéria, a morfogênese do solo e a horizontalização ou complexos do solo. Os fatores independentes, mas que mantêm profunda conexão com os solos, estão representados pela atmosfera terrestre, a hidrosfera e a litomassa (rochas).

O intemperismo, segundo a ótica materialista dialético, é uma manifestação da movimentação da matéria rochosa, através de reações químicas e / ou transformações físicas. O intemperismo encontra-se em conexão com a atmosfera que lhe fornece H_2O , CO_2 e N_2 . Estes componentes químicos da matéria ar alteram as rochas e formarão o solo, a partir de processos do tipo hidrólise, oxidação, hidratação. Surgem, a partir de então, nutrientes que assumirão um papel essencial para a Biosfera, especialmente para os vegetais. A Biosfera está, portanto, dialeticamente relacionada com os solos e com os processos pedogenéticos. Da Biosfera originam-se os resíduos vegetais, cuja acumulação implicará no aparecimento de matéria sob a forma de matéria orgânica. A matéria orgânica influenciará diversas propriedades inerentes ao solo, tais como a absorção de nitrogênio, absorção e retenção de água, etc. Essa matéria orgânica pode acumular-se no primeiro horizonte do solo, o horizonte A. A matéria orgânica pode migrar para outras áreas do regolito (movimento da matéria) através de processos como a eluviação⁷.

A matéria orgânica, os resíduos resistentes da litomassa (minerais inalterados), compostos de alteração com SiO_2 e a solução de solo convergem e determinam a dispersão, a migração e a agregação de partículas inorgânicas e orgânicas (morfogênese) que originarão uma mistura complexa (o solo), com horizontes distintos (perfil do solo), com sólidos, água e ar. Dá-se uma mudança qualitativa da matéria.

⁷ A eluviação ocorre quando a precipitação excede a evapotranspiração e os materiais constituintes do solo são carregados para áreas mais profundas ou para fora dele.

Figura 19 - As relações dialéticas entre os fatores e os processos da pedogênese

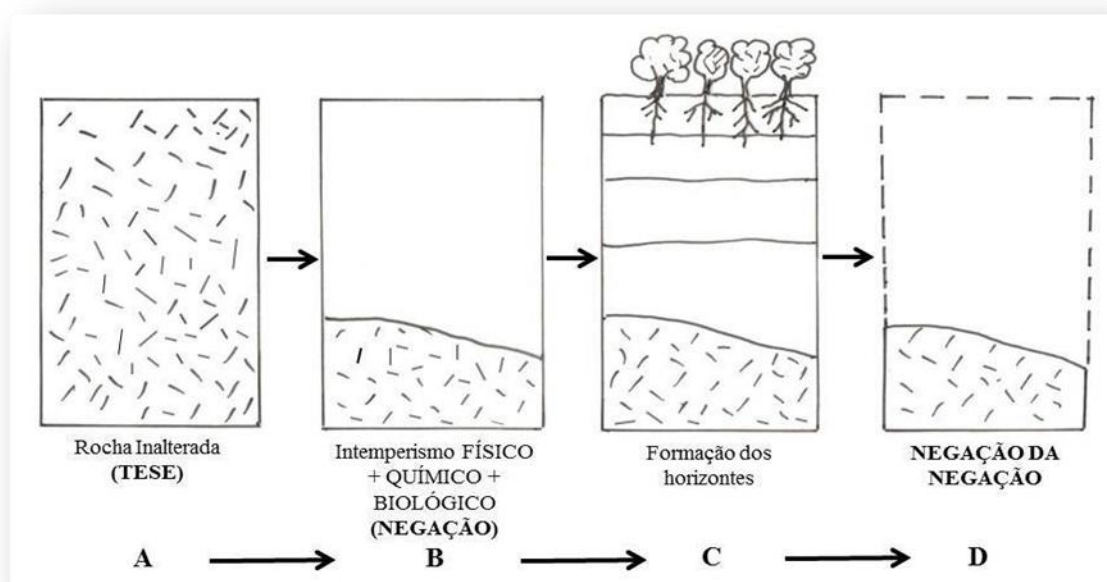


Fonte: Bunting (1971)

Os processos pedogenéticos consistem basicamente, segundo Bigarella et al. (1996) em: adição de material, perdas de material, translocação de materiais e transformações de matéria orgânica e de minerais. A adição de material orgânico e mineral ao solo, bem como as perdas de material pedológico por erosão e lixiviação, constituem mudanças quantitativas. A translocação de matéria de um ponto a outro do perfil do solo indica que a matéria solo encontra-se em movimento e não estática, como aparentemente pode sugerir ao observador. As transformações dos minerais e da matéria orgânica no interior do solo decorrem de mudanças quantitativas que se transformam em mudanças qualitativas da matéria.

Na formação do solo há uma conexão dialética entre as frações mineral, orgânica, ar e água (Figura 20). Assim, mudanças quantitativas que ocorram nessas frações implicarão em mudanças qualitativas do solo. Em outras palavras, uma mudança qualitativa (ex. mudança de tipo climático) que se verifica na baixa atmosfera terrestre irá alterar quantitativa e qualitativamente os processos pedogenéticos e a qualidade ou tipo de solo. Os mais diversos tipos de solo classificados atualmente como Latossolos, Argissolos, Neossolos, etc, remetem a diferentes condições dos fatores de formação e, principalmente, da intensidade das relações dialéticas que possam existir entre esses fatores.

Figura 20 - Representação esquemática da gênese e evolução de um solo e a explicação dialético-materialista



Fonte: Esquema elaborado por Lucivânio Jatobá.

A evolução dos solos demonstra as conexões dialéticas, as mudanças quantitativas propiciando mudanças qualitativas, a luta de contrários e a negação da negação. Na Figura 20 encontra-se apresentada, de forma sintética, esses aspectos. A situação A é aquela em que a rocha inalterada aflorou e entrou em contato com a atmosfera terrestre (tese). Estabelece-se, a partir de então, uma conexão dialética entre a litomassa e a atmosfera terrestre. Com o passar do tempo, as mudanças quantitativas dos processos de meteorização física e química e os organismos propiciarão mudanças qualitativas na rocha, sobretudo as transformações de natureza química, caso a paisagem esteja situada em ambiente tropical úmido. Origina-se o manto de intemperismo. Essa fase é a da Negação (situação B). A evolução continua e os horizontes do solo vão gradativamente definindo-se (situação C). Uma fase de soerguimento do terreno (interação dialética tectonismo-processos de degradação da paisagem) ou de resistasia climática (desequilíbrio ambiental) definirá uma aceleração da morfogênese, implicando na evacuação das formações superficiais (solos), surgindo um novo afloramento da rocha inalterada. Reinicia-se o ciclo. É a negação da negação (situação D).

6.2 AS CONEXÕES DIALÉTICAS DE ALGUNS TIPOS DE SOLOS COM OS ELEMENTOS NATURAIS DAS PAISAGENS

Os solos estão em permanente conexão dialética com diversos componentes das paisagens naturais, sobretudo material de origem, clima, relevo, organismos, rede hidrográfica e inclusive os seres humanos. Inúmeros exemplos podem ser apontados para demonstrar tal conexão, lembrando, contudo, que na natureza todos os elementos estão absolutamente inter-relacionados. As conexões simplificadas e aparentemente isoladas a seguir expostas justificam-se, apenas, por razões didáticas.

6.2.1 Conexão litomassa – solo

A litomassa (causa) proporciona a existência de determinados tipos de solo (efeito). Em áreas do Agreste pernambucano os corpos rochosos, graníticos e granitóides são ambientes preferenciais para a formação de Neossolos litólicos, especialmente nas paisagens desenvolvidas nos maciços residuais. Os latossolos que são solos mais profundos, bem desenvolvidos e com boa drenagem associam-

se a litologias predominantemente arenosa ou areno-argilosas que em geral instalaram-se em formações geológicas sedimentares como, por exemplo, a formação Riacho Morno do Grupo Barreiras (Figura 21).

Figura 21 - Latossolo desenvolvido em mancha de terrenos do Grupo Barreiras. Localidade: Jaboatão dos Guararapes (PE).



Foto: Alineaurea Florentino Silva, 2016.

Na Figura 21 observa-se nitidamente a separação entre o material coluvial do Grupo Barreiras e as rochas metamórficas (gnaisses e migmatitos) alteradas profundamente “in situ” pelo intemperismo químico. Na Zona da Mata de Pernambuco, em paisagens cuja litologia está representada predominantemente por gnaisses e granitos, os solos que se destacam espacialmente são aqueles bem desenvolvidos, profundos e drenados que receberam a denominação de Argissolos (Figura 22).

Figura 22 - Perfil de um Argissolo. Local: município de Goiana-PE



Fonte: Lucivânio Jatobá (2013).

Apesar do material de origem (litomassa) promover a formação de determinados tipos de solos, é prioritário ressaltar que o tipo climático dominante, com seus diversos elementos, sobre a paisagem, determina as transformações qualitativas que vão resultar nos vários tipos de solos.

6.2.2 Conexão relevo – solo

O relevo contribui para a gênese e a evolução do solo principalmente no que se refere à espessura deste que, geralmente, decresce com o aumento da declividade. As influências indiretas se fazem presentes com as variações térmicas, pluviométricas, a circulação atmosférica e a drenagem.

As regiões de topografia acidentada encontram-se sujeitas a intensos processos erosivos. As mudanças quantitativas verificadas na inclinação das vertentes acarretarão mudanças qualitativas nos processos pedogenéticos, ou seja,

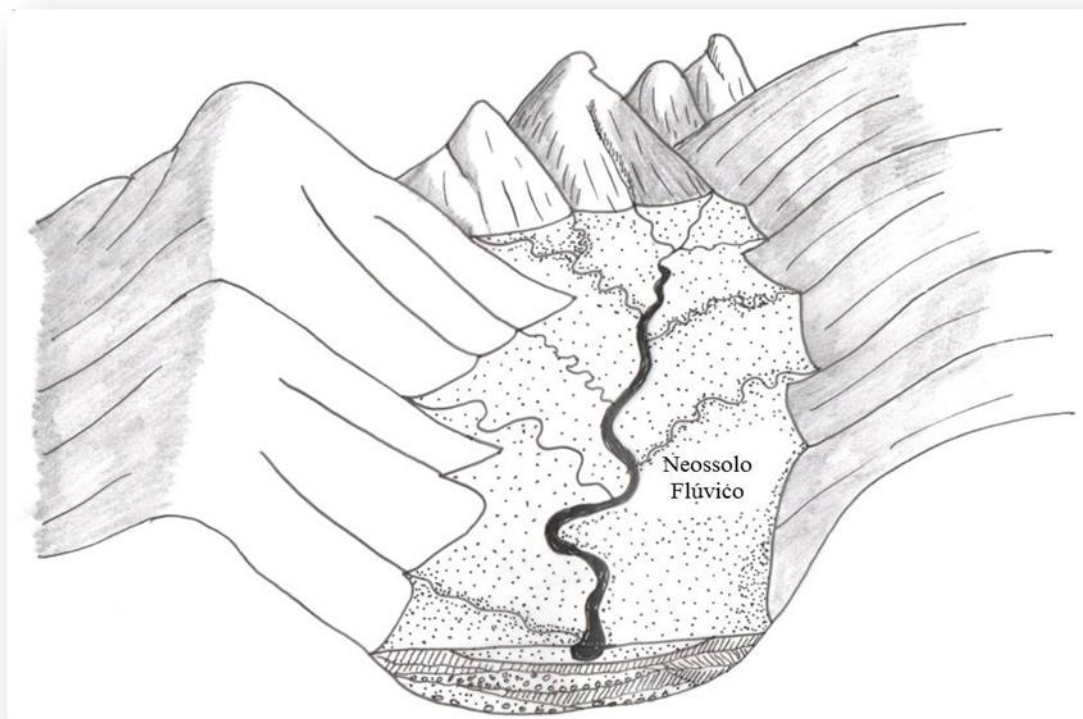
mais intensa remoção das formações superficiais, menor infiltração das águas e retardamento no processo de formação do solo. A luta de contrários entre a pedogênese e a morfogênese é consideravelmente influenciada pela declividade do relevo.

Nos vales fluviais de fundo chato ou em manjedoura, a conexão relevo- solo destaca-se. Esse tipo de paisagem, especialmente em áreas tropicais, submete-se às invasões das águas fluviais, por ocasião das enchentes advindas de períodos de intensa pluviosidade. Os rios passam a ocupar o leito maior e deixam depositados detritos rochosos finos, que constituirão as aluviões. Em consequência, formam-se neossolos profundos, com fertilidade natural média a alta; são os neossolos flúvicos. A relação dialética entre relevo plano, fertilidade natural do solo e atividades agrícolas nele desenvolvidas é patente. A História da humanidade mostra exemplos significativos dessas relações, especialmente no vale do rio Nilo e, particularmente, nos terraços inundáveis do Médio Curso do rio São Francisco

A matéria neossolo flúvico existe no espaço vale fluvial de fundo chato, e é elaborada num tempo geológico relativamente curto (Figura 23). Tem como causa a deposição detrítica feita pelo rio em ambiente favorável às enchentes (espaço). A causalidade assume o nexo entre dois fenômenos: a deposição de material detrítico jovem e o neossolo flúvico.

O neossolo flúvico, quando localizado entre áreas de neossolos litólicos, assume o caráter de objeto particular, em face das qualidades específicas que o distinguem do geral, mas não se pode negar que esse fato particular tem conexão com o geral. Boa parte dos sedimentos que chegaram à calha da corrente fluvial veio exatamente das paisagens adjacentes que enquadram o vale.

Figura 23 - Representação esquemática da localização de um Neossolo Flúvico



Fonte: Elaborado por Lucivânio Jatobá (2016)

6.2.3 Conexão clima – solo

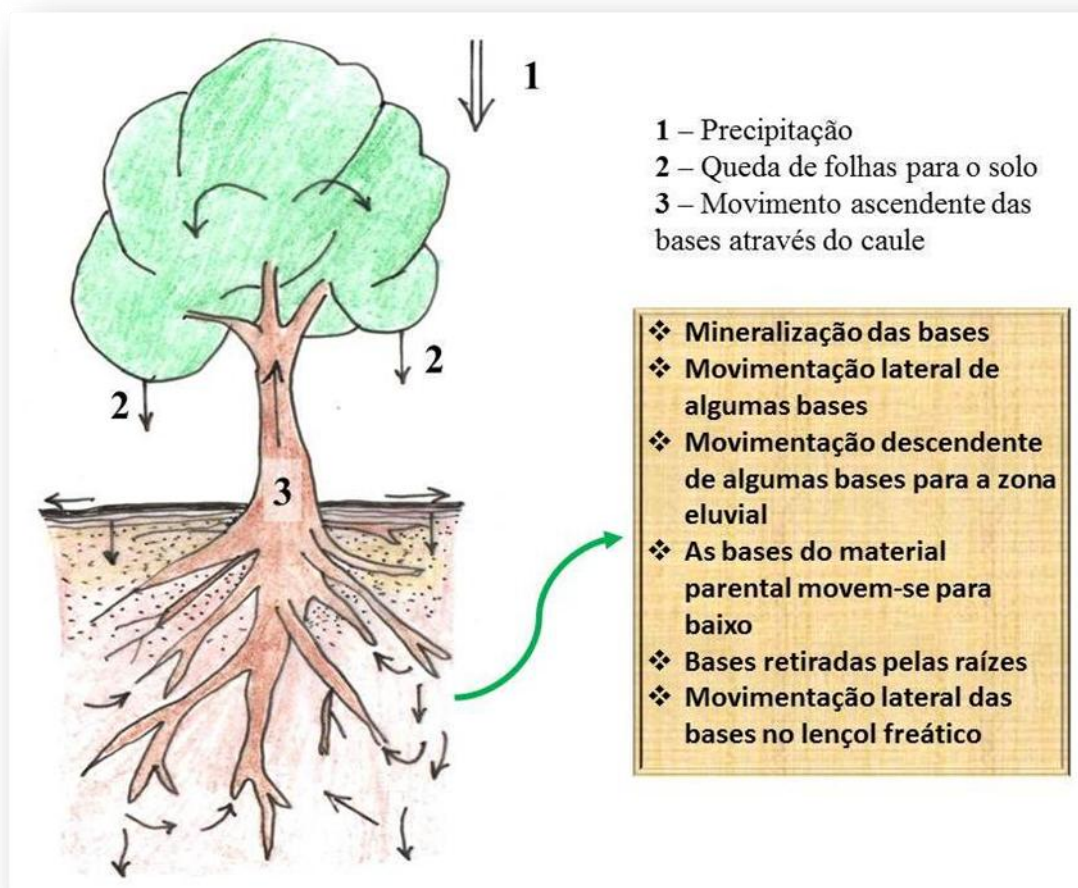
O clima, através de seus componentes precipitação, temperatura, vento e suas variações, constitui o fator que desempenha maior atividade na formação do solo (VIEIRA, 1975). A energia de desintegração do material rochoso, bem como dos minerais, aumenta com o acréscimo da temperatura do ar atmosférico, e da umidade atmosférica, o que justifica, por exemplo, a maior profundidade do manto de alteração nas áreas tropicais úmidas. É o caso da Zona da Mata Sul de Pernambuco, na área de intensa mamelonização, designada como domínio dos “mares” de morros florestados (JATOBÁ, SILVA E GOMES, 2014).

Nas áreas quentes e úmidas, o regolito, ou manto de alteração, pode atingir várias dezenas de metros de profundidade. Já nas regiões temperadas, a decomposição química é bem mais intensa. A água em estado líquido age, a princípio, de modo puramente mecânico. A dessecação das partículas capilares da água, situadas nos interstícios, acarreta contração, e essa contração aumenta uma pressão sobre os grãos intermediários. Em seguida, passa por uma sequência quase contínua de fenômenos físico-químicos, chegando finalmente à verdadeira dissolução química da molécula (LINS, 2014, p. 81).

A evolução do perfil do solo está bastante atrelada à umidade atmosférica, que é responsável por mudanças qualitativas da litomassa, mediante reações químicas do tipo hidratação e oxidação. Essas reações químicas, que demonstram a movimentação da matéria, mesmo em áreas da epigeosfera que aparentam um estado de inércia, propiciarão a intemperização maior do colúvio e do elúvio, nos quais se instalam os solos. As características físicas e químicas de um solo considerado jovem aproximam-se bastante das que possuem o material rochoso subjacente. Contudo, à proporção que os processos de formação dos solos evoluem, em termos quantitativos, os elementos climáticos passam a dominar na evolução do manto de intemperismo.

As influências do clima sobre a gênese dos solos se faz direta ou indiretamente. Diretamente, mediante o intemperismo da rocha e a infiltração das águas. Indiretamente, a partir das interferências dos fatores biológicos, que são influenciados pelas condições climáticas ambientais. Finch e Trewartha (1954), ao examinarem essa questão, afirmaram que “las raíces de las plantas más altas, como hierbas e árboles, penetran en el suelo y contribuyen a hacerlo más poroso; cuando muere ceden su matéria orgânica al suelo”. Algumas espécies vegetais, como por exemplo o Eucalipto (*Eucalyptus grandis*), direcionam o sistema radicular em busca da umidade no solo, alcançando grandes profundidades, em volume semelhante ou diretamente proporcional à parte aérea da planta. A Figura 24 esquematiza essa questão.

Figura 24 - Movimentação das bases em um solo florestal nos trópicos úmidos



Fonte: Modificado de Silva (1996).

A primeira relação visualizada na Figura 24 é entre a atmosfera (precipitação) e o solo, em ambiente quente e úmido (tropical). Nesse tipo de paisagem, a vegetação primitiva ou original está representada por florestas latifoliadas subperenifólias, com árvores de grande porte. Uma parte das folhas das árvores precipita-se sobre o solo, fornecendo-lhe matéria orgânica. Através do caule, a espécie vegetal transporta as bases absorvidas pelas raízes. Essas bases participarão da constituição dos elementos da planta. Se o tempo meteorológico está mais seco, há um aumento quantitativo da evapotranspiração real da planta e, consequentemente, esta irá retirar do solo mais bases. Contrariamente à ascensão das bases pelo caule, instala-se um movimento dessas para níveis inferiores do solo. Tal movimento está conectado com o aumento quantitativo das precipitações pluviométricas sobre a superfície do solo. Não se pode esquecer, contudo, que essa movimentação das bases relaciona-se, também, com o tipo do corpo edáfico. Por exemplo, solos mais arenosos proporcionam uma percolação (água mais bases)

mais rápida do que aquela percolação observada em solos predominantemente argilosos.

Essa conjuntura, de acordo com o Materialismo Dialética, explica-se a partir do emprego de duas leis da Esfera Geográfica, que são a Lei da Integridade da Paisagem e a Lei do Processo Circulatório da Matéria na Paisagem (KALESNIK, 1970). A primeira advoga que todos os elementos que compõem as paisagens encontram-se relacionados entre si, e que qualquer mudança quantitativa ou qualitativa em um deles condiciona a modificação dos demais, em busca do equilíbrio às novas condições. A segunda defende que nas paisagens há um constante processo circulatório de matéria e energia através dos seus diferentes elementos.

As conexões dialéticas entre relevo, clima, material de origem (litomassa) e o solo, que muitas vezes passam despercebidas ao observador que apenas se restringe ao mundo da aparência fenomenológica, revelam uma expressiva complexidade dos fatos naturais. O complexidade do solo está dialeticamente bem representado no diagrama sintético de Butting (1971), esquadrinhado ao longo do capítulo, e que poderá ser bem explorado no processo ensino-aprendizagem de Pedologia, a partir do emprego do método Dialético-materialista de análise da natureza.

7 A ANÁLISE DIALÉTICA DA DINÂMICA DOS RECURSOS HÍDRICOS

7.1 GENERALIDADES

A água é um dos mais significativos elementos naturais constituintes das paisagens. Já na Grécia Antiga, Aristóteles considerava a água um dos quatro elementos fundamentais formadores do universo.

O fluxo de água faz uma conexão dialética entre a atmosfera, o oceano, o relevo e os seres vivos, mediante uma destacada troca de energia e matéria, no tempo. A troca de energia e umidade verificada entre a cobertura vegetal e a atmosfera é importante para o estado do sistema climático e a amplitude de respostas das comunidades vegetais às mudanças climáticas (CHRISTOPHERSON, 2012).

A repartição espacial do potencial da água das chuvas representa o elemento indispensável à compreensão da problemática da erosão hídrica, do uso da água e da verificação das maneiras de aumentar a sua eficiência.

Os recursos hídricos (Figura 25) podem ser classificados em duas categorias distintas (Brasil, 1985), ou seja, Recursos de Água Localizada e Recursos de Água Móvel. Os recursos de água localizada ou potencial correspondem à reserva de água armazenada pelos solos. O seu maior ou menor volume está na dependência das características pedológicas e do regime pluviométrico. Os recursos de águas móveis englobam as águas que alimentam os lençóis subterrâneos e se encontram inter-relacionados principalmente com os aspectos geológicos das paisagens.

Figura 25 - Classificação dos recursos hídricos



Fonte: Modificado de BRASIL (1985).

A análise da rede hidrográfica, que compreende basicamente os rios e riachos, assume um papel relevante para o entendimento da dinâmica das paisagens, especialmente nas áreas tropicais úmidas e subúmidas. Os estudos quantitativos das redes de drenagem e das bacias hidrográficas receberam um forte incentivo, a partir da década de 1940, com a publicação dos trabalhos realizados por Horton (1945). Foi a partir das colaborações acadêmicas desse autor que surgiu o conceito de padrão de drenagem, ou seja, o arranjo geométrico dos canais de drenagem que cobrem uma determinada área e que engloba orientação das correntes fluviais, grau de integração delas, densidade, uniformidade, ângulos de junção etc.

A determinação das zonas hidrográficas verificadas nas diversas paisagens é feita a partir da concatenação entre os fatores: pluviosidade, permeabilidade dos terrenos, compartimentação geomorfológica e altitude (hipsometria). A pluviosidade determinará o regime fluvial. A permeabilidade do terreno, que vai de zonas impermeáveis a zonas com permeabilidade bastante elevada, influenciará na definição das áreas com água de sub-superfície. A compartimentação geomorfológica e as faixas de altitude contribuirão para a individualização das bacias e sub-bacias hidrográficas.

7.2 AS CONEXÕES DIALÉTICAS ENTRE A INFILTRAÇÃO DAS ÁGUAS NA BACIA HIDROGRÁFICA E AS CONDIÇÕES GEOLÓGICAS

Uma bacia hidrográfica é o conjunto de áreas com caimento superficial para determinada secção transversal de um curso d'água, medidas as áreas em projeção horizontal (GARCEZ, 1976, p. 39). Uma bacia hidrográfica pode ser considerada como um sistema dialeticamente aberto, ou seja, aquele em que um conjunto de elementos e alterações estão inter-relacionados, que trocam energia e matéria com as áreas adjacentes.

Silva e Rodriguez (2014) consideram que o planejamento e a gestão dos recursos hídricos devem ser efetivados a partir da categoria de análise bacia hidrográfica, por seu caráter sistêmico e integrado.

Os rios que compõem uma determinada bacia hidrográfica atravessam, em geral, faixas que apresentam diversas litomassas, com características físicas e químicas particulares. A infiltração das águas está fortemente conectada com o mosaico de rochas que fazem parte da bacia hidrográfica. A maior ou a menor permeabilidade dos terrenos interfere em dois aspectos da fisiologia das paisagens: a infiltração das águas precipitadas e na velocidade das enchentes, sobretudo em compartimentos de relevo plano, do tipo planície aluvial.

A Lei da Integração⁸ da Paisagem estabelece que a infiltração das águas numa bacia hidrográfica está subordinada, além da natureza do solo, que é dependente das características da litomassa, às condições climáticas ambientais, à declividade do terreno e à cobertura vegetal. A infiltração das águas no manto de intemperismo ou em terrenos sedimentares, demonstra a Lei do Processo Circulatório, isto é, o movimento de matéria e energia através da estrutura subsuperficial das paisagens.

Garcez (1976) considera que a infiltração das águas em diversos terrenos atravessa três diferentes, mas relacionadas, fases, a saber: Fase de Intercâmbio, Fase de Descida, Fase de Circulação.

A Fase de Intercâmbio se verifica na camada superficial do terreno. Nessa área as partículas de água estão sujeitas ao retorno à atmosfera, em face da aspiração capilar ocasionada pela evaporação que se verifica à superfície do

⁸Na presente tese optou-se por utilizar o termo Lei da Integração ("Principio de lá Integridad") aplicado na análise dialético materialista, sobretudo para interpretar paisagens em geossistemas.

terreno, ou então como uma consequência da evapotranspiração das espécies vegetais. As mudanças rítmicas, examinadas na Lei da Ritmicidade das paisagens, influenciarão a infiltração das águas. Essas mudanças são as alterações térmicas e sobretudo pluviométricas que acontecem ao longo do ano ou de um período de tempo mais prolongado (escala decenal).

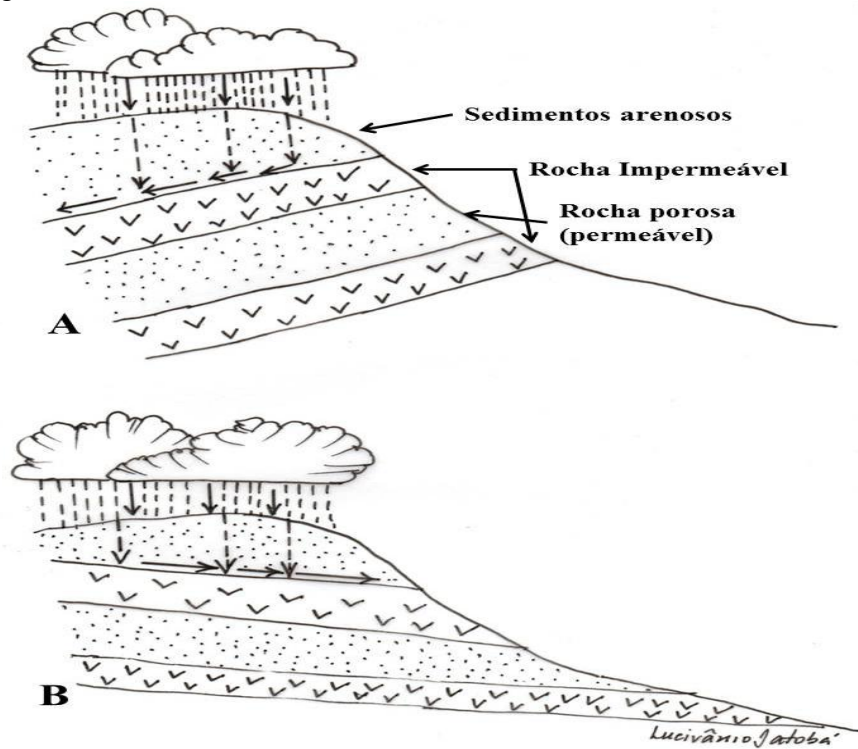
A Fase de Descida supera a capilaridade e se verifica quando da ação da gravidade, obrigando, portanto, o escoamento descendente das águas até atingir o limite das camadas impermeáveis. Nessa fase, ocorre a luta de contrários entre o movimento descendente da água e a oposição oferecida pelo sistema de capilaridade presente nas formações superficiais.

A Fase de Circulação acontece quando o solo ou as formações superficiais estão saturados de água. É então que têm origem os lençóis subterrâneos. As mudanças quantitativas ocorridas na declividade do terreno propiciarão o escoamento subterrâneo das águas. Neste caso particular, a maneira como estão dispostas as camadas rochosas (Figura 26) poderá facilitar, dificultar ou até mesmo impedir essa modalidade de escoamento.

A capacidade de infiltração, que é uma categoria de análise da hidrografia, é concebida como a quantidade máxima de água que pode se infiltrar em solos ou formações superficiais num dado período de tempo. Ela está em conexão dialética com a natureza geológica dos terrenos e principalmente com as precipitações pluviais, no caso das regiões tropicais.

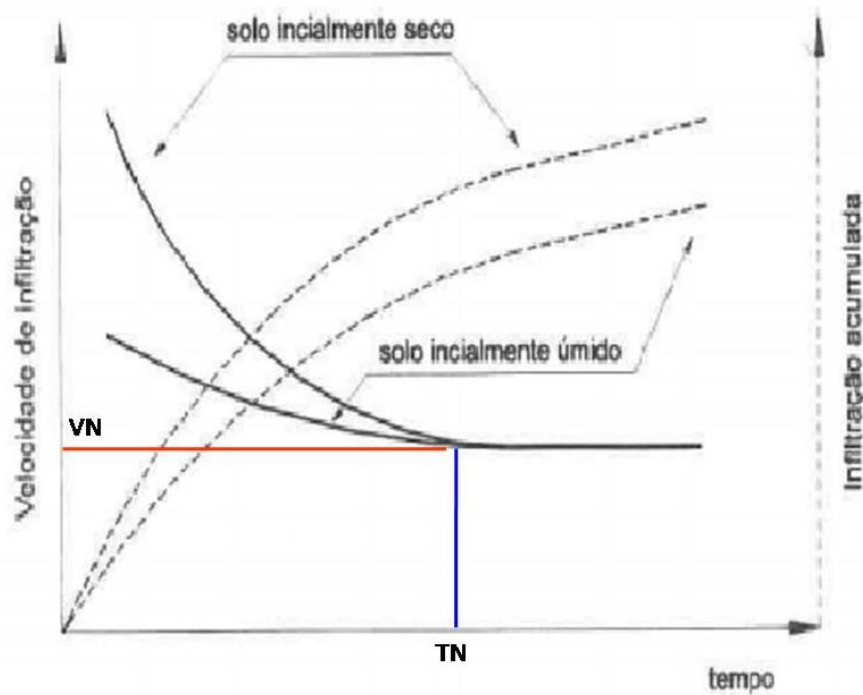
A velocidade da infiltração das águas nas formações superficiais relaciona-se com as diferentes condições de umidade e, ainda, com a categoria tempo (Figura 27).

Figura 26 - Relações entre o mergulho de camadas rochosas e a circulação subterrânea das águas



Fonte: JATOBÁ (2016)

Figura 27 - Velocidade de infiltração e infiltração acumulada em função do tempo para terreno inicialmente úmido ou inicialmente seco.

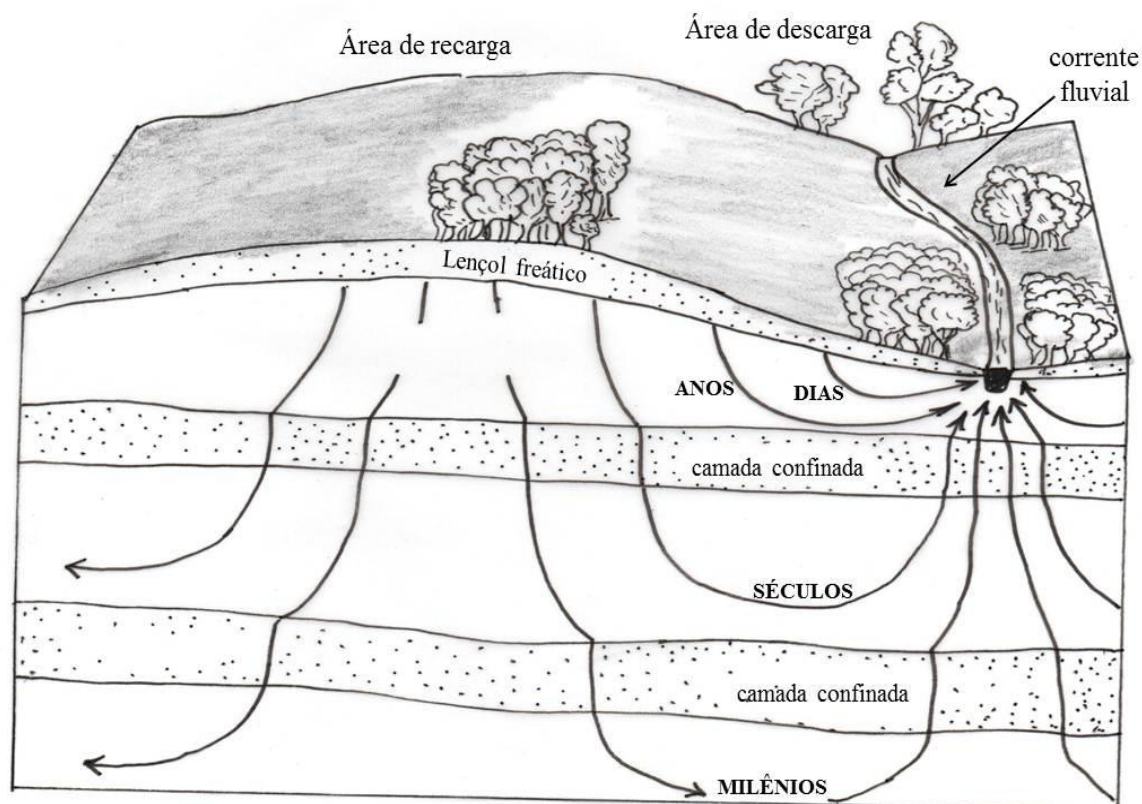


Fonte: Adaptado de: www.ufrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/HIDRO-Cap5-INF

Para um terreno inicialmente seco, a velocidade de infiltração das águas é bem maior que aquela que se verifica em terreno inicialmente úmido. Com o avanço do tempo, a velocidade de infiltração iguala-se para as duas condições no tempo TN, passando à velocidade VN. A infiltração acumulada de águas é maior para os terrenos inicialmente secos.

A estrutura subsuperficial da epigeoesfera é composta pelo lençol freático, camadas rochosas mais porosas, outras menos porosas e confinadas etc. Há uma conexão dialética marcante entre essa estruturação e as condições climáticas e fitogeográficas na porção mais superficial do terreno. Duas áreas superficiais se configuram: a área de recarga e a área de descarga, atravessada por cursos d'água (Figura 28). As águas se infiltram a partir da área de recarga e convergem para a área de descarga, mais especificamente para o talvegue do curso d'água. A categoria Tempo relaciona-se com a infiltração das águas. Essa infiltração varia de dias a milhares de anos e se verifica num espaço tridimensional.

Figura 28 – A infiltração das águas e a categoria Tempo



Fonte: Modificado de David et al. (2017).

As atividades agrícolas desenvolvidas pelos seres humanos na superfície terrestre podem acarretar mudanças quantitativas e qualitativas no processo de infiltração das águas, demonstrando as relações dialéticas entre sociedade e natureza.

Santana et al (1999), analisando o efeito de sistemas de cultivo sobre a infiltração de água em um solo Podzólico Vermelho Amarelo (atualmente designado como Argissolo), constataram que:

O sistema rotacional de culturas apresentou grande variabilidade na taxa de infiltração e nas infiltrações acumulada e básica, porém com valores superiores aos apresentados pelo sistema de consórcio e monocultivo. Entre as culturas utilizadas no sistema de monocultivo, a cana de açúcar apresentou valores superiores aos demais tratamentos (SANTANA et al., 1999 p. 30).

As águas superficiais encontradas nas paisagens seguem dois caminhos. O primeiro é a infiltração nos solos e formações superficiais. O segundo é o escoamento sobre o solo e rochas. O escoamento superficial é a porção da precipitação que escapou da infiltração da água nos terrenos e da evapotranspiração e que se desloca pela superfície das paisagens. O escoamento pode ser subdividido em superficial ou direto, subsuperficial e subterrâneo.

O escoamento superficial corresponde à precipitação que não se infiltra e que chega à rede de drenagem por uma imposição da ação da gravidade terrestre. O escoamento subsuperficial é a água da precipitação que se infiltrou no solo e se desloca sub-horizontalmente pelos horizontes superiores do referido solo.

O escoamento das águas de chuvas, no caso das áreas tropicais úmidas e sub-úmidas atravessa um ciclo, que pode ser compreendido a partir da utilização da Lei do Processo Circulatório da Matéria. De uma maneira sintética, pode-se afirmar que esse ciclo se desenvolve em quatro fases interligadas, descritas a seguir:

Fase 1 - A evapotranspiração, após um período sem chuvas, retira umidade que existe nas camadas superficiais do manto de intemperismo e na faixa capilar. A ascensão de águas subterrâneas alimenta as correntes superficiais. O nível piezométrico, contrariamente, desce progressivamente.

Fase 2 - Tem início a fase de precipitação pluvial. A evapotranspiração potencial decresce ou para. As águas das chuvas são interceptadas pela cobertura vegetal, pelo solo e pelos cursos d'água.

Fase 3 - A precipitação é máxima. A cobertura vegetal limita-se à interceptação das chuvas. A totalidade da precipitação atinge o solo e as rochas. Há uma saturação de água nas camadas superiores do solo. Uma parte da água precipitada infiltra-se, alimentando os lençóis subterrâneos e aquíferos. A precipitação que não se infiltra dá origem ao escoamento superficial. O escoamento superficial atinge seu valor máximo e assim podem originar-se enchentes.

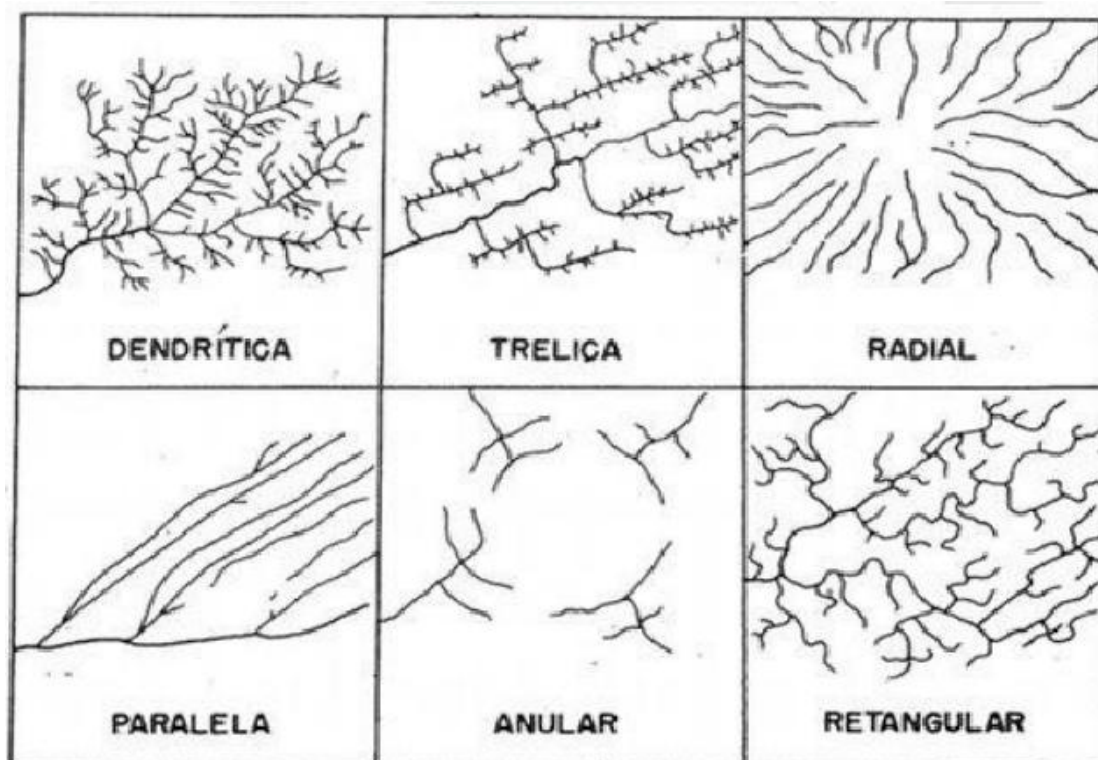
Fase 4 - A chuva cessa. O escoamento superficial diminui consideravelmente ou pode até desaparecer. As formações superficiais estão saturadas de água. Reaparecem os processos de evapotranspiração. Os cursos d'água passam a ser alimentados unicamente pelas águas de subsuperfície. O sistema volta à primeira fase.

A análise dialético-materialista do escoamento permite constatar que: a) a primeira fase é a tese. Nela se verifica uma luta de contrários. O nível piezométrico desce e as águas subsuperficiais ascendem para alimentar as correntes superficiais; b) com as mudanças quantitativas das precipitações pluviais, ocorridas na fase 2, a evapotranspiração potencial praticamente cessa (mudança qualitativa na evaporação). Estabelece-se uma luta de contrários entre a cobertura vegetal e a precipitação pluvial; c) Na fase 3 define-se a negação dialética. Mudanças quantitativas das precipitações pluviais implicam em mudanças qualitativas na situação das formações superficiais.

7.3 A INTERPRETAÇÃO DIALÉTICO-MATERIALISTA DOS PADRÕES DE DRENAGEM

Os padrões de drenagem representam as variações de forma, organização e densidade da rede de drenagem verificadas nas paisagens. Esses padrões (Figura 29 e Tabela 1) são de grande importância para a identificação e análise de fatos geológicos, geomorfológicos, hidrológicos e pedológicos, especialmente para a interpretação de produtos de sensoriamento remoto (cartas imagens de radar, imagens de satélite etc).

Figura 29 - Principais tipos de padrões de drenagem.



Fonte: CHRISTOFOLETTI (1980)

Os padrões de drenagem são uma função da relação dialética estabelecida entre a infiltração e o escoamento superficial. Tal relação varia de acordo com a matéria que compõe o solo e as condições climáticas ambientais. Os padrões de drenagem, em muitos casos, denunciam os tipos de material rochoso sobre o qual as correntes fluviais de diversas ordens se deslocam.

Os materiais relativamente impermeáveis como as argilas e os folhelhos, devido à textura fina que apresentam, oferecem resistência à infiltração, favorecendo o deflúvio. Este erode os caminhos das águas, criando um padrão de drenagem relativamente denso e característico (DALMOLIN, 1982, p. 18).

As categorias filosóficas Conteúdo e Forma estão nitidamente presentes na individualização dos padrões de drenagem. O Conteúdo é indicado pelo conjunto de processos e de elementos que constitui o padrão de drenagem. A Forma corresponde à estrutura e organização geométrica dos rios e riachos. A ordem dos rios e riachos que formam a rede de drenagem é a forma de organização da rede de drenagem.

TABELA 1 - Padrão de drenagem, conteúdo e conexão dialética

PADRÃO DE DRENAGEM (FORMA)	CONTEÚDO	CONEXÃO DIALÉTICA
DENDRÍTICO	Rochas homogêneas das classes sedimentares e ígneas; rochas extrusivas basálticas; terrenos graníticos não deformados tectonicamente	Planícies de inundação; áreas deltaicas; relevo do domínio dos “mares de morros” florestados
TRELIÇA	Sistemas geológicos de fraturas paralelas em terrenos ígneos, metamórficos dobrados ou sedimentares	Morfoestruturas subparalelas e /ou homoclinais; falhas e “nariz” (nose) de dobras
RADIAL	Vulcões, domos, estruturas geológicas circulares, bacias	Arqueamentos; exumação de batólitos
RETANGULAR	Fraturas e falhas ortogonais	Tectonismo quebrantável; rede de falhas e fraturas; neotectonismo
ANELAR (ANULAR)	Estruturas geológicas circulares	Tectonismo / intrusão de material magmático; abaulamento tectônico
PARALELA	Canais principais espaçados dispostos de maneira paralela ou subparalela; os canais secundários unem-se a um canal principal em ângulos agudos	Estruturas monoclinais; tectonismo de falhamento (falhas espaçadas)

Fonte: Lucivânio Jatobá (2017)

Quando se analisa, por exemplo, as propriedades texturais da rede de drenagem numa imagem de satélite ou carta imagem de radar, observa-se, muitas vezes, a existência de zonas homólogas em densidade textural de drenagem que denunciam as relações entre os padrões de drenagem e a litomassa.

O Materialismo Dialético entende que há uma união inseparável do Conteúdo com a Forma, contudo, no exame da interação existente entre as duas categorias, deve-se levar em conta que um mesmo conteúdo pode desenvolver formas diferentes. Isso se constata nos padrões de drenagem, mas também na compartimentação geomorfológica das paisagens.

7.3.1 Padrão de drenagem dendrítico

Trata-se de um dos mais comuns padrões de drenagem observados na superfície terrestre, e particularmente no espaço investigado na presente tese. Caracteriza-se por uma forma que lembra ramificações irregulares de uma árvore sem folhas. Surge em rochas de textura fina, uniformemente impermeável e em posições suavemente inclinadas (Dalmolin, 1982). Faz-se presente, ainda, em rochas do tipo granito, gnaisses, com texturas homogêneas. Numa bacia em que predomina esse padrão de drenagem, mudanças qualitativas nos corpos rochosos podem acarretar mudanças qualitativas do padrão em apreço.

7.3.2 Padrão de drenagem treliça

O padrão treliça é típico de áreas de litomassa dobradas alternadamente e inclinadas, com diferentes resistências aos processos erosivos. É uma drenagem com uma dada direção predominante e com riachos e rios perpendiculares a ela. Esse padrão está em conexão com a estrutura geológica (dobras, falhas) e a declividade do terreno.

7.3.3 Padrão de drenagem radial

Trata-se de um padrão em que rios e riachos se deslocam para fora de uma área mais elevada, que poderá ser um domo jovem, um maciço residual, um inselbergue ou um cone vulcânico. Esse padrão, enquanto forma, evidencia o conteúdo geológico da área investigada. De acordo com o declive do terreno, é possível verificar um padrão radial centrífugo e outro radial centrípeto. Este último é comum em bacias sedimentares estruturais.

7.3.4 Padrão de drenagem retangular

Esse tipo de padrão de drenagem se desenvolve longitudinalmente e se inter-relaciona fortemente com as estruturas decorrentes de um tectonismo quebrantável, criador de falhas e fraturas. A forma assumida pelos rios e riachos, nesse caso, no espaço superficial das paisagens é determinada por uma causa específica, o falhamento. Quanto mais reto acha-se disposta a corrente fluvial no espaço, mais jovem ela é. Com o passar do tempo, a erosão lateral do rio, aumentando quantitativamente, modificará a qualidade do rio que poderá passar, inclusive, para um comportamento geométrico do tipo meandrante.

7.3.5 Padrão de drenagem anular

É um padrão que se associa a uma estrutura geológica particular, ou seja, são os domos, em fase de dissecação ou desmonte. A drenagem se acomoda às camadas rochosas menos resistentes. Apresenta um padrão formado por anéis concêntricos. Caracteriza-se pela presença de cursos d'água de forma circular, concêntricos e com poucos cursos de padrão radial (Suguio e Bigarella, 1990).

7.3.6 Padrão de drenagem paralela

Esse padrão de drenagem exhibe cursos d'água que se deslocam quase que paralelamente entre si, por uma extensão considerável. A forma assumida pelos rios e riachos nesse padrão de drenagem decorre da conjugação de dois fatores, ou seja, a presença de escarpas com acentuada declividade unidirecional e estratos rochosos mais resistentes e inclinados uniformemente.

7.4 A CONEXÃO DIALÉTICA ENTRE OS REGIMES FLUVIAIS E OS ELEMENTOS NATURAIS DAS PAISAGENS

Regime de um rio corresponde às variações periódicas observadas no seu débito ou descarga, entendendo-se por débito o volume de água que passa no canal fluvial em uma unidade de tempo medido.

Diversos elementos das paisagens influenciam as variações do débito fluvial e, conseqüentemente, os regimes dos rios. Entre esses fatores destacam-se as precipitações atmosféricas, a evaporação, a infiltração, o relevo, a litomassa, a cobertura vegetal etc. A análise dos regimes fluviais demanda a interdisciplinaridade, especialmente as contribuições da Climatologia, da Geomorfologia, da Geologia e da Biogeografia.

As influências do clima sobre o regime fluvial ocorrem a partir das interferências das precipitações nivais e pluviais e das temperaturas. O conjunto de fatores climáticos, orográficos, geológicos, biogeográficos e humanos que caracterizam uma bacia hidrográfica pode ser sintetizado no rio. O regime fluvial é o escoamento dum fluido do ponto de vista das circunstâncias que o regulam (Garcez, 1976).

Certo que um rio exprime, antes de tudo, todas as condições realizadas na atmosfera, pelo ciclo hidrológico e os fatores climáticos, não são somente as precipitações. O déficit de

escoamento, que é um dos mais elementares instrumentos de expressão e análise hidrológica, exprime a diferença entre as águas de chuvas que caem e as que se escoam (débito). Essa diferença por é a fração que escapa ao rio ação conjunta da infiltração e da evaporação. Sobretudo da evaporação, de modo que se pode resumir dizendo que a precipitação e a evaporação combinam-se para determinar o escoamento (LINS, 1979, p. 96).

No mundo tropical, nota-se uma expressiva variação de regimes fluviais. Os vários tipos climáticos, com diversos regimes pluviométricos, associados aos avanços de sistemas atmosféricos instáveis, provocadores de chuvas, determinam os regimes fluviais dos espaços geográficos das baixas latitudes. A preponderância da pluviosidade é inquestionável, e se faz de forma rítmica, daí a importância da aplicação da Lei da Ritmicidade da Paisagem Geográfica. As oscilações do débito fluvial, enquanto efeito, têm como causa o andamento habitual das precipitações pluviais.

O relevo terrestre influi também no regime fluvial, haja vista que os declives mais acentuados e uma topografia bastante irregular tornam também irregular o regime de um rio. O escoamento fluvial nesses casos ocorre de forma bastante rápida, não oferecendo possibilidade para a infiltração e evaporação. Há casos de regimes fluviais ditos torrenciais, com cheias rápidas e violentas. Pode-se mencionar, por conseguinte, uma cadeia de relações, assim sintetizada:

Terrenos mais resistentes e tectonicamente perturbados → relevo mais vigoroso e com topografia irregular → aumento da energia cinética da corrente fluvial → velocidade maior do fluxo da matéria água em superfície → menor infiltração e evaporação das águas → natureza do terreno → regime fluvial torrencial.

A natureza do terreno interfere no regime fluvial com as variações qualitativas da permeabilidade das rochas e formações superficiais. O regime em pauta torna-se irregular quando as rochas são impermeáveis ou possuem baixa permeabilidade, uma vez que nesses casos o escoamento fluvial é mais rápido.

Emanuel De Martonne (1953), um dos mais destacados geógrafos físicos do século XX, analisou a influência da natureza do terreno sobre o regime dos rios.

O poder da absorção do solo depende da maior ou menor permeabilidade dos terrenos e das suas específicas condições de estrutura. Onde existem toalhas profundas ou redes de circulação subterrânea bastante desenvolvidas, as nascentes ou ressurgências mantêm o caudal durante os períodos em que a alimentação está reduzida por causa da pluviosidade mais fraca ou de evaporação

mais intensa; as variações do escoamento são atenuadas. A influência do solo é mais evidente nas regiões de planície e de colinas da zona temperada do que nas montanhas, onde o escoamento é sempre mais rápido, e nas regiões quentes, onde a evaporação é sempre mais intensa (DE MARTONNE, 1953, p. 414).

Quando De Martone (1953) afirma que o poder da absorção (da água) do solo depende da maior ou menor permeabilidade dos terrenos e das suas específicas condições de estrutura, fica implícita a conexão dialética entre o processo de infiltração hídrica com a estrutura das formações superficiais e, portanto, das características da matéria que irão interferir no regime pluvial.

O estudo das águas dispostas sobre as paisagens, sua ocorrência, distribuição e circulação, assim como as relações que elas mantêm com a sociedade é uma tarefa da Hidrogeografia. O comportamento dos recursos hídricos, suas transformações e as conexões estabelecidas com os seres vivos e, sobretudo, os seres humanos podem ser examinadas pelo Materialismo Histórico e especialmente o Materialismo Dialético, representando tal análise um salto qualitativo no ensino da Hidrogeografia.

A estruturação natural das paisagens da porção centro-oriental de Pernambuco

8 A ESTRUTURAÇÃO GEOLÓGICA E GEOMORFOLÓGICA DAS PAISAGENS DA PORÇÃO CENTRO-ORIENTAL DE PERNAMBUCO

Neste item, que inicia a segunda parte da tese, examinam-se dois aspectos da estruturação natural das paisagens que são os condicionantes geológicos e geomorfológicos da área especificamente estudada, a partir da utilização do Materialismo Dialético.

No quesito geologia, foram abordados, em linhas gerais, os principais aspectos dos terrenos criptozoicos e fanerozóicos que formam a estrutura das paisagens. Enfatizou-se o estágio da Reativação Wealdeniana da Plataforma Brasileira, que acarretou inúmeras consequências para a formação e desenvolvimento das paisagens naturais na área objeto da pesquisa.

Os condicionantes litológicos e tectônicos da estruturação geomorfológica das paisagens cenozoicas da área investigada foram ressaltados no item.

É proposto nesta parte da tese um modelo evolutivo das colinas que são encontradas numa área de mamelonização extensiva nas RDs Mata Sul e Mata Norte.

As paisagens da porção centro-oriental de Pernambuco desenvolveram-se predominantemente em terrenos do embasamento cristalino, cuja idade remonta ao Pré-Cambriano e chega até o Éon Fanerozóico, mais especificamente ao período Quaternário. Para a realização da caracterização geológica e da compartimentação geomorfológica da área, foi feito amplo levantamento do material bibliográfico referente aos aspectos geológicos regionais, dando-se ênfase, obviamente, àqueles trabalhos e mapas que dizem respeito às RDs (Regiões de Desenvolvimento) que configuram a área estudada e às suas porções adjacentes.

As modernas imagens SRTM (Shuttle Radar Topographic Mission) empregadas na fase de gabinete da pesquisa foram de grande importância para a análise geomorfológica, uma vez que permitiram a caracterização morfodinâmica das paisagens, permitindo facilmente a visualização de lineamentos, falhas, terrenos dobrados, áreas de topografia tabular, vales tectônicos, etc. Indiretamente, forneceram informações, com certo grau de precisão, que auxiliaram a análise dialético-materialista das paisagens.

A Geologia dessa porção do território nordestino vem sendo bastante estudada já há algumas décadas. Diversos trabalhos, de excelente nível acadêmico-científico, foram levados a efeito por pesquisadores do Projeto RADAMBRASIL, do Departamento Nacional da Produção Mineral e, sobretudo, por professores do Departamento de Geologia da Universidade Federal de Pernambuco, abordando, particularmente, as questões relacionadas à dinâmica sedimentar e aos aspectos estruturais da parte oriental de Pernambuco. No que concerne aos aspectos geomorfológicos é notória a lacuna de trabalhos de Geomorfologia local na bibliografia existente.

Para os estudos da compartimentação de relevo, especialmente em margens tectonicamente passivas, o entendimento das condições climáticas ambientais atuais e sub-atuais constitui-se um dado de suma importância. A elaboração de superfícies de erosão em tais espaços pressupõe a instalação de domínios morfoclimáticos, cuja extensão pode ter variado em consequência do próprio dinamismo climático acontecido no passado. As evidências de tal dinamismo podem ser buscadas na identificação de paleoformas de relevo ou na análise de depósitos correlativos de processos morfoclimáticos.

O relevo da área analisada encontra-se em conexão dialética com os fenômenos tectônicos, indicados pelo tectonismo pretérito, e os fenômenos passivos, representados pela variação espacial da litomassa. Há casos em que as feições de relevo, na área investigada, são uma evidência nítida dos processos morfoclimáticos; noutros casos decorrem das interferências da tectônica, inclusive de um neotectonismo que, até há poucas décadas, seria uma heresia considerá-lo como um fator morfogenético no Nordeste brasileiro.

Estruturou-se este tópico objetivando fornecer um panorama paleogeográfico, essencial para a compreensão da estruturação das paisagens, partindo-se dos tipos de terrenos e o tempo em que foram elaborados, em seguida examinando-se a dinâmica crustal e a reativação tectônica da Plataforma Brasileira, finalizando-se com a complexa compartimentação geomorfológica da parte centro-oriental de Pernambuco.

8.1 OS TERRENOS CRIPTOZÓICOS

Esta parte da tese considera as categorias filosóficas do Materialismo Dialético Tempo e Espaço, que são de fundamental importância, haja vista que tempo e espaço são partes inseparáveis da matéria rocha. O tempo está presente na área investigada com uma extensão extraordinária, pois vem de mais de 2 bilhões de anos até chegar ao Presente. As paisagens em si não foram elaboradas há bilhões de anos, pois a idade da estrutura geológica não coincide com a idade do relevo. São todas cenozóicas, portanto do Éon Fanerozóico. Os compartimentos de relevo são sempre bem mais jovens do que a litomassa.

Na porção centro-oriental do Estado de Pernambuco são encontrados terrenos geológicos de Criptozoico e do Fanerozoico. Do primeiro Éon fazem parte os terrenos cristalinos e cristalofílicos do Pré-Cambriano, que se encontram dobrados e falhados, revelando um remoto passado geológico tectonicamente conturbado. Do Éon Fanerozoico são os terrenos sedimentares agrupados nas bacias costeiras e terrenos magmáticos extrusivos que se dispõem na Província Vulcano-Sedimentar sul de Pernambuco.

Os terrenos pré-cambrianos ocupam a maior parte da área investigada. Estão representados sobretudo pelos Granitos, Granodioritos, Migmatitos e Gnaisses, enquadrados no que anteriormente denominava-se Pré-Cambriano Indiviso.

Os granitos e os granodioritos aparecem destacadamente nas RDs Agreste Central e Zona da Mata Sul, sendo que, nesta última, por uma imposição das condições climáticas ambientais, os corpos magmáticos intrusivos surgem capeados por um profundo manto de intemperismo.

Na RD Agreste Central, os terrenos intrusivos e metamórficos, originados em áreas profundas da crosta, foram exumados em face dos prolongados e eficientes processos de desnudação e de fenômenos epirogenéticos e tectônicos que levantaram os terrenos e, de maneira contrária, os paleoprocessos erosivos agiam dialeticamente, conforme abordado noutro ponto desta tese, rebaixando a topografia soerguida. A partir do município de Pombos e até antes, em Vitória de Santo Antão, ainda na RD Mata Sul, as fases erosivas de longo tempo se encarregaram de exumar corpos litológicos tão antigos, como por exemplo, os granitos e os granodioritos.

8.2 OS TERRENOS FANEROZÓICOS

Os terrenos fanerozóicos concentram-se na parte mais a leste da área investigada e em algumas manchas de depósitos sedimentares dispostas restritamente no interior, inclusive na RD Agreste Central. Dantas (1980) agrupou a Faixa Costeira em duas unidades geológicas distintas: a Faixa Vulcano-Sedimentar Sul de Pernambuco e a Faixa Sedimentar Norte de Pernambuco. A proposta de Dantas (1980) atende perfeitamente aos propósitos do presente trabalho, mas com os necessários acréscimos que o avanço dos estudos geológicos dos terrenos sedimentares da zona costeira de Pernambuco impõe.

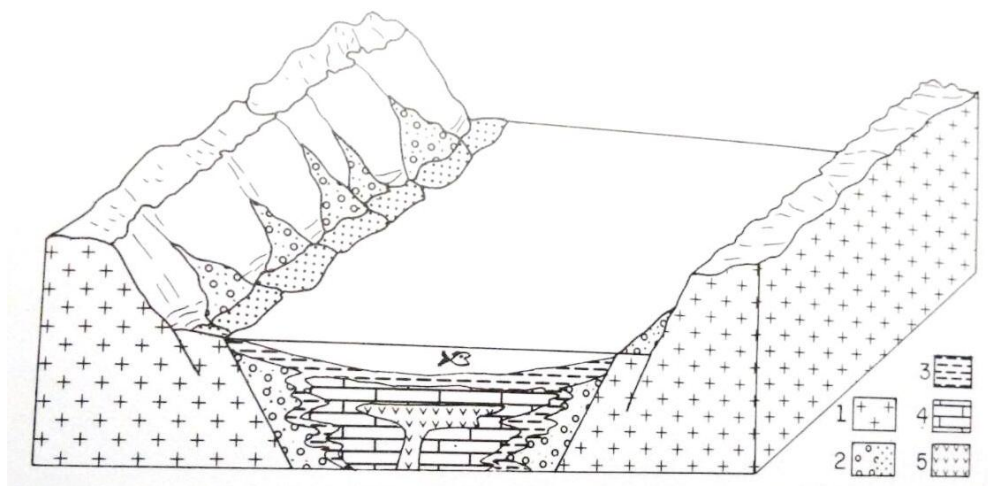
8.2.1 A Faixa Vulcano-Sedimentar Sul de Pernambuco

É na RD Mata Sul onde surge uma área que, segundo as categorias filosófica do Materialismo Dialético, pode ser considerada como uma formação material Particular, haja vista que se trata de um fenômeno que apresenta qualidades específicas que as distinguem do Geral, ou seja, nessa faixa encontra-se uma formação geológica de natureza vulcânica, de idade cretácea. Apesar de confinado a um dado espaço do Estado de Pernambuco, não se pode negar que esse fenômeno particular teve conexão com o Geral. Essa área é a Faixa Vulcano-Sedimentar Sul de Pernambuco, que se encontra localizada entre Ponte dos Carvalhos e Serinhaém (PE). As rochas do embasamento sobre as quais repousam essa Faixa são migmatitos, dioritos e granodioritos.

Amaral e Menor (1979) designaram como Grupo Pernambuco a reunião estratigráfica das seguintes Formações (da mais recente para a mais antiga): Ipojuca, Estivas e Cabo.

A Formação Cabo reúne clásticos basais, provenientes de leques aluviais sintectônicos, associados a sedimentos lacustres (ALHEIROS E FERREIRA, 1991). ANDRADE E LINS (1961) denominaram essa Formação de “Conglomerado do Baixo Pirapama” e o consideraram estratigraficamente como localizado abaixo de sequências típicas do Grupo Barreiras (Figura 30).

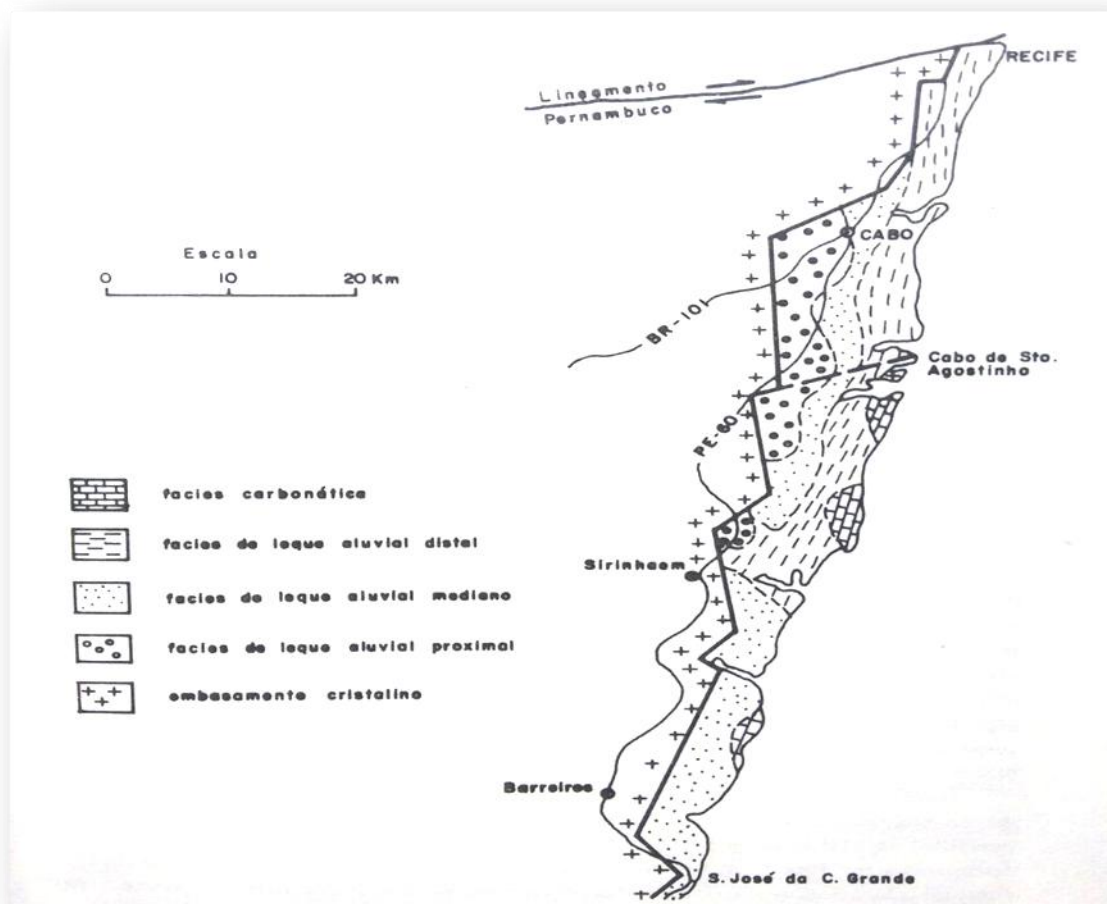
Figura 30 - Ambientes de deposição das formações Cabo e Estivas. 1-Embasamento; 2- Conglomerados e arenitos; 3- Argilitos; 4- Calcário; 5- Vulcânicas.



Fonte: PROGRAMA LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS BÁSICOS DO BRASIL. **Carta geológica, carta metalogenética/previsional**. Escala 1:100.000 (Folha SC 25-V-A-II (Vitória de Santo Antão) (1990)

Cobra (1960), segundo ALHEIROS E FERREIRA (1991), atribuiu uma origem tectônica à Formação Cabo, associando-a à reativação de antigas falhas longitudinais à costa pernambucana. É uma hipótese a ser considerada, haja vista que durante a Reativação Wealdeniana da Plataforma Brasileira, antes aqui esquadrihada, implicou entre outros fenômenos na reativação tectônica de linhas de fraqueza estrutural (Figura 31).

Figura 31 - Mapa de fácies da Sub-bacia Cabo e as falhas geológicas.



Fonte: ALHEIROS, FERREIRA e XAVIER (1991).

Uma análise dialético-materialista permite fazer a conexão entre fatos de natureza diversa nessa área, relativamente extensa, ocupada pela Formação Cabo. Em primeiro lugar, eventos de natureza tectônica ocorridos, quando da Reativação da Plataforma Brasileira, provocaram o levantamento de escarpas tectônicas notáveis na costa pernambucana, ao sul do Lineamento Pernambuco, inferidas, apenas, erodidas intensamente que foram a partir do Cretáceo. Os blocos rochosos que se individualizaram nas escarpas, em sistema de fraturas ortogonais e não ortogonais, foram arrancados em massa e abandonados no sopé das elevações e carregados por corridas de areia, originando um conglomerado basal. Para a existência dessa colúviação extensiva, capaz de arrancar blocos como os que ainda são vistos nas paisagens colinosas do Município do Cabo de Santo Agostinho, deveria ter ocorrido um paleoclima mais seco, porém com episódios extremos e concentrados de chuva.

A Formação Estivas, datada como sendo do Cretáceo Inferior, tem sua seção-tipo no município de Tamandaré, na Mata Sul, mais especificamente na fazenda Estivas. De acordo com Mabesoone et al. (1991), essa formação engloba calcários, siltes, argilas e é fossilífera, podendo atingir uns 100 m, de profundidade, aproximadamente. Está estratigraficamente posicionada acima da Formação Cabo, com provável discordância entre ambas (ALHEIROS, 1987).

A Formação Ipojuca, cuja idade beira os 90 milhões de anos, engloba rochas vulcânicas que surgem na RD Mata Sul, nos municípios de Cabo de Santo Agostinho, Ipojuca, nordeste de Serinhaém e na Ilha de Santo Aleixo. Sial (1973) apresentou uma hipótese para essa singular manifestação de vulcanismo mesozóico em Pernambuco, conforme sintetizou Dantas (1980):

Sial (1973) sugeriu uma nova idéia sobre sua origem, a partir de duas etapas sucessivas: inicialmente um magma toleítico ligado à formação da Cadeia Meso-Atlântica teria sido aprisionado na sua ascensão. As elevadas temperaturas reinantes teriam provocado uma fusão parcial da crosta, cujos líquidos graníticos resultantes aproveitaram-se das fraturas para ascender à superfície, gerando riolitos e o granito do Cabo de Santo Agostinho. Numa etapa posterior houve uma extrusão do magma basáltico que, por processo de cristalização fracionada, originou os demais tipos litológicos (DANTAS, 1980, p.36).

Fenômenos de natureza vulcânica são visíveis na atualidade nessa Faixa Vulcano-Sedimentar nas paisagens colinosas, a exemplo de diques, chaminés, intrusões subvulcânicas e uma grande variedade de litomassa magmática extrusiva. Cada elemento desses das paisagens pode ser interpretado à luz das categorias filosóficas do Materialismo Dialético. As manifestações vulcânicas eram uma possibilidade de algo a ser produzido. E aconteceram, passando a ser uma realidade a partir da existência das condições que lhe são próprias.

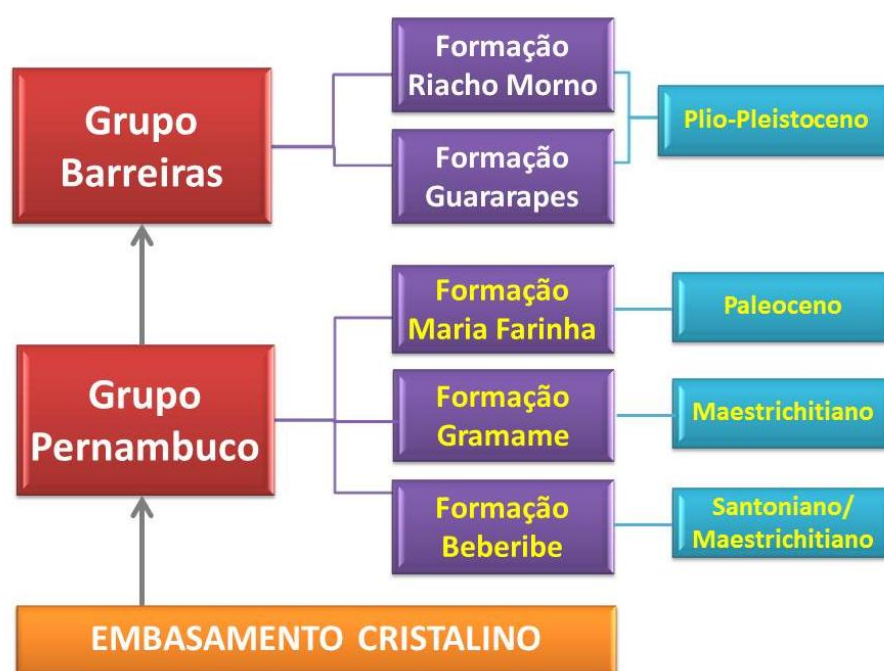
8.2.2 A Faixa Sedimentar Norte de Pernambuco

Entre o sul do Recife até a fronteira com o Estado da Paraíba instalou-se um amplo pacote sedimentar no tempo compreendido entre o Cretáceo e o Quaternário, que caracteriza a Faixa Sedimentar Norte de Pernambuco (DANTAS, 1980). Não é, contudo, um pacote sedimentar homogêneo e com uma gênese única. Trata-se de uma faixa com razoável variedade de sedimentos formados em ambientes diversificados a partir da ação de processos deposicionais e agentes também

variados. Essa área contempla as RDs Região Metropolitana e Zona da Mata Norte, com repercussões notáveis sobre os corpos rochosos e, consequentemente, a vegetação primitiva nela instalada, quase toda destruída para o plantio da cana-de-açúcar e outros usos do solo.

A sequência estratigráfica da Faixa, do mais antigo para o mais recente pode ser assim esquematizada: Grupo Paraíba - Grupo Barreiras - Sedimentos quaternários recentes (Figura 32).

Figura 32 - Síntese da estruturação estratigráfica da Faixa Sedimentar Norte de Pernambuco.



Fonte: Lucivânio Jatobá (2017)

O Grupo Paraíba é composto pelas seguintes formações sedimentares: Maria Farinha, Gramame e Beberibe. A Formação Maria Farinha possui fácies Regressiva e foi depositada durante o Paleoceno. Segundo Dantas (1980, p.39) é constituída de calcários cinzentos e creme, com intercalações de níveis argilosos cinzentos. Os calcários tornam-se mais arenosos à medida que se aproximam do topo da formação, onde são dolomíticos. A Formação Gramame exibe fácies supramesolítica, tendo sido depositada ao longo do Maestrichtiano. É composta por arenitos calcários e calcoarenitos. A Formação Beberibe apresenta fácies lagunar, estuarina e fluvial. Foi depositada ao longo Santoniano até o Maestrichtiano e compõe-se de siltes, arenitos friáveis e conglomerados.

Disposto sobre o Grupo Paraíba encontra-se o Grupo Barreiras, um dos mais importantes depósitos correlativos existentes no Brasil. Ainda reinam na comunidade geológica nacional dúvidas se esses depósitos originam um Grupo ou se não passam de uma formação sedimentar. A polêmica arrasta-se há décadas e não será aqui resolvida. Sintetizam-se a seguir as opiniões apresentadas desde a década de 1960 sobre o Barreiras. Por ocupar uma vasta área no espaço investigado e repercutir geomorfologicamente na compartimentação das paisagens (Tabuleiros Costeiros), especialmente na RD Mata Norte, algumas palavras a mais precisam ser ditas a propósito desse grupo ou formação.

Bigarella e Andrade (1964) escreveram um destacado trabalho, intitulado *“Considerações sobre a Estratigrafia dos Sedimentos Cenozóicos em Pernambuco (Grupo Barreiras)”*. Esses autores realizaram uma proposta cuidadosa de subdividir e situar no tempo as sequências sedimentares que estavam compreendidas no que consideravam “impropriamente denominadas de “Série” ou “Formação Barreiras”. A metodologia empregada por BIGARELLA E ANDRADE (1964) não ficou presa à Estratigrafia clássica. Aplicaram a correlação entre superfícies de erosão e superfícies de agração correspondentes (depósitos correlativos) e ainda a análise pormenorizada da estrutura e textura dos depósitos. Essa metodologia permitiu, também, formular hipóteses sobre paleoclimas que existiam quando do desencadeamento dos processos erosivos na área-fonte daqueles depósitos. Enxerga-se embutida nessa metodologia, que para a época era “ousada” ou até uma “heresia”, a aplicação do Materialismo Dialético, quando se faz a conexão ou correlação dialética entre erosão e deposição, além das mudanças quantitativas e qualitativas das condições paleoclimáticas na área-fonte dos sedimentos (categoria filosófica do Materialismo Dialético Tempo; lei das Mudanças Quantitativas e Qualitativas etc). E mais, a integração das fases erosivas com as fases deposicionais permite correlações estratigráficas à longa distância de Pernambuco, por exemplo, o que, aliás, BIGARELLA (2003) o fez com brilhantismo, nas décadas de 1960 e seguintes, noutras áreas do Brasil, sobretudo na Região Sul.

Bigarella e Andrade (1964) consideraram que os sedimentos cenozóicos em Pernambuco eram depósitos correlativos de duas fases de erosão, mais especificamente de pediplanação, que pressupõe condições climáticas semiáridas severas sem, contudo, assumirem uma qualidade de clima desértico, mas de um “Tropical Severo”. O clima Tropical Severo, que se desconhece na atualidade,

deveria caracterizar-se por estação seca bastante prolongada e períodos de chuvas excepcionais e concentradas no tempo. O escoamento superficial em lençol (“sheet flood”) teria sido extremamente energético, degradando lateralmente os amplos vales existentes. Os autores mencionados defendiam que duas formações sedimentares constituíam o Grupo Barreiras. A mais antiga, cuja seção-tipo foi estudada num corte de uma colina para ampliação do Aeroporto dos Guararapes, no Recife, foi denominada Formação Guararapes e seria um depósito correlativo da fase de pediplanação Pd2 (Pediaplano 2), originado no Plioceno Inferior. Sobre a Formação Guararapes, e separada desta por uma notável discordância erosiva, se instalou a Formação Riacho Morno, investigada na Zona Norte do Recife, no vale do Riacho Morno, afluente do rio Capibaribe, que serpenteia pela planície flúvio-marinha do Recife. A Formação Riacho Morno seria o depósito correlativo da fase de pediplanação Pd1 (Pediaplano 1). Os pormenores sedimentológicos dos depósitos em pauta podem ser aqui omitidos por fugirem um pouco dos propósitos da presente pesquisa.

Os avanços observados na Sedimentologia, no entanto, permitiram desvendar fácies diversas no Grupo ou Formação Barreiras, que permitem reconstituição paleoambiental muito importante. Alheiros e Lima Filho (1991) consideram esses depósitos como uma formação e não duas, segundo o esquema de BIGARELLA E ANDRADE (1964). MABESOONE ET AL (1987), como lembram ALHEIROS E LIMA-FILHO (1991), retomam a denominação original de Formação Barreiras para os sedimentos terciários-quaternários que ocorrem na faixa costeira dos estados de Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte, em virtude de suas características litológicas e do seu desenvolvimento sedimentológico, segundo um sistema deposicional de grande extensão geográfica. As fácies encontradas no Barreiras são de leque aluvial, fluvial e flúvio-lagunar (ALHEIROS e LIMA-FILHO, 1991).

8.2.3 Os terrenos quaternários

Os terrenos quaternários mais recentes estão dispostos nas calhas fluviais ou nas áreas litorâneas. Nas calhas fluviais, os depósitos desse tipo encontram-se representados pelas aluviões. Na RD Mata Norte, a calha do rio Goiana, no município homônimo, exhibe uma vasta área com aluviões quaternárias, em vale em forma de manjedoura. Na RD Metropolitana, no trecho compreendido entre a

Barragem de Botafogo e o encontro do rio que deu nome à barragem com o riacho Arataca há outra significativa área de aluviões quaternárias.

Na Planície Flúvio-Marinha do Recife dispõe-se uma vasta área de deposição quaternária, composta por sedimentos flúvio-lagunares e marinhos. Alguns desses sedimentos contidos nessa paisagem são resultantes do retrabalhamento dos sedimentos do Grupo Barreiras. Os rios Capibaribe e Beberibe foram responsáveis pela deposição sedimentar, por ocasião das regressões quaternárias do Atlântico.

A análise dialético-materialista da deposição quaternária no que atualmente é a Planície Flúvio-Marinha do Recife pressupõe uma conexão entre tectonismo, responsável pelas falhas inumadas pelos sedimentos e que rebaixaram estruturalmente a área, as mudanças climáticas globais, que ao longo do Quaternário acarretaram fases de resfriamento e aquecimento do planeta, repercutindo na dinâmica oceânica, materializada pelas fases de regressão e de transgressão marinhas e, finalmente, os processos deposicionais.

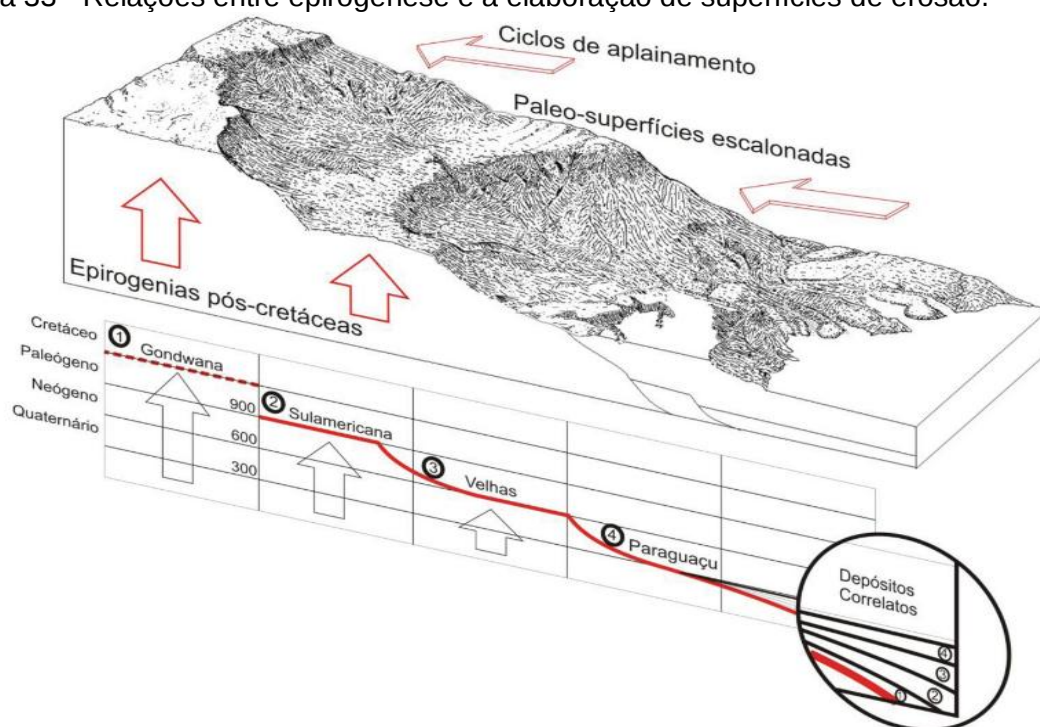
Na RD Mata Sul, os sedimentos quaternários dispõem-se na faixa litorânea e nos alvéolos encravados nas colinas do “mar de morros”. As diferenças qualitativas das paisagens das RDs Mata Norte e Mata Sul determinaram a maior ou menor extensão da deposição quaternária continental, respectivamente.

8.3 A MARGEM ATLÂNTICA DA PLACA SULAMERICANA

Numa margem continental passiva, do tipo Atlântica, de natureza cratônica, como a que está inserido o Estado de Pernambuco, a gênese e a evolução do relevo são determinadas fundamentalmente pela ação de prolongadas fases erosivas e/ou deposicionais, que podem acontecer associadamente a fenômenos tectônicos de caráter ruptural e epirogenéticos desencadeados por mecanismos, muitas vezes, de compensação isostática. Essas fases erosivas decorreram de mudanças climáticas verificadas no Cenozóico, e particularmente no Pleistoceno e também de tectonismo, assunto este bastante discutido nos meios acadêmicos geológicos e geográficos nacionais.

Maia e Bezerra (2009) examinaram as conexões entre a neotectônica e a elaboração das superfícies de erosão no Nordeste brasileiro. Uma das figuras apresentadas naquele trabalho (Figura 33), que explicita o complexo mecanismo da formação de paisagens nessa região do país, pode ser aplicada à área investigada.

Figura 33 - Relações entre epirogênese e a elaboração de superfícies de erosão.



Fonte: Maia e Bezerra (2009)

Esses autores adotaram o modelo evolutivo do relevo, elaborado por Lester King, com as denominações: Superfície Gondwana, Superfície Sulamericana, Superfície Velhas e Ciclo Polifásico Paraguaçu. Nota-se na Figura 32 a correlação dialética entre epirogênias, aceleração dos processos de erosão. Depósitos correlativos e, ainda, a Negação da Negação, de acordo com a análise dialético-materialista.

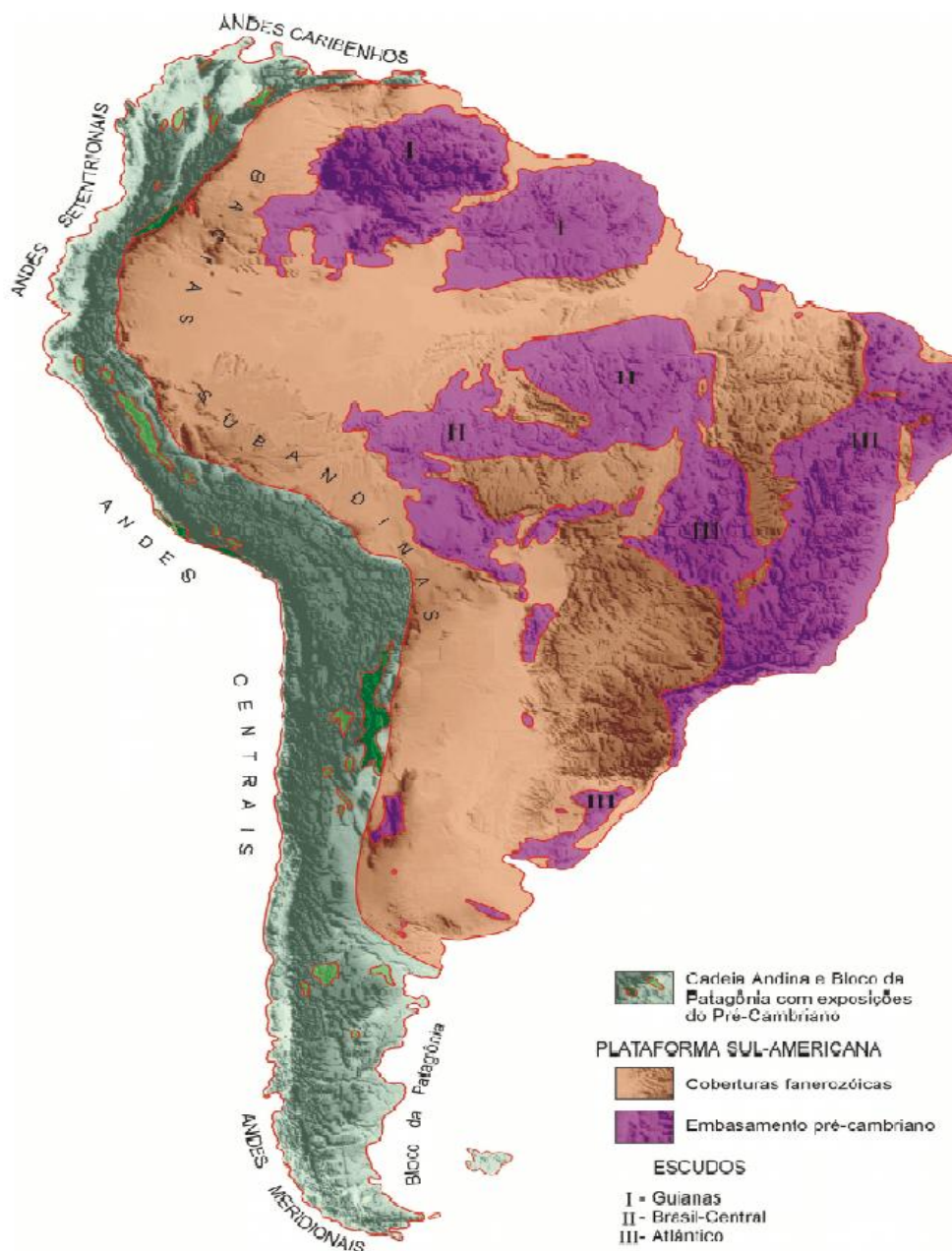
O Estado de Pernambuco, a exemplo de toda a Região Nordeste do Brasil, está situado em um tipo de margem de placa litosférica designado como “Margem Passiva” ou “Margem Atlântica”. É um tipo de borda de placa que se caracteriza por não apresentar um tectonismo ativo. Isso não significa afirmar que essa parte da Placa Sulamericana esteja em estado de inércia. Tal afirmativa significaria negar o próprio estado de eterno movimento da matéria, em escala espacial gigantesca. Essa margem corresponde a áreas na qual teve início a abertura do oceano Atlântico, a partir de uma descomunal luta de contrários que se deu por força da atuação de divergentes correntes de convecção do Manto sob a antiga placa de Gondwana, associadas a páleo “hot spots”. Considerações mais amplas sobre essa placa litosférica foram anteriormente feitas, dispensando-se aqui, para não mergulhar na redundância descritiva, mais abordagens relativas a essa

megaestrutura geológica e geotectônica. Contudo, não se pode omitir, agora, um conjunto de informações acerca de um notável evento geotectônico que revolucionou e reorganizou o que viria a ser a placa Sulamericana, após durante e após um longo tempo, que recebeu a denominação de Reativação Wealdeniana da Plataforma Brasileira (ALMEIDA, 1967, 1969), pela qual optou-se neste trabalho, ou Evento Sul-Atlântico (SCHOBENHAUSS ET AL. 1984).

8.3.1 A Reativação Wealdeniana da Plataforma Brasileira e os efeitos sobre a Geologia e a Geomorfologia da parte centro-oriental de Pernambuco

O termo Plataforma foi empregado por Fernando Flávio Marques de ALMEIDA (1969) para definir, na América do Sul, um cráton de estrutura siálica, conforme geólogos chineses e soviéticos utilizavam, nas décadas de 1950 e 1960. A Plataforma Brasileira, enquanto macro-unidade geotectônica, formou-se desde o fim do Pré-Cambriano até o Ordoviciano (MABESOONE E CAMPANHA, 1974). Essa unidade possui, portanto, uma longa história de evolução crustal, dividida em diversas fases e estádios, conforme preconizam ALMEIDA (1967; 1969), SCHOBENHAUSS ET AL (1984) e SCHOBENHAUSS E BRITO NEVES (2003). De forma sucinta, segue uma caracterização geral dessas fases e estádio. Na Figura 34 estão delimitados o Embasamento Cristalino, as Coberturas Fanerozóicas e os Escudos presentes no território brasileiro.

Figura 34 - A porção continental da placa Sulamericana.



Fonte: SCHOBENHAUS E BRITO NEVES (2003).

Fase de Orogênese Brasileira - Durou de 750 a 580 milhões de anos. É um ciclo supercontinental epigrafado em território sulamericano com as designações de Brasileiro e Pampeano, segundo definição de Brito Neves contida no Glossário Geológico Ilustrado - Textos Complementares. A história natural correspondente a essa fase inicia-se com a fragmentação de uma macroplaca litosférica, o Supercontinente Rodínia e finaliza com a fusão do continente do Gondwana. Essa

dinâmica da matéria acarretou vários eventos tectônicos, magmáticos, metamórficos e sedimentares.

A Plataforma Sul-Americana tem composição complexa e variada, cuja esquematização atual está retratando história policíclica de seu embasamento, do Paleoarqueano (ca. 3,5 Ga) ao Eo-Ordoviciano (ca. 0,50–0,48 Ga), onde estão registradas litologias, estruturas e outras feições importantes de grandes colagens orogênicas de caráter mundial-potenciais condicionadoras da fusão/aglutinação de supercontinentes – e dos eventos de tafrogênese e fissão subseqüentes a todas elas. Do Ordoviciano aos nossos dias, foram desenvolvidos os estágios das coberturas intrinsecamente fanerozoicas, enquanto esta plataforma protagonizava parte de uma história supercontinental – capítulos de Gondwana a Pangea – e a sua posterior individualização (SHOBBENHAUSS e BRITO NEVES, 2003, p.9.).

Segue-se à Fase de Orogênese referida o Estádio de Transição da Plataforma. Depois tem início o Estádio de Estabilização ou de ortoplateforma (MABESOONE E CAMPANHA, 1974). O Estádio de Estabilização foi um período de relativa calma tectônica, mas formaram-se nele sinéclises importantes no Brasil e aconteceram prolongados processos erosivos, bem como arqueamentos.

É importante salientar que para a análise da estruturação superficial das paisagens da área investigada esses estádios anteriormente mencionados têm pouca importância, haja vista que as paisagens estudadas, sem exceção são de idade cenozóica. O Estádio de Reativação da Plataforma, ao contrário, tem uma importância considerável, em face dos efeitos geológicos e geomorfológicos deixados na porção Centro-Oriental de Pernambuco.

Estádio de Reativação da Plataforma - Teve início no final do Jurássico e representou um dos mais insígnies momentos de convulsão geológica no território do que hoje é o Brasil. Uma reorganização estrutural da Plataforma se verificou na maior parte da América do Sul e inclusive no território pernambucano. Nas áreas de antigas falhas geológicas, a plataforma partiu-se em blocos falhados, que foram uns levantados e outros rebaixados tectonicamente. Some-se a isso um vulcanismo de características diversas que criou paleopaisagens atualmente exóticas para o território brasileiro, como é o caso das manifestações efusivas na Mata Sul de Pernambuco ou no Rio Grande do Norte (vulcanismo Cabugi).

Almeida (1969) identificou três fases distintas no Estádio de Reativação da Plataforma. A primeira fase vai do fim do Jurássico até o Cretáceo Médio. A segunda

expande-se do Aptiano (Cretáceo) ao Eoceno (Terciário). A terceira e última fase se localiza no tempo geológico do Pós- Eoceno até o período geológico Recente (Holoceno). Cada fase dessas pode ser caracterizada por seus depósitos correlativos, vulcanismo períodos de desnudação e erosão mais superficial.

Novamente, recorre-se, aqui, ao trabalho de MABESSONE E CAMPANHA (1974), pela excelente síntese que nele foi realizada e pelos exemplos posteriormente estudados e mencionados pelos autores posteriormente à publicação do artigo de Almeida (1969).

- **Primeira fase:** Dá início à Reativação e se caracterizou pela remoção da capa de intemperismo e deposição do material extraído em áreas de subsidência (Mabesoone e Campanha, 1974). Uma boa parte dos depósitos correlativos assinalados pelos autores está confinada na bacia do Recôncavo-Tucano Jatobá, na bacia costeira Alagoas-Sergipe e na parte central da bacia do Piauí-Maranhão. Em face do período geocrático, ou seja, um prolongado período de calma tectônica que antecedeu a Reativação tectônica, um provável profundo manto de intemperismo foi removido, fazendo aflorar, ao que tudo indica, rochas então inalteradas do Embasamento Cristalino. A compreensão desse complexo processo pode ser buscada no paradigma da Etchplanação, mas não foi esse, ainda, o conjunto de processos que definiram as atuais paisagens da parte centro-oriental de Pernambuco. Essa primeira fase, portanto, foi marcada por uma deposição extensiva de natureza continental. Mabesoone e Campanha referem-se a uma sequência sedimentar de espessura que supera 2500m.

Utilizando-se as categorias filosóficas Causa e Efeito, pode-se afirmar que o intenso falhamento, que desnivelou a topografia preexistente, aumentando quantitativamente a energia potencial e contribuindo para o também aumento da energia cinética do escoamento superficial e das correntes fluviais, funcionou como causa da desnudação e do acúmulo dos depósitos correlativos.

- **Segunda fase:** Enquanto que na primeira fase da Reativação tectônica houve um predomínio das ações erosivas continentais, nesta nova fase ocorrem as primeiras invasões marinhas. Na faixa sedimentar costeira dos estados de Pernambuco e da Paraíba, consoma-se uma considerável deposição ora marinha, ora continental. O tectonismo continuou, no entanto, ativo e com

intensidade (MABESOONE E CAMPANHA, 1974), contribuindo para a formação de novas bacias costeiras, a exemplo da bacia Potiguar. Ocorreu também uma fase de vulcanismo (Vulcanismo Cabo) na Zona da Mata Sul de Pernambuco. No fim dessa fase, houve uma atenuação do tectonismo, mas aconteceram um fato geomorfológico de particular importância que foram as exaltações epirogenéticas que, de forma antagônica, soergueram e bascularam superfícies de erosão, a exemplo do Pediplano Pd3, que foi levantado, e será examinado mais adiante neste trabalho.

- **Terceira fase:** É a que maior significado tem para a área estudada. Constatase que cada vez mais o tectonismo se fez menos intenso e o vulcanismo se mostrou atenuado. Os processos de sedimentação foram predominantemente de natureza continental. Na parte oriental do Estado de Pernambuco instalaram-se duas formações sedimentares que compõem o Grupo Barreiras, ou seja, a Formação Guararapes e a Formação Riacho Morno (mais recente). O relevo de Pernambuco, ao longo dessa prolongada fase esquadrihada, foi compartimentado em superfícies de erosão, designadas por Bigarella e Andrade (1965) de Pd2 (Pediplano2; Superfície Sulamericana), Pd1 (Pediplano Pd1; Superfície Velhas), P2 e P1 (pedimentos P2 e P1; Ciclo Polifásico Paraguaçu), além de terraços fluviais embutidos nas superfícies referidas. Os terraços fluviais e marinhos verificados na área estudada sugerem fortemente indícios de alternâncias de fases climáticas úmidas e fases secas da baixa atmosfera sobre Pernambuco, ao longo do Quaternário.

Na fase de gabinete e, sobretudo, na de campo, vários indícios foram encontrados e que sugerem a ocorrência da Reativação da Plataforma em Pernambuco, assim como mudanças qualitativas nas condições paleoclimáticas. As falhas e as amplas fraturas são os primeiros desses indícios geológicos. Atravessando a Zona da Mata Sul e o Agreste Central há uma extensa falha de rejeito direcional, estrutura geotectônica denominada de Lineamento Pernambuco que teve início ainda quando existia o continente Gondwana, conforme indicado pela linha branca na Figura 35.

Figura 35 - Lineamento Pernambuco



Fonte: Delimitação feita sobre imagem do Google Earth. Acesso em 04/01/2017.

Com o paroxismo tectônico que notabilizou a Reativação Wealdeniana, diversas falhas geológicas antigas e outras contemporâneas compartimentaram a área em blocos tectônicos em trechos da Zona da Mata pernambucana (Norte e Sul) e do Agreste Central (Figura 36).

As falhas observadas na Figura 36 foram remobilizadas tectonicamente na área durante a Reativação Wealdeniana. Com a ruptura do Continente Gondwana, esforços tectônicos descomunais provocaram a migração da Placa Sulamericana, conforme referido noutro capítulo deste trabalho, e uma nova estruturação geotectônica do espaço em pauta, sob uma intensa luta de contrários.

No Agreste Central e partes da Zona da Mata Norte, os falhamentos associados à Reativação Wealdeniana são insígnies (Figura 37). Ao norte do Lineamento Pernambuco, no Agreste Central, falhas em pente, algumas inclusive se exibem como verdadeiras escarpas de falha, com espelho visível, demonstrando, desta maneira, que são morfoestruturas relativamente jovens, na escala do tempo geológico.

Figura 36. Lineamento Pernambuco e falhamentos secundários oblíquos



Fonte: Carta Imagem de Radar, Folha SC-25-V-A. Mosaico semicontrolado de radar. Projeto RADAMBRASIL (2014)

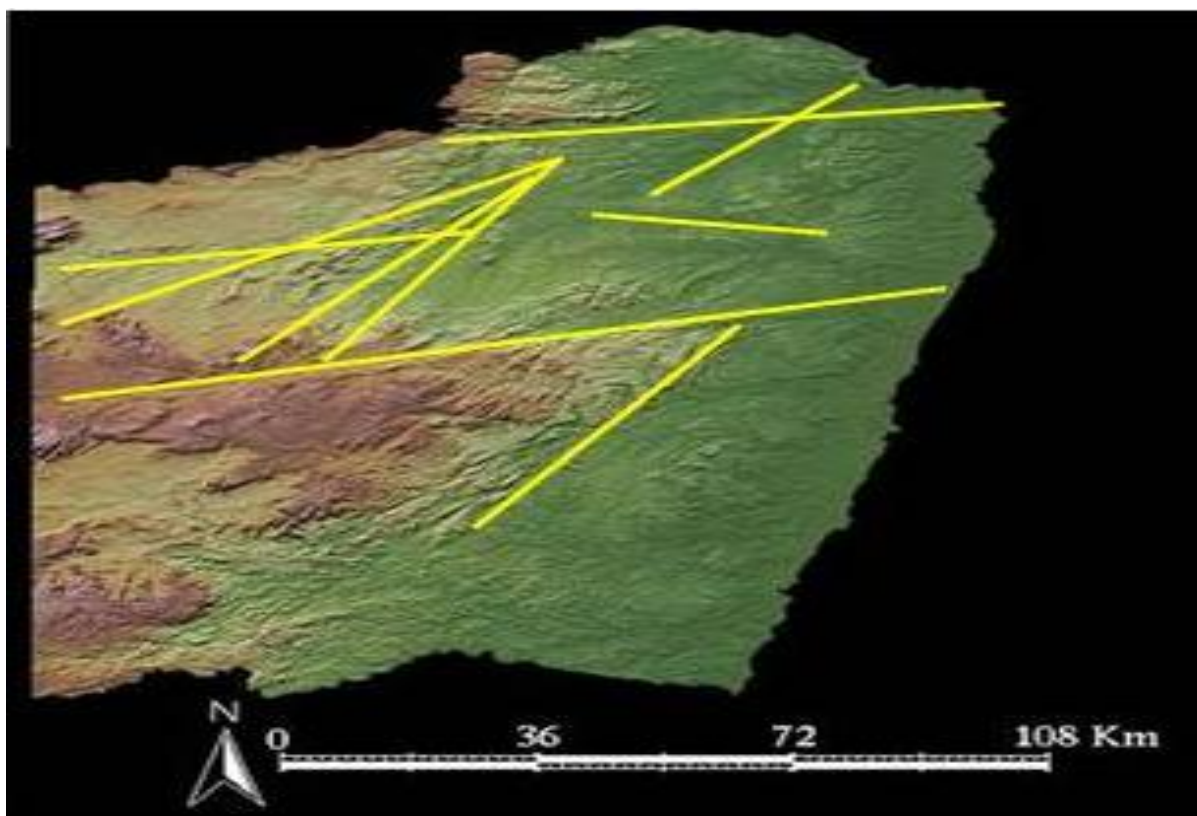
Figura 37 - Escarpa de falha no município de Caruaru-PE, RD Agreste Central



Foto: Lucivânio Jatobá (2017).

A Reativação Wealdeniana (causa) provocou, portanto, alguns fatos geomorfológicos (efeitos) que merecem uma breve abordagem. Um desses efeitos são as escarpas de falha verificadas na RD Agreste Central, particularmente entre Pesqueira, Belo Jardim e Brejo da Madre de Deus (Figura 38).

Figura 38 - Rede de falhas nas RDs Agreste Central, Mata Norte e Mata Sul



Fonte: Imagem SRTM, fornecida pela EMBRAPA

Referências ao neotectonismo foram feitas no item 7.1 da tese. Realmente, era considerada “heresia geomorfológica” a defesa da ocorrência de neotectonismo no Nordeste brasileiro, haja vista que a idéia dominante era da passividade tectônica após o Plioceno. Um registro histórico faz-se necessário. Rachel Caldas Lins, geógrafa que dedicou a maior parte de sua vida acadêmica ao magistério superior, no Departamento de Ciências Geográficas da UFPE, no qual lecionou Geomorfologia e Climatologia, levantou, pela primeira vez, a hipótese de uma possível manifestação neotectônica no Agreste Central. Esse trabalho, lamentavelmente, não recebeu, como merecia, a devida atenção nas comunidades geológica e, sobretudo, geográfica do Nordeste brasileiro. Atualmente, a hipótese de Rachel Caldas LINS (1981) é um forte indício considerado, entre vários outros,

dessa manifestação recente, na escala geológica, da inquietação crustal na margem atlântica da placa litosférica Sulamericana.

(...) O Pd1, ao tempo que era elaborado nos começos do Pleistoceno, veio a ser deformado ao longo da costa oriental do Nordeste por uma flexura, acompanhada de falhamentos concomitantes. A essa dobra monoclinal, cuja direção é grosseiramente perpendicular ao “lineamento Pernambuco”, já nos referimos dantes: localmente ela tem em Gravatá o nome de serra das Russas. (...) Com seu desnível de mais de 200m sobre a base das encostas de Pombos, na BR 232, a topografia que se dilata para oeste a partir do rebordo das Russas foi a princípio considerada como correspondente a uma superfície autônoma, intermediária, desenvolvida imediatamente abaixo do Pd2 e acima do Pd1. Essa suposta “superfície Gravatá”, todavia, é o próprio Pd1 deformado. As cercanias da cidade de Vitória de Santo Antão estão localizadas na dissecação correspondendo aos pedimentos P2 e P1, cujos níveis da erosão ascendem em direção às Russas em cotas de, no máximo, 300m (LINS, 1981, p.82).

8.4 OS CONDICIONANTES LITOLÓGICOS E TECTÔNICOS DA ESTRUTURAÇÃO GEOMORFOLÓGICA DAS PAISAGENS

Os diversos tipos de rochas que são encontrados na crosta terrestre agem como condicionantes na definição de compartimentos e feições de relevo em qualquer ponto das áreas continentais. Há um princípio da geomorfologia que diz e se comprova em trabalhos de campo: Rochas diferentes sob uma mesma condição climática determinam relevos diferentes. Na área analisada, esse princípio confirma-se nas diversas RDs investigadas. A causa para esse efeito reside na erosão diferencial, já comentada anteriormente.

Na RD Agreste Central, os casos de relevo mais salientes nas paisagens, sob a forma de maciços e cristas residuais são significativos. São exemplos da luta de contrários marcante entre a litologia, que oferece resistência à desnudação, e o escoamento superficial em lençol (“sheet flood”) que caracteriza o Domínio Morfoclimático das Caatingas (AB’ SÁBER, 1975). Na Figura 39, observa-se, com nitidez, essa relação dialética entre litologia e compartimentação de relevo e a luta de contrários entre corpos graníticos e granodioríticos e a erosão lateral.

Figura 39 - Relações entre a litomassa e a compartimentação do relevo nos municípios de Caruaru, Belo Jardim e Brejo da Madre de Deus



Fonte: Imagem SRTM, SC-24-X-B-III-2, disponível em https://www.cnpm.embrapa.br/projetos/relevobr/pe/htb1/pe08_23.htm. Acesso em: 10 de fevereiro de 2017.

Os maciços dissecados e as cristas residuais, observados na Figura 38, desenvolveram-se em litologias mais resistentes, intrusivas, nas paisagens da RD Agreste Central. A Depressão Sertaneja, um compartimento regional de relevo do Nordeste brasileiro, resultou de prolongadas fases de erosão que pediplanaram a área de Fazenda Nova, resultando na consumação do Pediplano 1 (Pd1). Na depressão de Fazenda Nova, as rochas das áreas aplanadas são metamórficas, do tipo gnaiss, entre outros. Quando as rochas metamórficas estão aglutinadas a rochas ígneas intrusivas, a resposta geomorfológica é o surgimento de áreas arrasadas e planas, nos terrenos que sofreram metamorfismo, e relevos residuais (inselbergues, maciços ou cristas residuais) nas intrusivas.

Na mesma fotografia observa-se o controle estrutural do relevo propiciado por extensas falhas, como as que são vistas, determinando as escarpas da Serra da Lagoinha, Serra do Mandacaru, Serra do Milho e a Serra do Fundão. Nessa área do Agreste pernambucano tem-se um excelente caso de unidade dialética entre litomassa, processos erosivos e tectonismo. Nos espaços onde os lineamentos são

evidentes, há alinhamento de escarpas de falha, de cristas e vales. Esse exemplo aqui exibido é um dos mais significativos da RD Agreste Central que se tem para a constatação desse fato.

Os migmatitos e os gnaisses ocupam ampla faixa, no sentido leste-oeste, entre a RD Região Metropolitana do Recife e as proximidades de Pesqueira, na RD Agreste Central. Entre os municípios de Vitória de Santo Antão e São Caetano, a faixa dos terrenos migmatíticos pré-cambrianos se estreita ficando confinados aqueles corpos litológicos entre os corpos granitos, ao sul e ao norte da BR-232. No município de Altinho e adjacências até Ubirajuba, Agrestina, e São Joaquim do Monte, outros afloramentos de gnaisses e migmatitos aparecem na paisagem. A oeste de Altinho, ocupando áreas dos municípios de Cachoeirinha e Tacaimbó surge algo singular para essa região. Trata-se de um amplo afloramento de Sienito, de idade pré-cambriana, encravado na mancha de terrenos migmatíticos e gnáissicos.

Na Zona da Mata Sul, mais especificamente do Cabo de Santo Agostinho até a extremidade meridional da RD referida, abrangendo os municípios de Escada, Ipojuca, Primavera, Amaraji, Cortês, Ribeirão, Gameleira, Joaquim Nabuco, Palmares, Catende, Maraial, Quipapá e Água Preta reaparece a faixa de migmatitos e gnaisses, mas com uma particularidade: apresentam-se em vários trechos, como por exemplo, entre Ribeirão e Maraial, dobrados tectonicamente, cujos eixos dispõem-se numa mesma direção (SO-NE). Algumas falhas geológicas de rejeito direcional, com direção SE-NO, cortam os terrenos citados.

Na RD Mata Norte, o Pré-Cambriano está representado pelas rochas do tipo migmatito e gnaiss, que estão balizadas por terrenos também pré-cambrianos xistosos e no extremo norte, particularmente em Camutanga e Ferreiros, novos afloramentos de granitos se fazem presentes na área.

Na RD Mata Sul, as paisagens apresentam uma abundância de colinas e morros com vertentes de perfil marcadamente côncavo. A conexão dialética ocorre entre a litomassa e as condições climáticas que ocorrem na área desde a umidificação verificada no país, após o término do último período glacial (Wisconsin). Essa correlação pode ser assim enunciada: uma mesma rocha sob condições climáticas diferentes responde diferentemente do ponto de vista geomorfológico. No semiárido, as rochas metamórficas, como o gnaiss e as xistosas, têm uma tendência para a geração de aplanamentos generalizados (pediplanos), enquanto

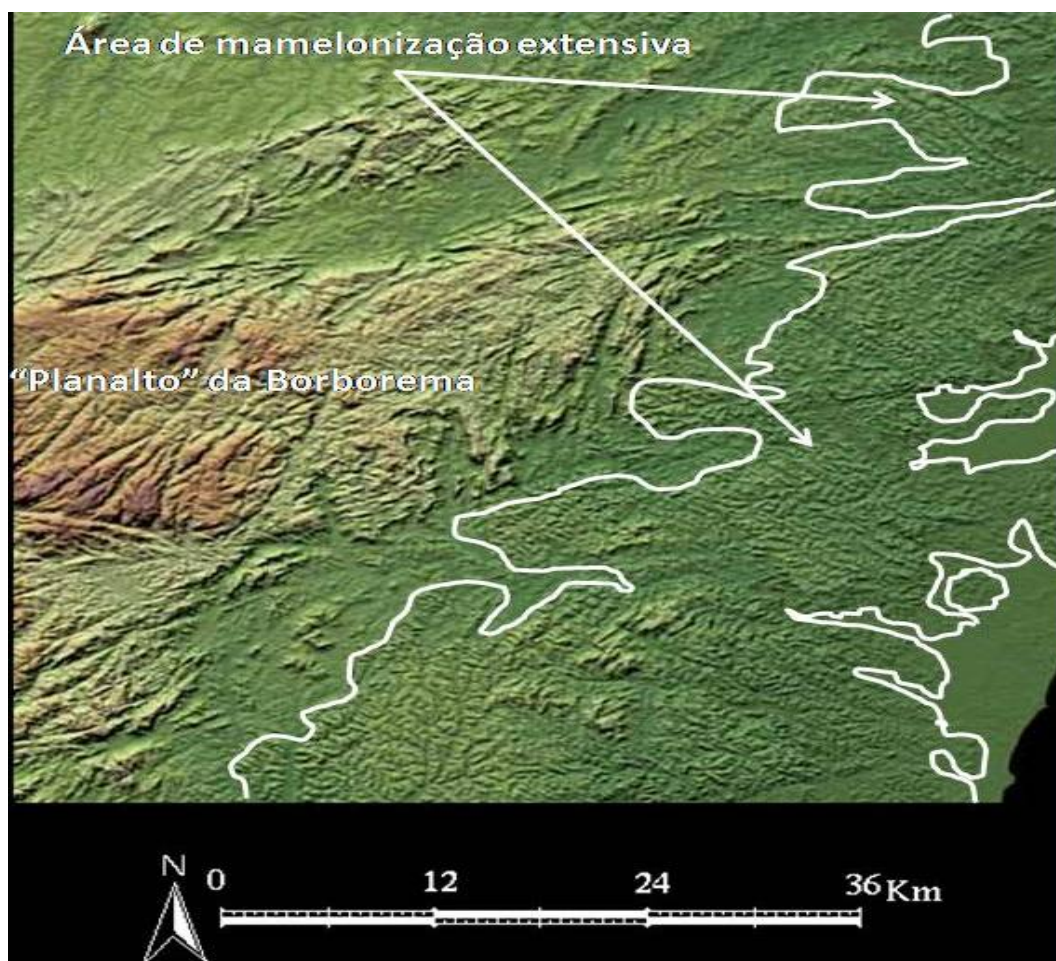
essas mesmas formações litológicas e até os granitos respondem nas áreas úmidas com a mamelonização universal das paisagens (Figuras 40 e 41).

Figura 40 - Paisagens mamelonizadas desenvolvidas em terrenos graníticos pré-cambrianos ao sul de Vitória de Santo Antão, RD Mata Sul



Foto: Alineaurea Florentino Silva (2017).

Figura 41 - Áreas de mamelonização extensiva na RD Mata Sul.



Fonte: Carta: SC-25-V-A-II. Disponível em:

https://www.cnpm.embrapa.br/projetos/relevobr/pe/hth2/pe04_13.htm.

A paisagem mamelonizada da área contida na Figura 40 evoluiu a partir de mudanças quantitativas e qualitativas operadas na Zona da Mata Sul. O topo das elevações, que pouco extrapolam a cota de 400m, corresponde ao Pd1, a partir do qual se verificou a mamelonização. Essa mamelonização seria a negação dialética ao Pd1 (tese).

A mamelonização extensiva é a destacada aparência das feições de relevo da RD Mata Sul. Ela resulta da atuação eficiente da erosão linear em uma pretérita superfície de erosão, a partir de uma mudança qualitativa dos paleoclimas, ou seja, de um clima seco para um clima úmido, ocorrida em vários momentos no Quaternário.

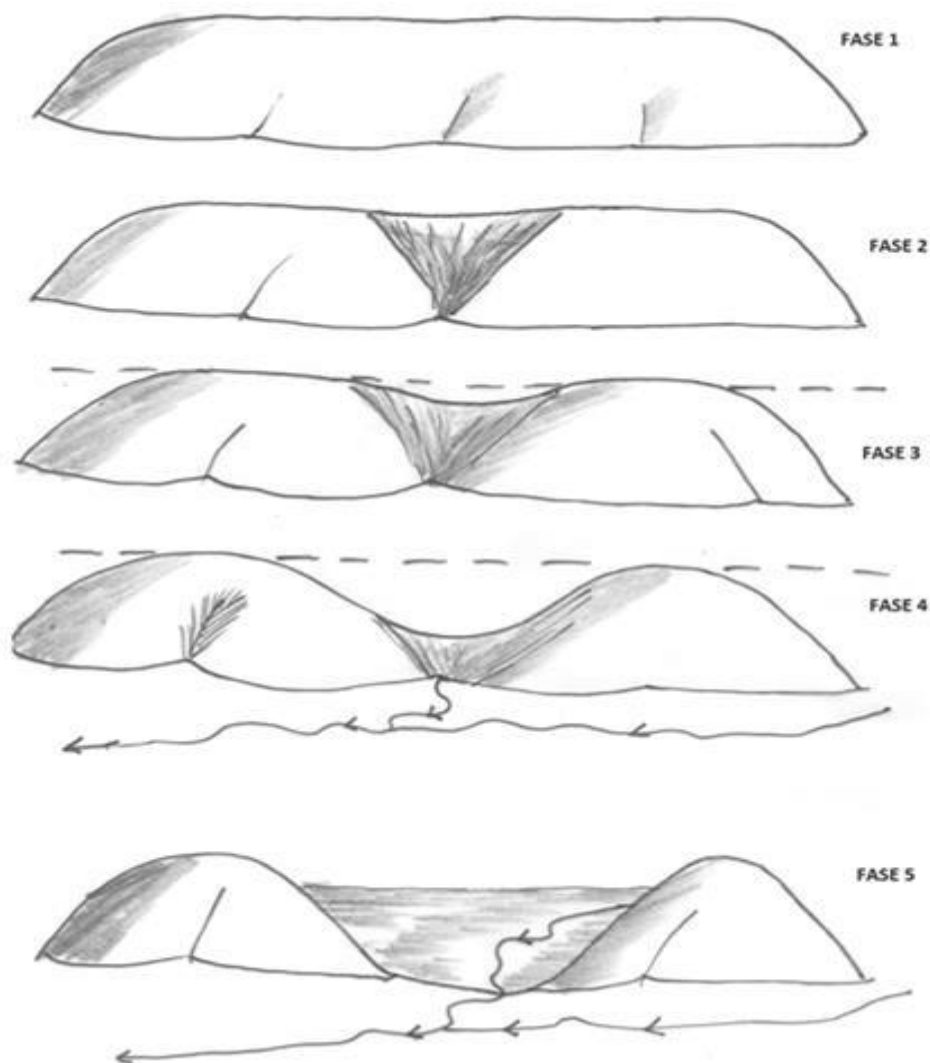
Essa mamelonização universal das paisagens da RD Mata Sul verificou-se em um espaço relativamente individualizado de Pernambuco e faz parte do Domínio

do “mar de morros”, delimitado e estudado por AB’SÁBER (1967). Um domínio morfoclimático é definido e delimitado espacialmente pela interação dialética existente entre as condições climáticas ambientais atuais e subatuais, os compartimentos e feições de relevo, as formações vegetais, as formações superficiais e os processos morfogenéticos operantes. Pode-se afirmar que um domínio morfoclimático é uma espécie de subconjunto das zonas morfoclimáticas.

Em Pernambuco, esse domínio morfoclimático configurou-se, ao longo do Quaternário, na porção oriental do Estado. Ao longo desse período geológico, sofreu expansão e contração, numa dialética que lhe foi imposta pelas mudanças e flutuações climáticas marcantes no Cenozóico. A partir do início do Holoceno, por ocasião da Transgressão Flandriana, as condições climáticas passaram a ser predominantemente quentes e úmidas. Contudo, testemunhos sedimentológicos (formações superficiais) e algumas paleoformas visualizadas na paisagem, constatadas em trabalho de campo, sugerem a ocorrência de fases secas mais ou menos prolongadas após o Plioceno Superior na área (JATOBÁ et al., 2014, p.5 e 6)

Jatobá e Lins (2003) estudaram com um maior nível de detalhe os processos morfoclimáticos que resultaram na compartimentação das paisagens geomorfológicas do domínio em apreço, no Estado de Pernambuco, identificando as fases de desenvolvimento do relevo (Figura 42).

Figura 42- Fases da evolução das colinas da RD Mata Sul



Fonte: Jatobá e Lins (2008)

A evolução dialética das paisagens mamelonizadas da RD Mata Sul, especialmente, ocorreu a partir de mudanças qualitativas decorrentes de mudanças quantitativas acontecidas nos processos erosivos, sinteticamente resumida a seguir (Jatobá et al., 2014).

O primeiro estágio da evolução do relevo, na área, corresponde aos interflúvios inteiriços que podem ser indicadores de uma antiga superfície de erosão, do tipo pediplano, denominada Pd1. Nos interflúvios referidos verificam-se processos de dissecação da paisagem (ravinamentos) no topo que indicam a direção da drenagem numa época úmida (erosão linear). Na fase de transição para o segundo estágio da evolução das colinas desse domínio, originam-se as grotas (Figura 43), ou seja, depressões de bordo superior quase vertical, limitada ao alto por uma escarpa curva que se amplia a partir do topo de um interflúvio e concentra as precipitações afunilando a vazão num sulco terminal que se aprofunda na base da encosta. Essas grotas evoluem para um

terceiro estágio, denominado por Jatobá e Lins (2003) de “fase de colo” (Figura 44). Nessa fase despontam paisagens geomorfológicas com a presença de colinas mal destacadas numa topografia pouco movimentada. O grupo de pré-colinas do estágio do “colo” ainda reparte as águas das precipitações em dois sentidos, alimentando correntes de água cujos níveis de base locais podem estar desnivelados um em relação ao outro. Contudo, se o rebaixamento do colo se consuma, as águas que antes escoavam para ele em dois sentidos, passam a fluir num só porque terá ocorrido uma captura fluvial. Assim, acontecendo esse fato, instala-se um vale onde antes havia um colo.

Quando a captura se consuma, a topografia passa a ser predominantemente de colinas já destacadas entre si, mas ainda próximas umas das outras. À medida que os vales fluviais se ampliam, as colinas rebaixam-se e individualizam-se. Esta é a fase mais adiantada da mamelonização em Pernambuco e que se verifica enfaticamente na Zona da Mata Sul, em terrenos cristalinos (JATOBÁ; SILVA; GOMES, 2014: p. 7 - 8).

Figura 43 - Fase de grota da evolução das colinas no domínio do mar de morros. Vitória de Santo, RD Mata Sul



Foto: Alineaurea Florentino Silva (2017)

Figura 44 - Fase de Colo da evolução das colinas no Domínio do mar de morros. Vitória de Santo Antão, RD Mata Sul

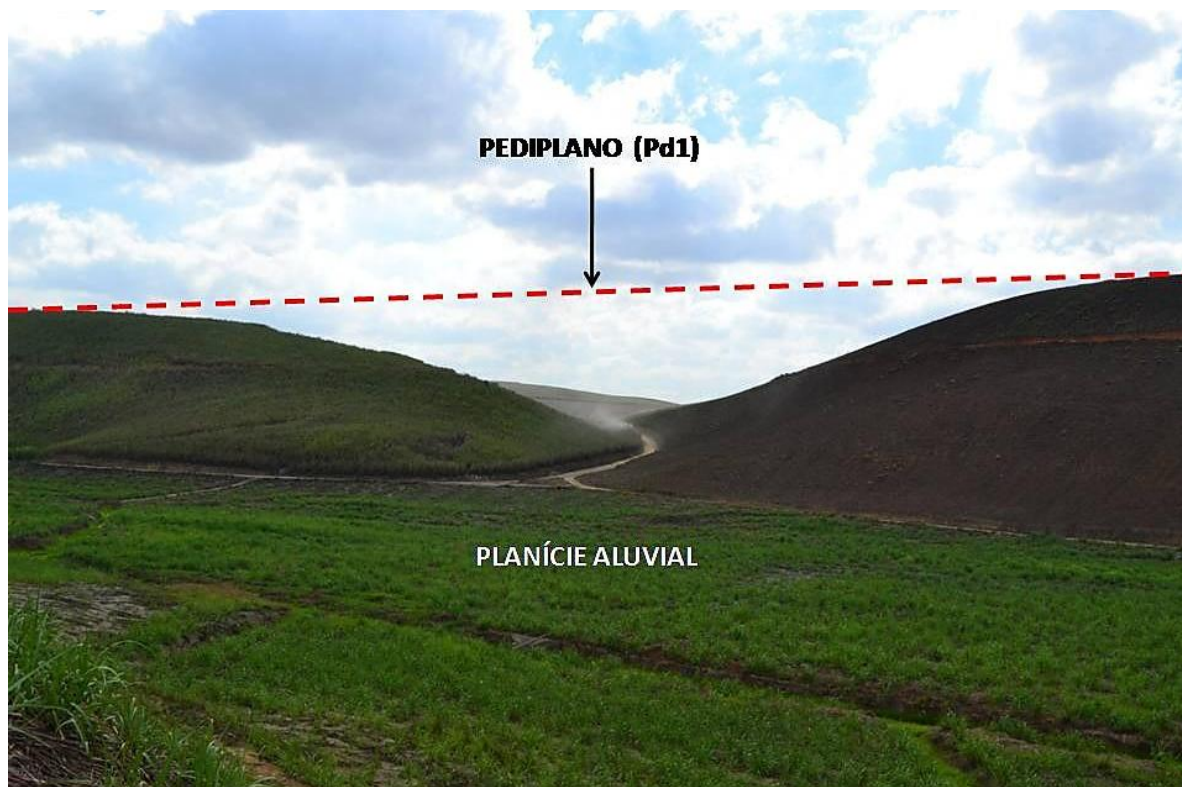


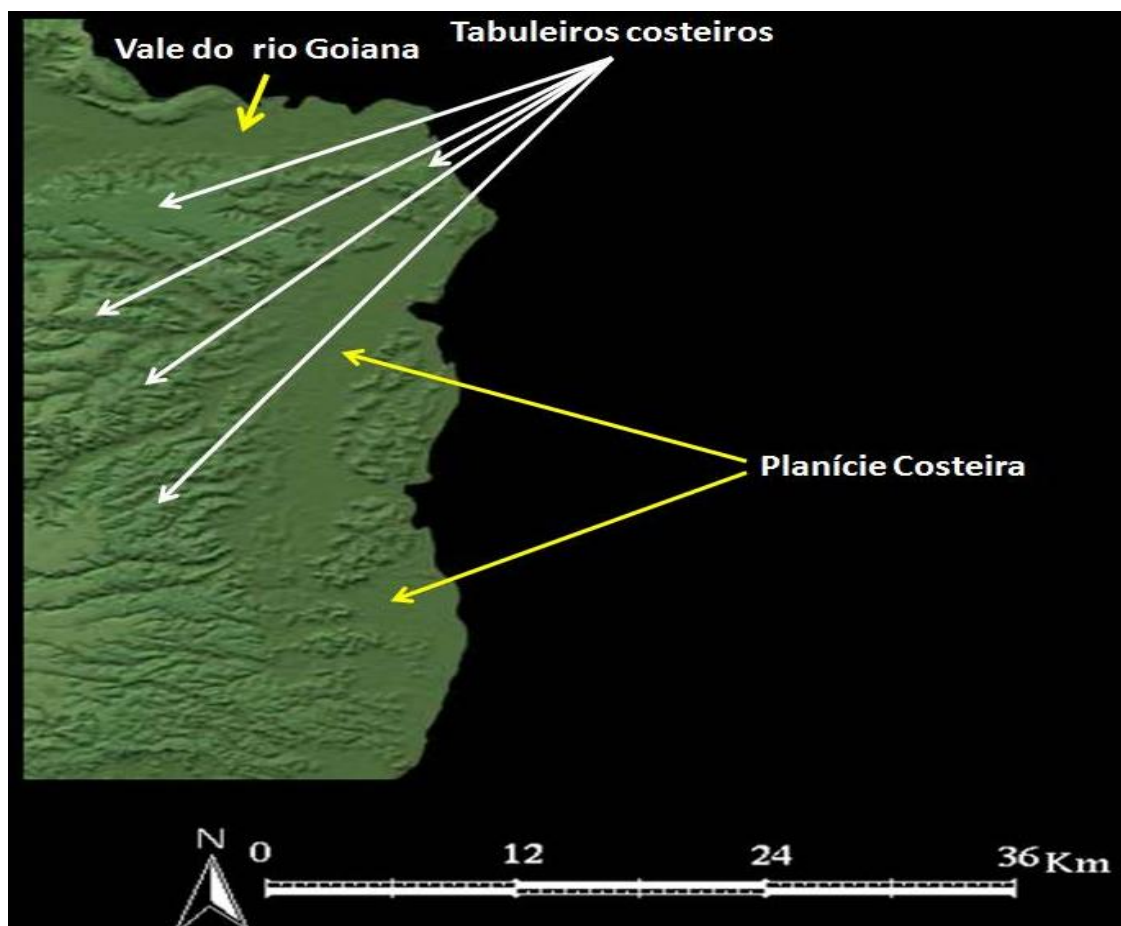
Foto: Lucivânio Jatobá (2017)

Na RD Mata Norte dois compartimentos de relevo se destacam nas paisagens: os Tabuleiros e as “Chãs”. Os Tabuleiros, com topo aplanado, desenvolveram-se nos depósitos sedimentares plio-pleistocênicos do Grupo Barreiras e encontram-se em fase de dissecação. Na RD Metropolitana encontram-se, também, em fase mais avançada de dissecação e arredondamento das encostas, várias áreas desses tabuleiros, situadas no Recife, e nos municípios de Jaboatão dos Guararapes, Camaragibe, Paulista, Abreu e Lima e Igarassu (Figura 45).

As maiores áreas ocupadas pelo Grupo Barreiras dispõem-se na RDs Metropolitana, especialmente a partir da latitude do Recife no sentido setentrional, e Mata Norte. Na RD Mata Sul são mais restritas as manchas de terrenos do Grupo Barreiras. Neste último caso, pode-se levantar a possibilidade de um neotectonismo que teria provocado um levantamento tectônico na área, contribuindo para a intensificação da erosão e uma possível retirada das formações superficiais, inclusive das formações sedimentares do Grupo Barreiras. Caso esta possibilidade

seja confirmada, novamente pode ser requerida a interpretação dialético-materialista da luta de contrários entre forças endógenas e exógenas na Mata Sul.

Figura 45 - Distribuição espacial dos Tabuleiros Costeiros e da Planície Costeira nas RDs Metropolitana e Mata Norte.



Fonte: Imagem SRTM, Carta: SB-25-Y-C-VI. Disponível em https://www.cnpm.embrapa.br/projetos/relevobr/pe/hth2/pe03_14.htm Acesso em: 20 de dezembro de 2016.

Um aspecto interessante da dinâmica das paisagens refere-se a um trecho da RD Mata Norte e da RD Agreste Central, mais especificamente no espaço compreendido entre Carpina, Lagoa de Itaenga, Glória do Goitá e Paudalho. Nessa área há nos topos planos da topografia restos do Grupo Barreiras, que não se apresentam continuamente dispostos no espaço, ao contrário do que se verifica na RD Metropolitana. A drenagem regional encarregou-se de erodir a topografia, individualizando essas manchas dos depósitos correlativos. O fato chamou a atenção na etapa dos trabalhos de campo. Os rios que comandaram essa erosão têm uma idade pós-Barreiras, como é o caso do rio Capibaribe que, aliás, se

superimpôs a esses depósitos, também, no seu baixo curso, ao sul da cidade de Camaragibe. Vários outros rios que abastecem a barragem de Botafogo, como o Catunguba, na RD Metropolitana, também erodiram o Grupo Barreiras. Um fenômeno pode ser uma Possibilidade para essa Realidade, segundo a Lógica Dialética, ou seja, após a deposição do Barreiras, houve na área uma manifestação de forças endógenas que propiciou, indiretamente, uma onda erosiva fluvial acelerada pelo neotectonismo que soergueu esse trecho.

As chãs, mencionadas anteriormente, morfologicamente se confundem com os tabuleiros, em face do topo plano que exibem, mas geneticamente muito se afastam destes. São retalhos de pediplano (Pd1), ou seja restos de uma superfície de erosão que truncou indistintamente litologias diversas, do Criptozóico (cristalinas e cristalofilianas pré-cambrianas).

Por último, tem-se um compartimento regional estreito, e as vezes confinado a vales fluviais, que é Planície Costeira. É uma morfoescultura que resultou de deposição marinha e fluvial, como é o caso da Planície do Recife, de deposição fluvial e de deposição exclusivamente marinha, no caso em que se acham representadas apenas por terraços marinhos e retalhos de restingas. Todo esse compartimento geomorfológico foi formado no final do Pleistoceno e Holoceno. As transgressões e regressões marinhas quaternárias foram a causa principal da elaboração da Planície Costeira.

A estruturação geológica e geomorfológica das paisagens estudada na presente tese ocorreram a partir da conexão dialética entre litomassa, movimentos tectônicos (inclusive neotectônicos), condições climáticas atuais e subatuais e intensas e prolongadas fases de desnudação. Some-se a isso a luta de contrários entre os fatores e processos morfogenéticos que operaram na área.

9 DINÂMICA DAS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS DA ÁREA INVESTIGADA

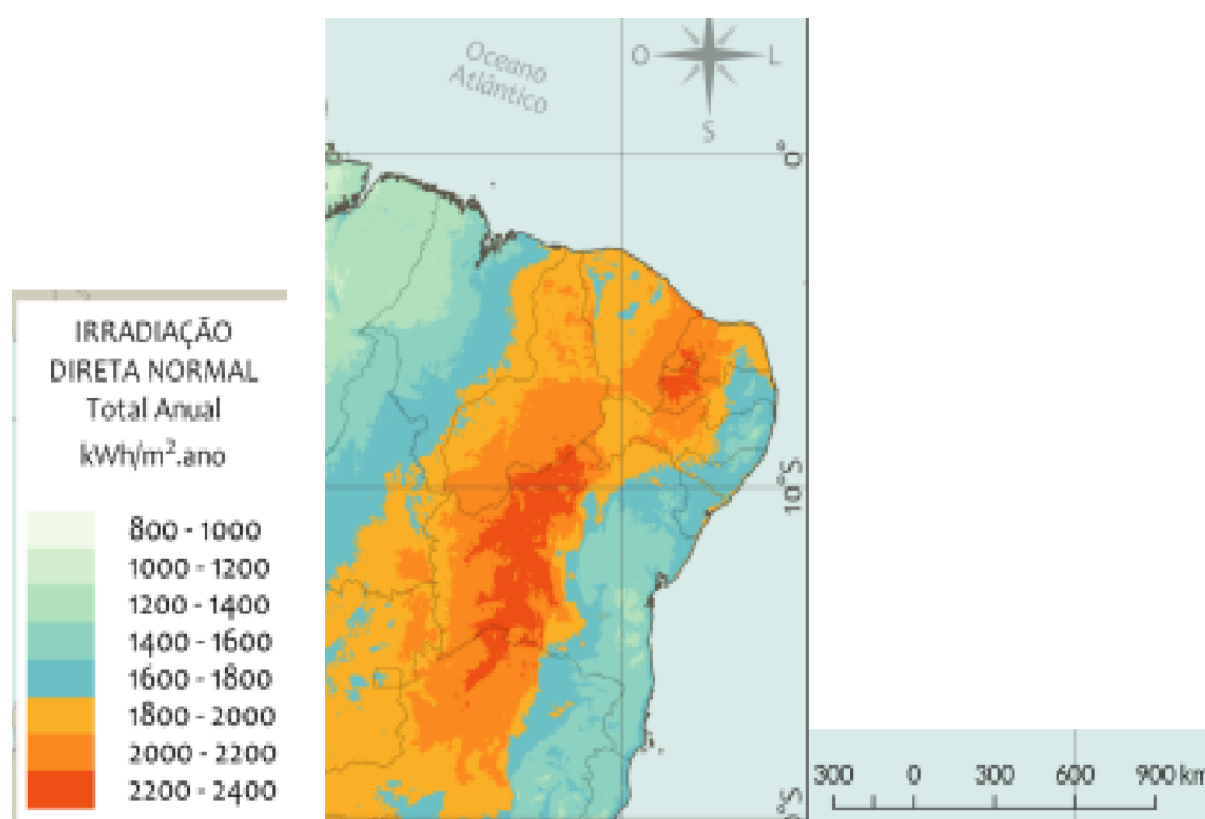
O principal objetivo deste item foi descrever as condições climáticas da área investigada. A descrição foi baseada na análise de dados meteorológicos, sobretudo relacionados às variáveis precipitação e temperatura obtidos das Normais Climatológicas do Nordeste, divulgadas pela SUDENE, do Climap (Salvador, 2014) e de imagens de satélite, que permitem acompanhar a formação e a dinâmica dos sistemas atmosféricos que agem na porção centro-oriental de Pernambuco. Foram consultados para a interpretação das condições climáticas as páginas do Atlas Bacias Hidrográficas de Pernambuco (2009): Climas do Estado de Pernambuco, Temperaturas do Ar Médias Anuais e Precipitação Média Anual. Dois outros aspectos relevantes, necessários à compreensão das condições climáticas ambientais de Pernambuco e do Nordeste brasileiro, como um todo, foram também abordados nesta parte da tese, ou seja, a conexão dialética Terra-Sol e a camada de inversão dos alísios de SE-E. O item foi concluído com a análise dialético-materialista da distribuição espacial das chuvas e a compartimentação dos tipos climáticos.

9.1 A POSIÇÃO GEOGRÁFICA DO ESPAÇO INVESTIGADO E AS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS AMBIENTAIS

O espaço investigado situa-se na Região Nordeste do Brasil, mais especificamente em sua porção oriental, numa faixa de baixas latitudes ($7^{\circ} 26'04''$ S e $9^{\circ} 17'04''$ S), na qual são elevadas as taxas anuais de radiação solar (Figura 46). Nas RDs Metropolitana, Mata Norte e Mata Sul a média anual de radiação solar que atinge a superfície do solo e rochas situa-se entre 1600 -1800Kwh/m², enquanto no Agreste Central esses valores aumentam para 1800-2000 Kwh/m², segundo o Atlas Brasileiro de Energia Solar (2017). O aumento quantitativo na cobertura de nuvens das RDs (Região de Desenvolvimento) Metropolitana, Mata Norte e Mata Sul, uma consequência da atuação de sistemas atmosféricos diversos, justifica o valor médio anual inferior ao da radiação que a atinge, em média, a RD Agreste Central. Nesta, a menor nebulosidade facilita a maior radiação solar, uma conexão dialética, portanto.

O relevo é medíocre, do ponto de vista altimétrico, incapaz de criar áreas térmicas de exceção à tropicalidade. São poucos os espaços que estão na altitude de 1000m ou acima deste valor, no Agreste Central. Faltam-lhe, também, formações orográficas capazes de criar regiões com climas singulares, decorrentes de efeitos extremados de áreas a sotavento, como seria o caso de climas desérticos em pleno domínio tropical. No entanto, por trás dessa aparência de conjunturas simples reside uma complexidade climática considerável, decorrente dos sistemas atmosféricos da circulação geral e secundária que operam na área investigada.

Figura 46 - Radiação solar média anual sobre o Nordeste brasileiro



Fonte: Atlas Brasileiro de Energia Solar, 2017.

Na troposfera situada sobre a área estudada atuam sistemas atmosféricos tropicais e extratropicais, com aspectos qualitativos singulares e em constante contradição. Essa região do país (Nordeste) e o Estado de Pernambuco, em particular, têm em seu território um amplo espaço dominado por um clima semiárido, do tipo BSh, de acordo com a Classificação Climática de W. Koppen, que constitui uma anomalia climática. Apesar de estar situada nas proximidades do oceano

Atlântico e numa faixa de baixas latitudes, condições geográficas imponentes para a definição do domínio de condições pluviométricas e higrométricas eminentemente tropicais quentes e úmidas, o que se observa é o despontar de um clima semiárido que se instala a aproximadamente 80 km, da costa recifense, em linha reta, logo após uma escarpa de falha, localmente conhecida como Serra das Russas.

O Atlântico sul, na faixa das latitudes que enquadram os extremos norte e sul do Estado de Pernambuco, na área costeira, não apresenta temperaturas baixas nas águas superficiais. Raramente, discretas manchas de Anomalias de Temperatura da Superfície Marinha (ATSM) negativas surgem entre Pernambuco e Alagoas, mas o máximo que fazem é determinar um veranico na estação das chuvas. As águas oceânicas estão permanentemente quentes, contudo, o semiárido instalou-se no Agreste pernambucano. As causas da semiaridez em Pernambuco (particular) e na Região Nordeste (geral) residem no complexo mecanismo de circulação atmosférica que age sobre essa parte do país, mais adiante abordado.

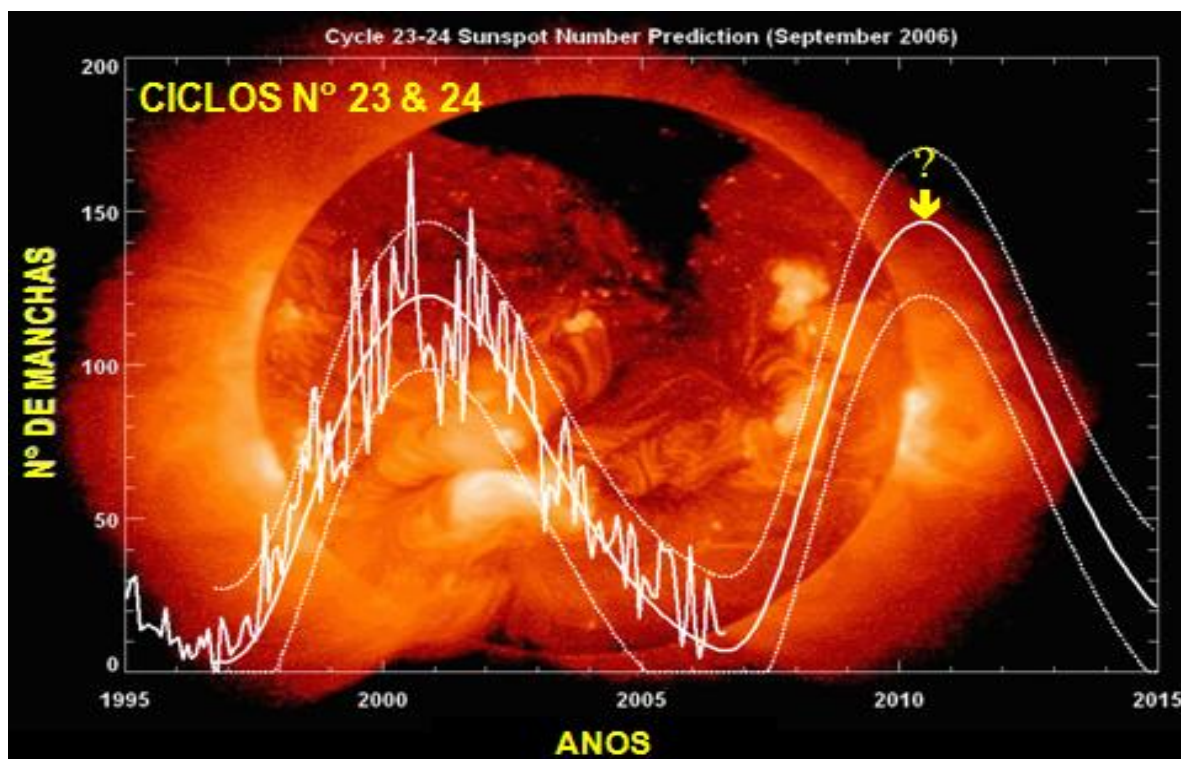
9.2 A CONEXÃO TERRA-SOL E AS SECAS EM PERNAMBUCO

O Princípio da Conexão Dialética , aplicado à análise climática do Estado de Pernambuco, permite compreender as relações entre o Sol e a seca, fenômeno tão freqüente e às vezes de irritante e previsível ciclicidade. Vários pesquisadores do clima, como FERRAZ (1929), ANDRADE (1952), Serra (1942), nas primeiras décadas do século XX, já enxergavam essa conexão entre a atividade solar e as secas no Nordeste brasileiro. Euclides da Cunha (1982), o célebre autor de “Os Sertões”, suspeitava da periodicidade das secas no Nordeste brasileiro entre 11 e 13 anos (CUNHA, 1982). O meteorologista J. de Sampaio Ferraz defendia, na década de 1950 (ou mesmo antes), que existia uma conexão entre as grandes secas do Nordeste semiárido brasileiro e os ciclos de atividade solar, isto é, os ciclos das manchas solares (FERRAZ, 1948, FERRAZ, 1953). O fato é intrigante, sem dúvida, e ainda não tão bem esclarecido.

As manchas solares fazem parte de um conjunto de fenômenos verificados na superfície solar, que se manifestam em ciclos de máxima e mínima atividade da estrela. Originam-se a partir do afloramento do gigantesco campo magnético do Sol, verificando-se do interior à superfície. Sabe-se que durante o Máximo Solar (a cada

11 anos, em média), há um maior número de instabilidades que liberam uma enorme quantidade de matéria na forma de ejeção coronal (Figura 47).

Figura 47 - Atividade solar entre os anos 1995 e 2015



Fonte: disponível em: http://www.apolo11.com/spacenews.php?posic=dat_20080407-080500.inc. Acesso em: < 20 de setembro de 2015>.

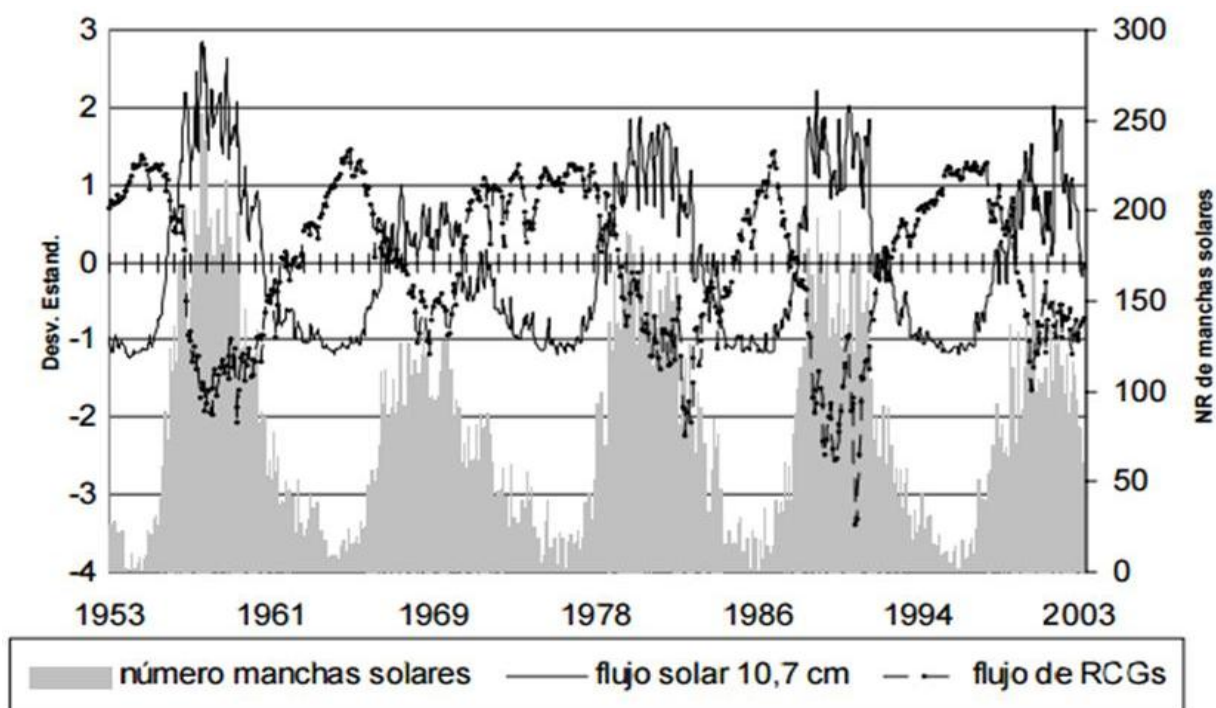
O sol é o grande motor do clima. Alterações quantitativas da atividade solar acarretam alterações na Radiação de Ondas Curtas (ROC) e mudanças qualitativas na situação das massas oceânicas. A Figura 47 permite a visualização da conexão em tela. Entre os anos de 2000 e 2002, o número de manchas solares aumentou sensivelmente, contrariamente aos anos 2005 e 2008, quando ocorreu uma redução significativa das manchas solares. Surgiram, por conseguinte, mudanças quantitativas na ROC. Tais mudanças quantitativas alteraram quantitativamente a ROL emitida pela superfície do planeta, responsável pelo aquecimento do ar. Em consequência, mudanças qualitativas constatadas se verificaram nos índices pluviométricos no semiárido nordestino, com desvios positivos e desvios negativos nos períodos considerados.

Outra conexão dialética precisa aqui ser ressaltada, ou seja, a interação entre atividade solar raios cósmicos galácticos- cobertura de nuvens. Essa conexão

afeta o balanço energético terrestre e a dinâmica da circulação atmosférica, conforme defendem MARSH E SVENSMARK (2000). É um tema ainda pouco investigado, mas relevante.

Os raios cósmicos, segundo JOKIPII (1998), são partículas energéticas (em sua maioria íons) com elevada energia cinética que bombardeiam a atmosfera terrestre, vindo de todas as direções. Há raios cósmicos provenientes de fora do Sistema Solar, designados como Raios Cósmicos Galácticos (RCGs), e raios cósmicos emitidos pelo Sol, ou seja, os Raios Cósmicos Solares. Observações criteriosas durante muitos anos sobre o fenômeno indicam que os Raios Cósmicos Galácticos diminuem a sua ação sobre a Terra ao que tudo indica, nos momentos (tempo) em que os Raios Cósmicos Solares agem com máxima intensidade, no período de Máximo Solar (Figura 48). Instala-se uma luta de contrários entre essas duas categorias de raios cósmicos, cujos os efeitos são sentidos no regime pluviométrico, por exemplo do Nordeste brasileiro, partes da Amazônia, e em outras regiões do mundo.

Figura 48 - Variação mensal do número relativo de manchas solares, do fluxo solar e do fluxo de Raios Cósmicos Galacticos em Climax, Colorado.

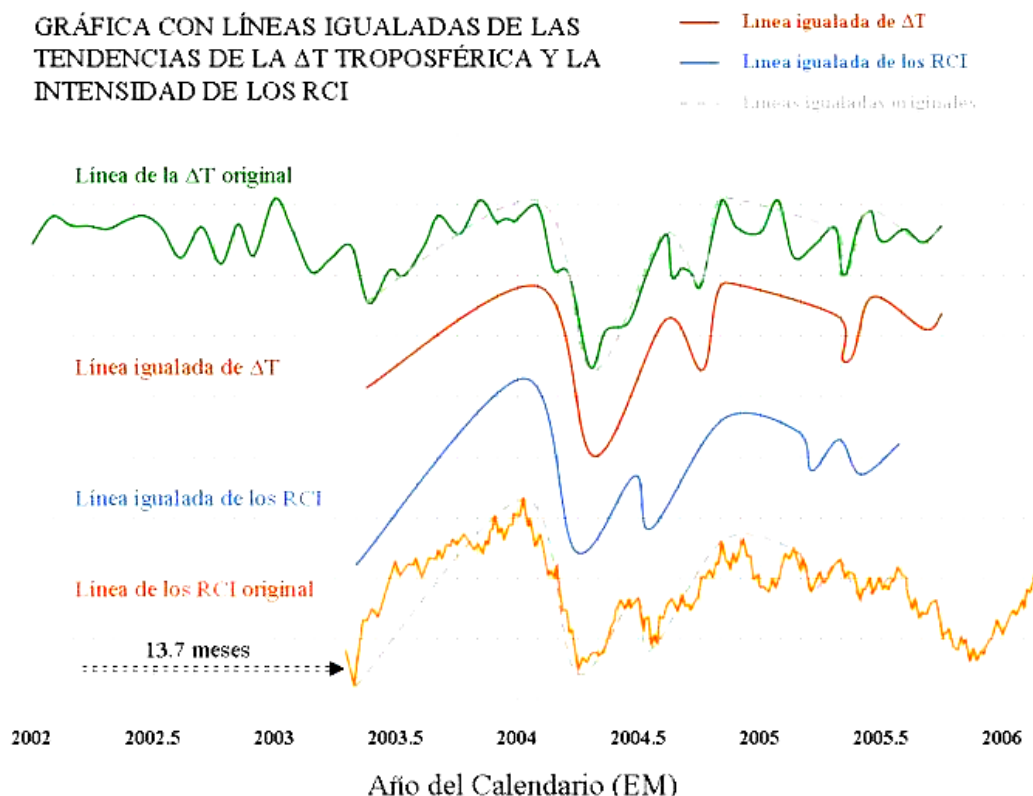


Fonte: Agosta (2004)

Uma observação da Figura 48 permite constatar que durante um maior número de manchas solares há um aumento considerável do fluxo solar e um decréscimo dos Raios Cósmicos Galácticos, enquanto que quando o Sol ingressa no período de Mínimo Solar (1961-1963, p. ex.), decai o fluxo solar e aumenta bastante o fluxo de Raios Cósmicos Galácticos. Haveria alguma relação entre a formação de nuvens e um maior fluxo de Raios Cósmicos Galácticos? Agosta (2004) levanta a suspeita, quando diz: *Bajo condiciones que aún esperan ser dilucidadas, a mayor ingreso de RCGs (Rayos Cósmicos Galácticos), cabría esperar mayor nubosidad baja global y, en consecuencia, menores temperaturas en superficie junto con modificaciones de la circulación atmosférica debido a cambios en la dinámica de las tormentas* (AGOSTA, 2004, p. 58) . Talvez esteja nessa notável relação dialética (manchas solares - fluxo solar – fluxo de Raios Cósmicos Galácticos) a chave para a interpretação da seca no Nordeste brasileiro, por ocasião de um máximo de atividade solar.

Os efeitos dessa luta de contrários de grande magnitude também se fazem sentir no quadro térmico do planeta. Stone (et al., 2005), estudou as possíveis relações entre os fluxos de Raios Cósmicos Galácticos e as variações térmicas na troposfera, entre os anos de 2003 e 2006. Os resultados são surpreendentes (Figura 49). Entre 2003 e 2004, houve uma mudança quantitativa nos raios cósmicos galácticos (RCI). O Sol marchava, na ocasião, para um período de Mínima Atividade, entre janeiro e maio de 2004. As temperaturas médias troposféricas caíram e as precipitações no semiárido aumentaram. De 2006 a 2007 o Nordeste ingressou num período de seca, sugerindo que com o aumento da Radiação Cósmica Intergaláctica (RCI), mais nuvens se formam sobre o Nordeste brasileiro, mesmo sendo essa uma região de subsidência do ar (área submetida a um ar anticiclônico). A correlação entre os Raios Cósmicos Intergalácticos (RCI) e a formação de nuvens já foi, inclusive, aventada por MARSH E SVENSMARK (2000). É possível que a própria circulação atmosférica geral e a secundária e seus efeitos sobre a pluviometria sejam modificados por esses raios. Algo que merece um estudo mais atento e interdisciplinar. Aqui fica apenas a hipótese, como provocação científica.

Figura 49 - Correlação entre Raios Cósmicos Galácticos e a temperatura da Troposfera



Fonte: STONE (2005)

Além da circulação atmosférica, as massas oceânicas recebem forte interferência da atividade solar, que modificarão qualitativamente os centros de ação (anticiclones). Num cenário em que as temperaturas das águas superficiais do Atlântico Norte estão anormalmente elevadas (mudanças quantitativas térmicas nas águas superficiais do oceano), haverá um enfraquecimento do Anticiclone nos Açores (conexão dialética entre temperaturas da superfície marinha e os centros barométricos da troposfera). Com o enfraquecimento do Anticiclone referido, no inverno boreal, os fluxos dos alísios de nordeste ficarão menos enérgicos (mudança qualitativa) e a ZCIT, área depressionária para onde eles convergem, não migrará eficientemente para as porções meridionais e (espaço atmosférico modificado), inevitavelmente, a seca se instala no semiárido (espaço de tempo diferente do rotineiro), de Alagoas ao Piauí (mudança qualitativa no regime de chuvas), e em especial no território do Estado de Pernambuco.

9.3 A COMPLEXA CONEXÃO DIALÉTICA ENTRE OS CENTROS DE AÇÃO, O ATLÂNTICO SUL E AS PRECIPITAÇÕES PLUVIAIS EM PERNAMBUCO

A circulação atmosférica que atua sobre Pernambuco não é apenas um todo em desenvolvimento, isolado ou circunscrito ao Estado; é também algo concatenado com áreas afastadas nas quais se configuram objetos que dão origem à dinâmica da circulação atmosférica geral e secundária. São os Centros de Ação.

Três centros de ação comandam a circulação atmosférica que age sobre o território pernambucano, que são: o Centro de Altas Subtropicais do Atlântico Norte (o Centro dos Açores), o Centro de Altas Subtropicais do Atlântico Sul (Anticiclone Semifixo do Atlântico Sul) e um centro depressionário que se forma sobre o interior da América do Sul, que é a Baixa do Chaco. Os dois primeiros são marcadamente influenciados pelas temperaturas das águas superficiais oceânicas e o terceiro pelas elevadas temperaturas verificadas no centro da América do Sul, no verão austral, e interferem indiretamente em Pernambuco.

Excelente análise realizada sobre esses centros de ação atmosféricos foi feita, a partir da ótica da Climatologia Geográfica, por Gilberto Osório de ANDRADE (1964), no célebre capítulo intitulado “Os Climas”, originalmente publicado no livro Brasil, a Terra e o Homem. Mesmo tendo sido redigida há tanto tempo, permanece atual. Andrade (1964) ressaltou a notável importância que têm, para a definição dos climas do Nordeste, os anticiclones do Atlântico Sul (“o pivot” da circulação atmosférica brasileira) e do Atlântico Norte. É importante lembrar que na época em que esse trabalho, que é um referencial na literatura climatológica brasileira, foi publicado, não existiam, praticamente, imagens de satélite disponíveis para uma interpretação meteorológica. Tal interpretação era feita, apenas, com o uso de precárias cartas sinóticas e a partir de um complexo raciocínio geográfico, com o emprego do Princípio da Conexão. Algumas passagens desse capítulo precisam ser aqui expostas, sobretudo pela importância de que se reveste aquele texto e para que novas gerações de pesquisadores da ciência do clima o conheçam, mesmo que em partes restritas.

Esse redemoinho atmosférico do Atlântico Sul é o principal “pivot” da circulação atmosférica do país: dele provêm os alísios de SE-E e NE-NO, que incidem no litoral brasileiro. Do centro de altas pressões, circunscrito pela isolinha de 1020mb, o ar subsidente, que diverge, é límpido. No inverno, quando avança para o norte, reforçado pelo maior vigor do jet-stream, dilata-se também zonalmente e instala-se sobre o Brasil: a maior parte da Região Sul jaz no centro do

anticiclone e os alísios austrais varrem todo o país, ao sul do vale do Amazonas. (...) Do centro de altas pressões do Atlântico Norte, que tem sua sede nos Açores, divergem os alísios de NE, que tomam a direção E na altura do Equador. Os ventos desse remoinho boreal atingem a costa setentrional brasileira durante o ano todo, mas a isóbara de 1015mb mantém-se sempre ao largo; os alísios boreais fazem percurso mais longo até o Brasil do que os austrais e, ao fim da viagem, resolvem-se em zonas de calmas (doldrums) ou definem setores de descontinuidade... (ANDRADE, 1964, p. 416)

Os alísios boreais e os alísios austrais nascem nos anticiclones referidos. Estes sofrem sístoles e diástoles, de acordo com a aparente marcha anual do Sol em torno da Terra, que atua como um fator de redistribuição do calor à superfície terrestre. Em decorrência dessa sazonalidade da insolação, as massas oceânicas se aquecem ou se resfriam. Esse fato age como causa para um efeito que é a expansão ou a retração dos centros de altas pressões. A categoria dialética Causa e Efeito fica claramente definida nessa conexão (temperaturas da superfície oceânica X expansão - contração dos anticiclones oceânicos).

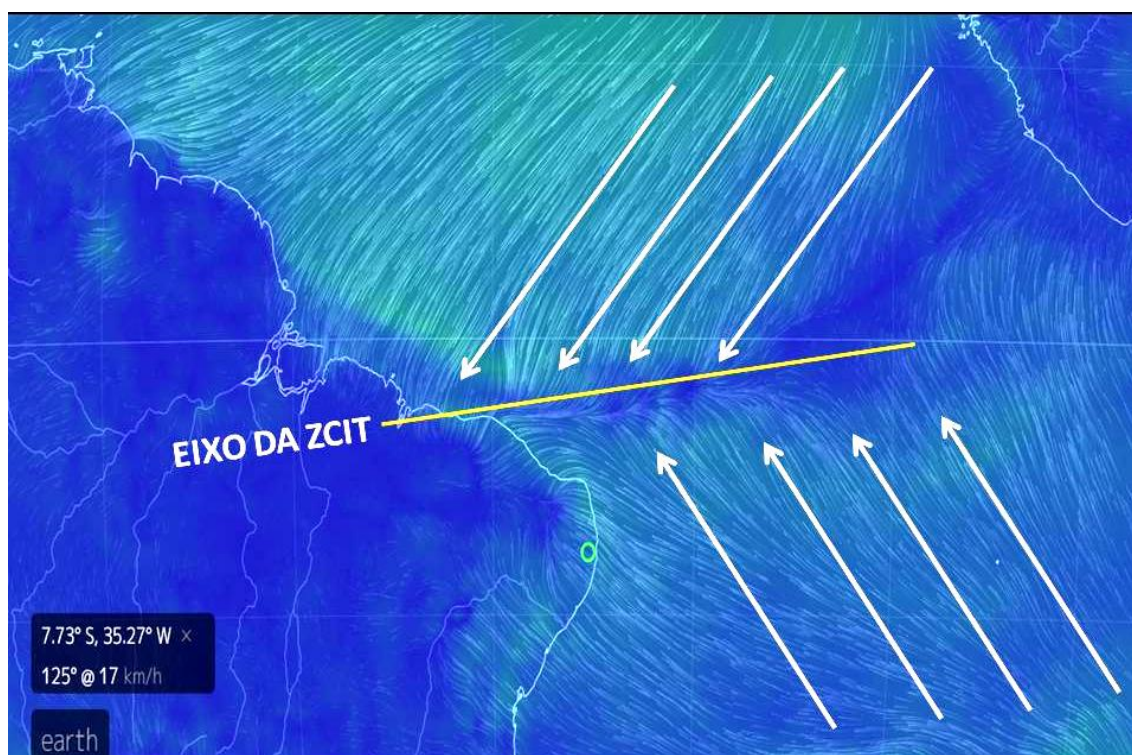
Na época em que o geógrafo Gilberto Osório de Andrade escreveu o capítulo supracitado, poucos estudos haviam sido feitos sobre anomalias térmicas da superfície marinha (ATSM). Conheciam-se algumas informações sobre as correntes marinhas, quanto às qualidades temperatura, deslocamentos e sazonalidade. Contudo, aquele autor já vislumbrava uma relação entre os fluxos de ar oriundos do Centro de Altas Pressões Subtropicais do Atlântico Sul e a Corrente de Benguela, uma grande massa líquida fria que bordeja a parte sul-ocidental do continente africano e se desloca para as baixas latitudes, num movimento de larga envergadura. Hoje, com os recursos técnicos inimagináveis na década de 1970, a relação dialética suposta por Andrade (1964) confirma-se.

Quando o oceano Atlântico, em sua porção meridional, sobretudo na faixa latitudinal entre 20° e 30°S, aproximadamente, se resfria mais que o normal, e especialmente no final da primavera e verão do hemisfério austral, observa-se uma diástole anormal, para essas estações, do anticiclone em pauta. Há uma conexão dialética entre gradiente barométrico e a maior energia e velocidade dos alísios austrais. Em outras palavras, quando o oceano se resfria anormalmente, o anticiclone se expande e os alísios sopram com mais vigor em direção à faixa de baixas pressões equatoriais (doldrums), empurrando para posições mais setentrionais um sistema atmosférico decisivo para os regimes de chuvas de

Pernambuco, e de resto o Nordeste setentrional, que é a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT).

Como algo simétrico, o Anticiclone dos Açores sofre esse mesmo dinamismo. Quando as águas superficiais do Atlântico Norte estão mais frias, no final do outono e no inverno boreais, nas imediações e um pouco ao sul da região de origem desse centro de altas pressões, há uma expressiva diástole do Centro de Ação dos Açores. Os ventos alísios boreais (alísios de NE-NO) agem com mais energia e deslocam para posições mais meridionais a ZCIT (Figura 50). Chuvas convectivas intensas se verificam na costa norte do Nordeste brasileiro, atingindo, inclusive o Estado de Pernambuco, exatamente nos espaços semiáridos, tais como o Agreste e o Sertão.

Figura 50 - Fluxos de alísios de SE e de NE



Fonte: Disponível em < <https://earth.nullschool.net> > Acesso em: 17 de fevereiro de 2017.

Na Figura 50, observam-se os fluxos dos alísios de NE, bem como os de SE. Ambos, numa luta de contrários, convergem para o talvegue de baixas pressões (reta), dando origem a um sistema atmosférico eminentemente tropical, que age no Nordeste brasileiro, do Maranhão até o Estado de Alagoas, que é a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). No dia da imagem, a parte centro-oriental de

Pernambuco estava submetida aos alísios de sudeste. Os contrários, no caso, são os alísios dos dois hemisférios (boreal e austral). Excluem-se mutuamente, mas apresentam uma certa unidade de contrários, uma conexão que define a ZCIT. O desenvolvimento desse sistema é, portanto, segundo a análise dialético-materialista, uma consequência da luta de contrários.

Moura e Kousky (1982), utilizando-se de um arsenal de imagens de satélite de grande utilidade para a análise climática, realizaram uma investigação sobre as precipitações ocorridas no Nordeste brasileiro, no período de 1981-1982, e constataram uma relação entre as anomalias na temperatura da água no oceano Atlântico. Naquele período, o Nordeste iniciava uma seca severa. As conclusões a que chegaram esses autores mostram as conexões dialéticas referidas anteriormente: secas severas (anos muito chuvosos) no Nordeste estão associadas com a ocorrência simultânea de anomalias positivas (negativas) da SST (anomalias térmicas na superfície marinha) no Atlântico Norte e negativas (positivas) no Atlântico Sul (MOURA e KOUSKY, 1982). Além das conexões, é preciso salientar, ainda, que as categorias quantidade e qualidade estão presentes no fenômeno em pauta. As mudanças quantitativas nas temperaturas da superfície oceânica determinam mudanças quantitativas e qualitativas nos centros de ação. A quantidade peculiariza o objeto sob o aspecto do grau de desenvolvimento ou intensidade de suas qualidades (AFANASIEV, 1968).

9.4 REVISITANDO ANTIGOS CONCEITOS DA CLIMATOLOGIA DO SEMIÁRIDO DO NORDESTE BRASILEIRO

O bolsão de semiaridez existente anormalmente no Nordeste brasileiro, no qual está inserida a RD Agreste Central, vem sendo estudado desde o início do século XX. O escritor Euclides da Cunha (1982), no clássico “Os Sertões”, publicado originalmente em 1902, já se referia ao “martírio secular” do semiárido nordestino e, em especial, à periodicidade das secas que atingem esse espaço geográfico.

A costa oriental do Nordeste brasileiro apresenta uma pluviometria que acusa média anual de chuvas de 2000mm ou mais, ao passo que áreas da Depressão Sertaneja mostram-se com precipitações médias anuais da ordem de 400mm, como é o caso da região de Petrolina-PE. O semiárido surge na região com um certo “ar de singularidade” , ou seja, com um caráter que o faz ser o que ele é. Uma

quantidade média anual de chuvas o individualiza no Nordeste, que é a isoietal anual igual ou inferior a 800mm.

Freitas (1915) realizou uma análise das chuvas em Quixeramobim-CE, com dados correspondentes ao período de 1909 a 1914. Delgado de Carvalho (1923) confeccionou um Atlas Pluviométrico do Nordeste brasileiro, em que se visualiza um bolsão semiárido. A partir da década de 1920, os trabalhos climatológicos sobre essa macrorregião do país passaram a ser mais direcionados às secas. Freise (1938) definiu as áreas do Nordeste do Brasil semiárido como “Zonas de Calamidade”.

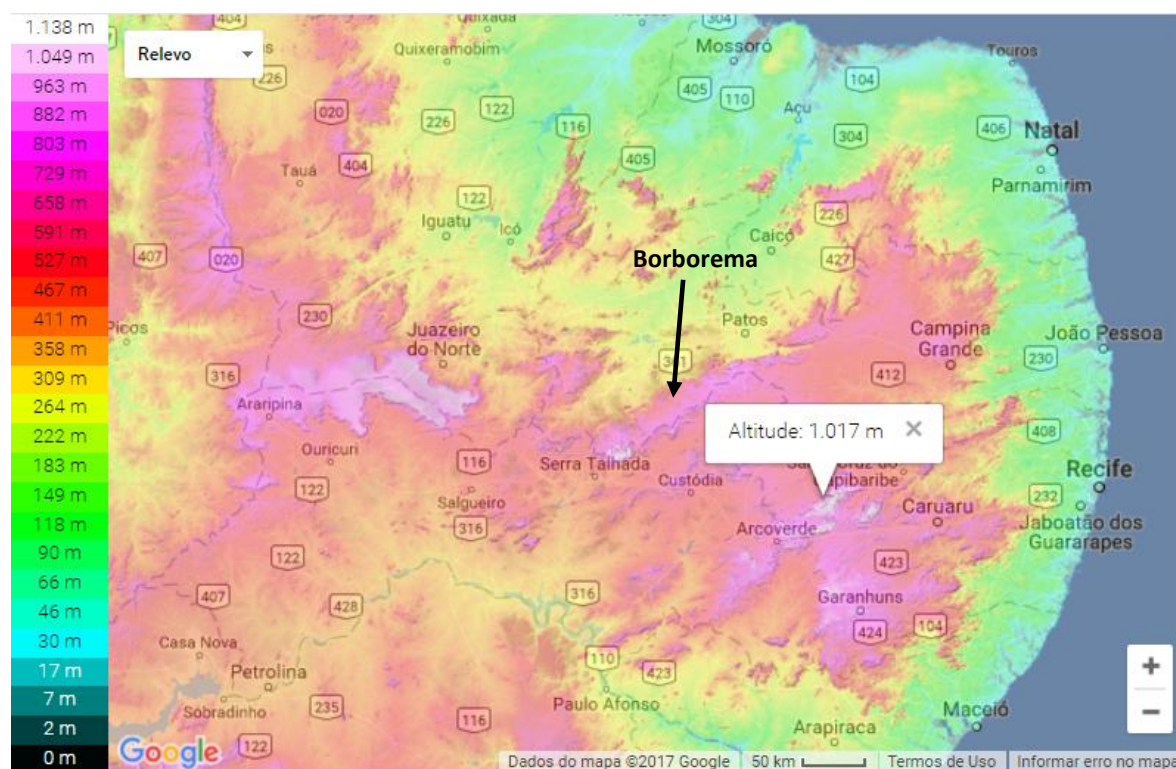
A causa tida como principal da existência do semiárido nordestino foi atribuída a um fator de ordem geomorfológica, ou seja, ao “Planalto” da Borborema, o conjunto de grandes e pequenos maciços residuais que foram realçados por interferências de sucessivos aplainamentos embutidos e eminentes sobre a superfície de erosão predominante (ANDRADE, 1965). A superfície da Borborema, em face da toponímia regional, ficou conhecida como Planalto da Borborema, como se se tratasse de uma superfície horizontal e homogênea, mas não é o caso, pois tal compartimento de relevo é um saldo de diversas superfícies de erosão altimetricamente escalonadas, daí preferir-se a expressão “Planalto” da Borborema.

Em alguns trechos dos maciços residuais do “Planalto” da Borborema (Figura 51), as altitudes excedem 900m. Demangeot (1974) analisou o clima do interior do Nordeste e atribuiu ao relevo a causa do semiárido do Nordeste brasileiro, a partir de um prisma incorreto.

O interior do Nordeste é separado do oceano por um rebordo anticlinal (sic), a serra da Borborema a leste, e, ao norte por planaltos sedimentares mais baixos. O Nordeste árido fica “debaixo do vento” em relação aos alísios (DEMANGEOT, 1974, p. 34).

Segundo esse equivocado esquema explicativo, a umidade advinda do oceano precipitava-se na fachada oriental da Borborema, como efeito da expansão e resfriamento adiabáticos do ar. Os fluxos de ar que mergulhavam em direção as áreas rebaixadas (Depressão Sertaneja) o faziam com baixo teor de umidade relativa. O Agreste seria, portanto, uma área a sotavento, cujo déficit hídrico seria uma consequência da topografia (causa).

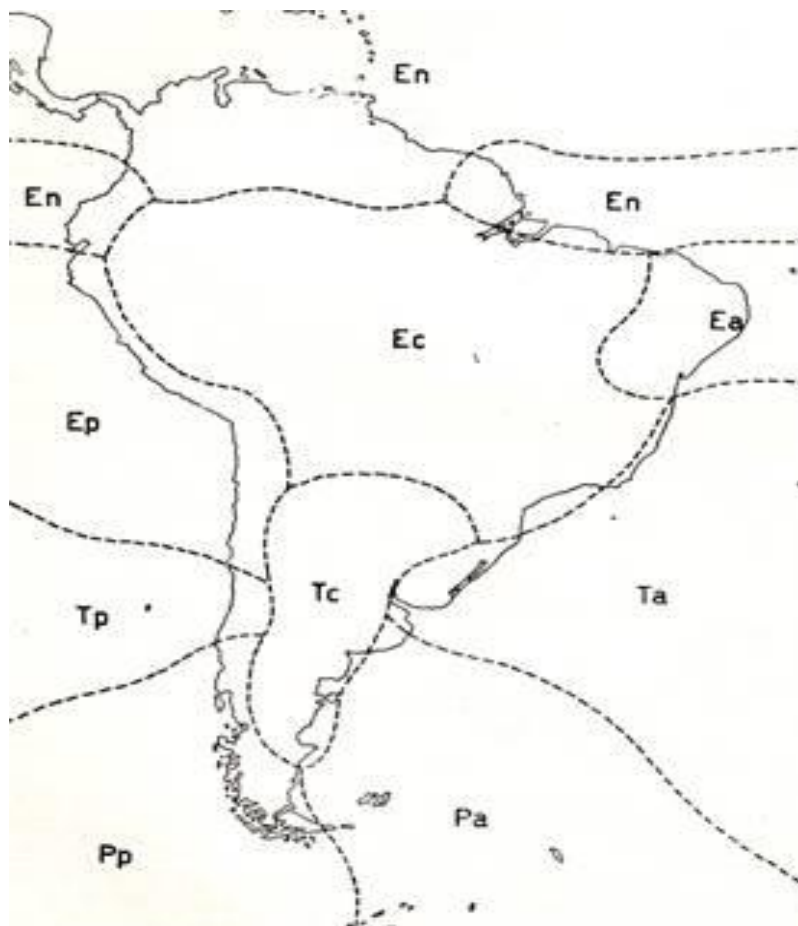
Figura 51 - Superfície da Borborema



Fonte: Disponível em: <<http://pt-br.topographic-map.com/places/Belo-Jardim-3849689/>> . Acesso em 2016.

Serra e Ratisbonna (1942), estudando as propriedades das massas de ar que agem sobre a América do Sul, identificaram a “massa Equatorial Atlântica (Ea)” (Figura 52) que, na opinião desses autores seria constituída pelos alísios do SE do Atlântico Sul. Houve um equívoco de Serra e Ratisbonna quando denominaram esse sistema de Equatorial, haja vista que a região de origem deste situa-se na periferia oriental do Anticiclone Semifixo do Atlântico Sul. Contudo, esses autores compreenderam que os alísios de sudeste são compostos de duas correntes, uma inferior fresca e úmida e outra superior, quente e seca, caminhando na mesma direção mas separadas por uma forte inversão de temperatura (SERRA E RATISBONNA, 1942). A célula de altas pressões do Atlântico Sul apresenta-se como o principal controle para os climas do Nordeste do Brasil (Markham, 1972).

Figura 52 - Mapa das massas de ar da América do Sul. “Ea” significa Massa de Ar Equatorial Atlântica



Fonte: SERRA E RATISBONNA (1942).

Andrade e Lins (1965), no importante trabalho intitulado “Introdução à Morfoclimatologia do Nordeste do Brasil”, apresentaram a hipótese segundo a qual o semiárido brasileiro é a projeção do ar seco do deserto do Kalahari sobre o saliente nordestino.

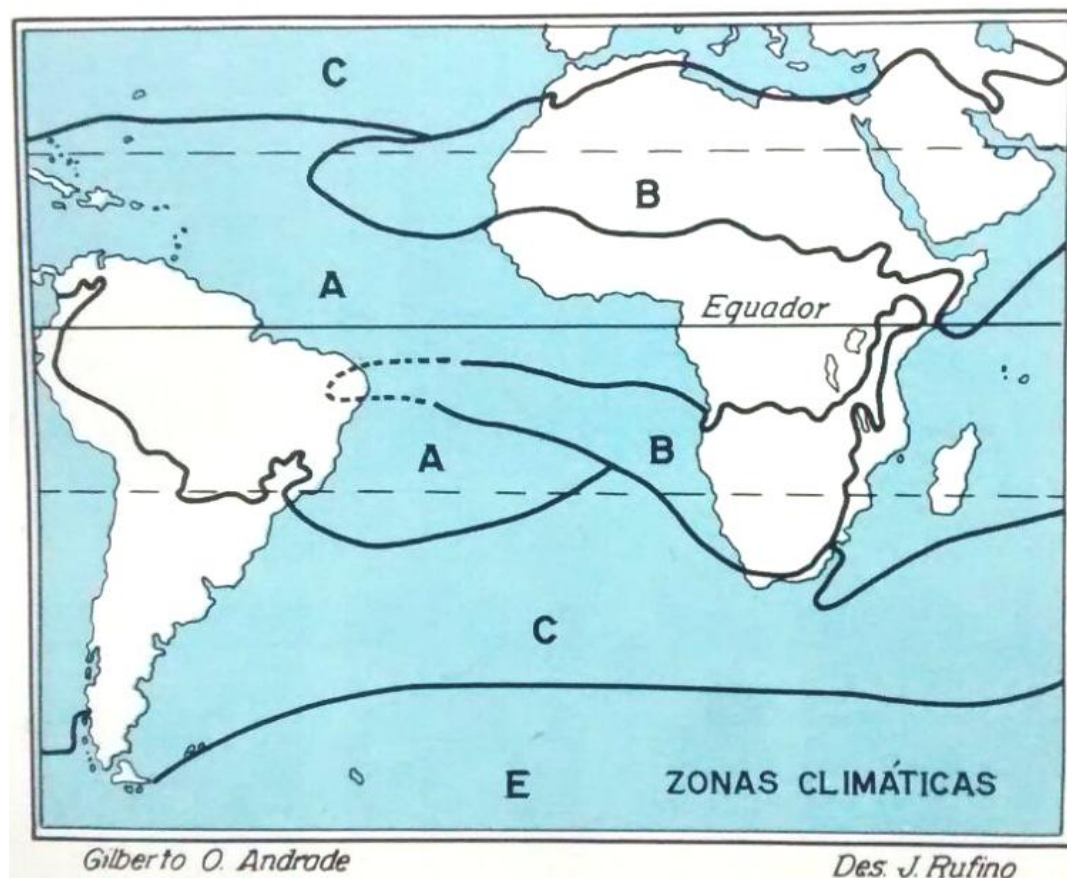
No Nordeste Oriental o que persiste durante todo o ano é o ar límpido, estável, dos alísios de SE, com baixo teor de umidade relativa que dá as estreladas noites transparentes. Esses alísios austrais têm como centro propulsor a célula de altas pressões subtropicais do Atlântico Sul, estabelecida aí pelos paralelos de 35° a 40°. (...) Do flanco oriental da célula secante ao deserto de Calaari, provém os alísios de SE que sopram em direção ao equador, crescentemente desviando-se para a esquerda. Absorve no percurso umidade fornecida por evaporação oceânica; mas viajam, também, sobre uma superfície cada vez mais quente de sorte que se vão aquecendo ao mesmo tempo pela base e a umidade relativa mantém-se sempre baixa. O Nordeste Oriental é o domínio, dessarte, duma projeção transatlântica da mesma atmosfera que responde pelo deserto do Sudoeste Africano. Propusemos denominar essa

projeção de “ar calaariano”, a exemplo do “ar saariano” dos meteorologistas boreais que transpõe o Mediterrâneo durante o verão Europeu (ANDRADE E LINS, 1965. p. 22 e 23)

Posteriormente, Andrade (1972) analisou com mais profundidade essa projeção do ar do Kalahari (massa de ar Tépidia Kalaharia) sobre o Nordeste brasileiro (Figura 53) e o centro de altas pressões subtropicais do Atlântico Sul, em especial o seu setor oriental. O clima BSh e suas variantes em Pernambuco seriam o efeito dessa projeção.

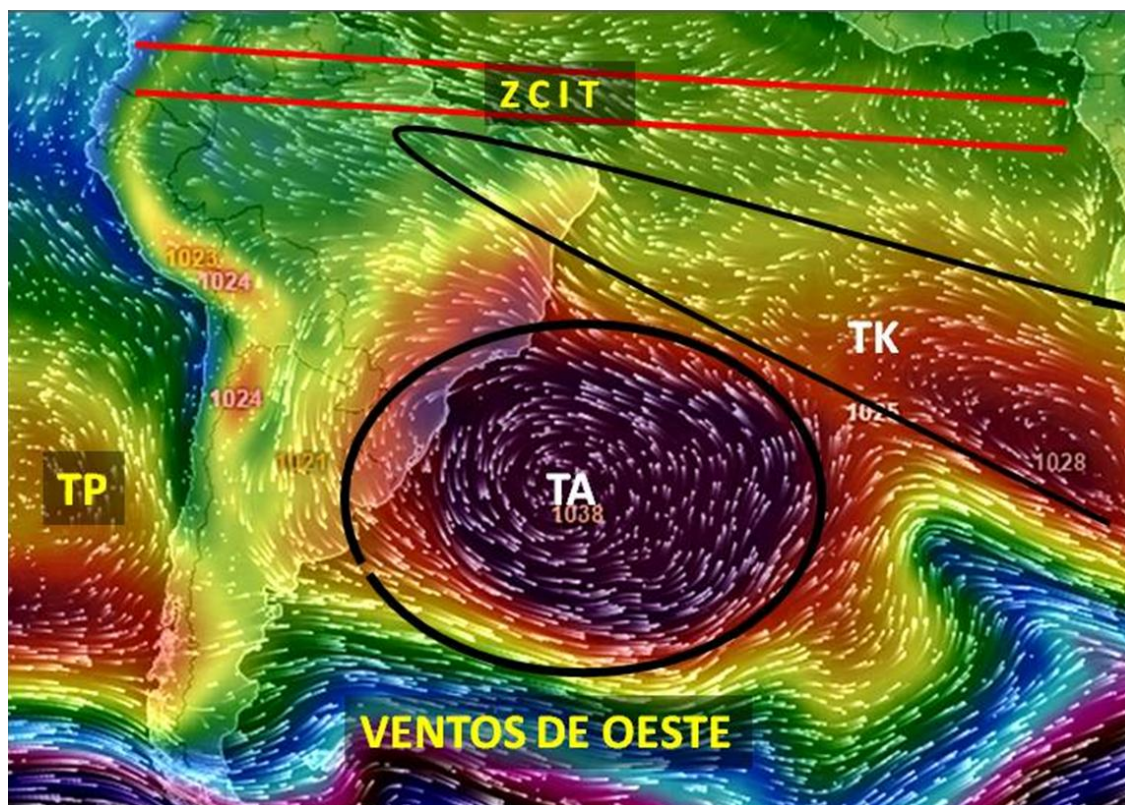
Atualmente, as modernas informações obtidas por sensoriamento remoto, especialmente as imagens de satélite, confirmam a antiga hipótese de ANDRADE E LINS (1965), como pode ser visto na Figura 54, em esquema proposto pelo autor da presente tese de doutorado.

Figura 53 - Zonas climáticas da América do Sul, África e Oriente Médio, segundo a classificação de Koppen. Na figura, observa-se a faixa de clima B que se prolonga do Sudoeste da África até o Nordeste brasileiro



Fonte: ANDRADE (1972).

Figura 54 - Dinâmica atmosférica do Atlântico Sul tendo como centro propulsor o anticiclone semifixo do Atlântico Sul. TP (Massa Tropical Pacífica), TA (Massa Tropical Atlântica), TK (massa Tépidia Kalaariana), ZCIT (Zona de Convergência Intertropical). As setas indicam os fluxos de ar



Fonte: Esquema elaborado por Lucivânio Jatobá (2017).

O Centro de Altas Pressões do Atlântico Sul é qualitativamente diferente, com relação às variáveis atmosféricas temperatura e pressão atmosférica, nas porções oriental e ocidental. Na Figura 39 vê-se esse fato, que tem repercussões consideráveis nos dois lados opostos do Atlântico Sul. A parte oriental é tépida e seca. A porção ocidental é quente e úmida. A conexão dialética entre o ar atmosférico da baixa troposfera e as correntes oceânicas permite entender essas diferenças qualitativas do ar praticamente no mesmo centro de ação.

9.5 A ESTRUTURA VERTICAL DOS ALÍSIOS DE SUDESTE, A CORRENTE DE BENGUELA E OS SEUS EFEITOS SOBRE AS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS DE PERNAMBUCO

Os ventos alísios em ambos os hemisférios são enquadrados na categoria dos ventos planetários constantes, haja vista que mantém, em média, praticamente uma mesma direção geral.

Um fato marcante da estrutura vertical desses referidos ventos é a existência de duas camadas de ar qualitativamente distintas, ou seja, uma camada mais superficial que em alguns casos é tépida e úmida e uma outra camada mais elevada subsidente seca e aquecida. Ambas encontram-se separadas por uma superfície de descontinuidade conhecida como camada de inversão dos alísios. Essas duas camadas encontram-se em permanente contradição entre si. A camada superior age impedindo que a camada inferior relativamente úmida ascenda.

O ar que se instala sobre a Corrente Fria de Benguela e da ampla faixa desértica do sudoeste da África (desertos do Kalahari, da Namíbia e do Cunene) é na sua essência límpido, essência esta que se manifesta na aparência, ou seja, no aspecto do céu claro, com baixíssima nebulosidade, portanto, que facilita a forte insolação ali existente.

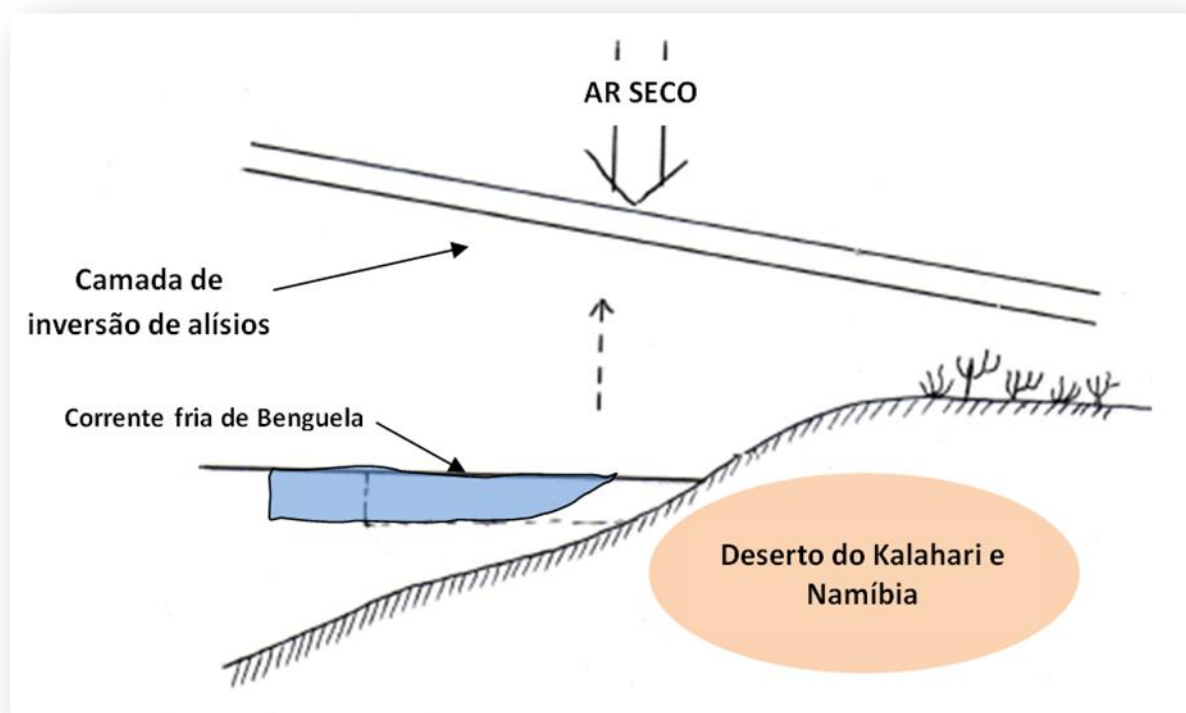
O ar límpido, portanto, é aquele cuja umidade relativa se mantém abaixo do “ponto de orvalho”, à temperatura do resfriamento adiabático que lhe refreia o movimento ascendente. No ar límpido, ocorre o que se chama de inversão térmica da temperatura, pois o ar, adiabaticamente resfriado, jaz abaixo do nível em que sua ascensão foi refreada e a temperatura, pois, diminui de cima para baixo (gradiente negativo). Só ocorre inversão com o ar estável; a presença de uma inversão, na estrutura de uma massa de ar significa estabilidade (ou instabilidade condicional por efeito ciclônico ou orográfico) (ANDRADE, 1964, p. 415).

O movimento subsidente do ar dos alísios em altitude aumenta a temperatura e reduz a umidade relativa do ar. Como consequência desse fato, que por sinal irá refletir na atmosfera da porção centro-oriental de Pernambuco, particularmente no espaço semiárido, dá-se a dissipação das nuvens e o impedimento do crescimento vertical destas. Belculfiné e Alonso (1979) analisaram a estabilidade das nuvens sobre o Nordeste brasileiro e concluíram que a incidência maior de nuvens no Nordeste semiárido corresponde às nuvens quentes, ou seja, aquelas cujo topo não alcança a isoterma de 0°C. Isso sugere uma interferência da temperatura verificada

na altitude da camada de inversão dos alísios sobre a atmosfera da região em apreço. Quanto maior é altitude do início da camada de inversão, mais intenso é o crescimento vertical da massa de nuvens. A presença da camada de inversão facilita bastante as condições de estabilidade atmosférica e impedimento dos movimentos verticais de subida do ar.

A camada de inversão dos alísios de sudeste se verifica durante todo o ano, mas a altitude da base e do topo dela oscila em função da dinâmica atmosférica, da temperatura das águas superficiais do Atlântico e do relevo continental (Figura 55).

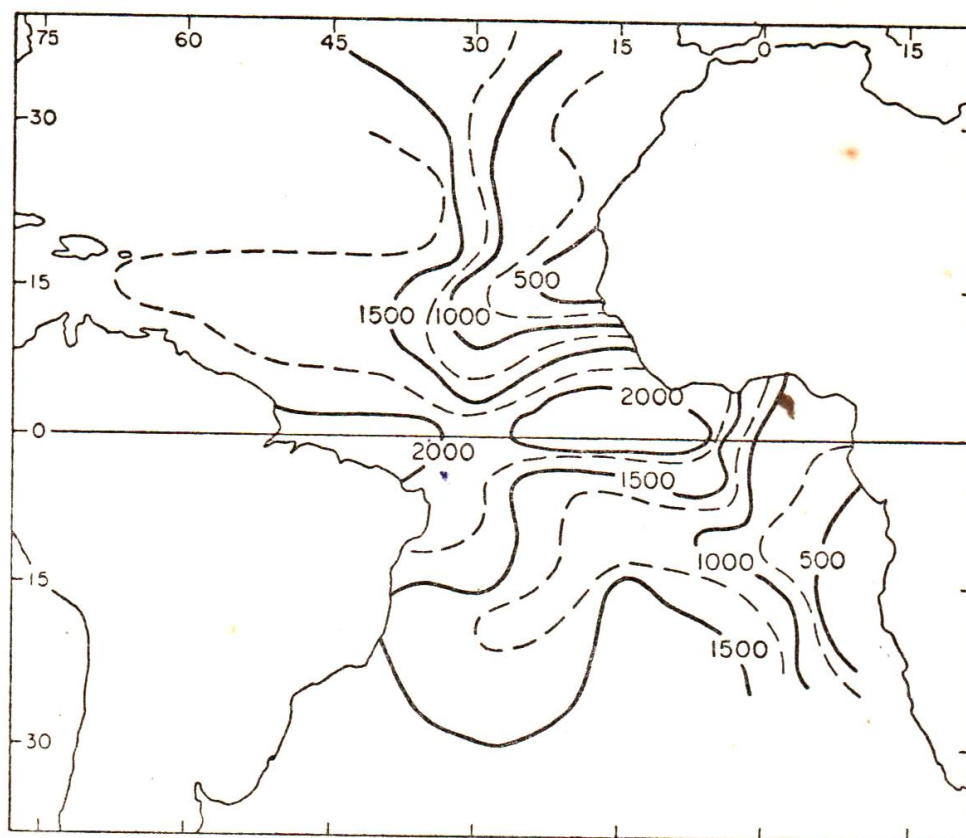
Figura 55 - Representação esquemática da camada de inversão dos alísios (massa TK) sobre o Atlântico Sul e os desertos de Kalahari e da Namíbia. As temperaturas baixas da corrente oceânica de Benguela contribuem significativamente para a altitude baixa da camada de inversão



Fonte: Elaborado por Lucivânio Jatobá (2016)

A altitude da camada de inversão dos alísios foi pioneiramente estudada por RIEHL (1965), a partir de incipientes dados térmicos e de pressão obtidos de radiosonda. Esse autor elaborou um mapa preliminar com essa altitude (Figura 56). Um pouco antes, Andrade (1964) já advogava a correlação entre a estabilidade do ar, por ele denominado de “Ar Calaariano”, e o déficit hídrico atmosférico sobre o saliente nordestino.

Figura 56 - Altitude da base da camada de inversão dos alísios



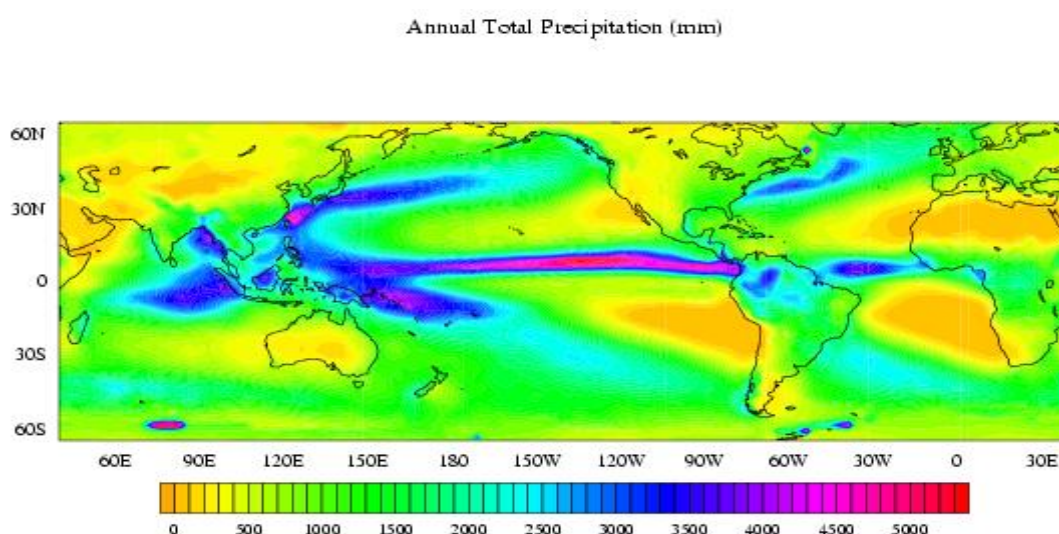
Fonte: RIEHL (1965)

A altitude da base da camada de inversão dos alísios do hemisfério sul, sobre o Atlântico, atinge 500m nas proximidades do sudoeste africano, na faixa equatorial fica a 2000m do nível do mar.

Com a ampla e eficiente utilização de imagens de satélite e de softwares empregados para o tratamento das mesmas, confirma-se, atualmente, a hipótese de Gilberto Osório para a semiaridez do Nordeste brasileiro, isto é, a projeção de ar tépido, estável e seco oriundo da periferia orietal do Anticiclone do Atlântico Sul e da área desértica do sudoeste africano (Figura 57). Uma mancha enorme de ar seco

atravessa o oceano Atlântico, desde a Costa da Namíbia, até o saliente nordestino brasileiro, conforme exposto na figura em pauta. O fato desse enorme bloco de ar, que os climatologistas designaram como massa de ar, não se tornar úmido ou até excessivamente úmido nessa travessia transatlântica deve-se a essa altitude em que está a camada de inversão dos alísios e por viajar sobre uma massa oceânica fria, na parte oriental do Atlântico, que impõe estabilidade à massa de ar. Essa estabilidade é quebrada quando as imposições do relevo, na área estudada e em outras ao longo da Região Nordeste do país, fazem com que o ar ascenda mecanicamente, se resfrie e ocorra uma instabilidade condicional (Andrade, 1964). Esse fato diz muito da complexidade dialética da natureza.

Figura 57 - A projeção do ar estável e seco sobre o Nordeste brasileiro



Fonte: Disponível em: http://research.jisao.washington.edu/legates_msu/. Acesso em: 30/01/2015.

Riehl (1965) constatou que na costa dos desertos de Angola, Namíbia e Kalahari a base da inversão dos alísios encontrava-se a 500m de altitude, muito baixa, portanto. No entanto, à medida que o fluxo dos alísios se aproximava da costa oriental do Nordeste brasileiro, essa altitude subia para mais de 1500 m. Na área dos doldrums essa base ascendia para altitudes de 2000 m ou mais.

A corrente de Benguela, muito pouco estudada na época de Gilberto Osório de Andrade, em 1965, como aqui anteriormente foi salientado, vem sendo nos dias atuais investigada sob a ótica oceanográfica e também climatológica. As imagens de

satélite precisas fornecem informações valiosas que permitem um aprofundamento das conexões dialéticas entre camada de inversão dos alísios austrais, corrente de Benguela e déficit hídrico no Nordeste.

A Nasa fornece semanalmente mapas das anomalias térmicas da superfície marinha, em especial da área ocupada pelas águas frias da corrente de Benguela. Repossi e Canziani (2009) verificaram na área ocupada por essa corrente oceânica ocorrência de eventos extremos caracterizados por ATSM (anomalia da temperatura da superfície marinha) positiva e intermitentes. Esses eventos foram designados como os “Niños Benguela”. Trata-se assim de uma mudança térmica esporádica da corrente de Benguela. Os efeitos desse “Niño Benguela” são percebidos nas costas da Namíbia e de Angola e se notabilizam por episódios de fortes chuvas, algo pouco comum na área.

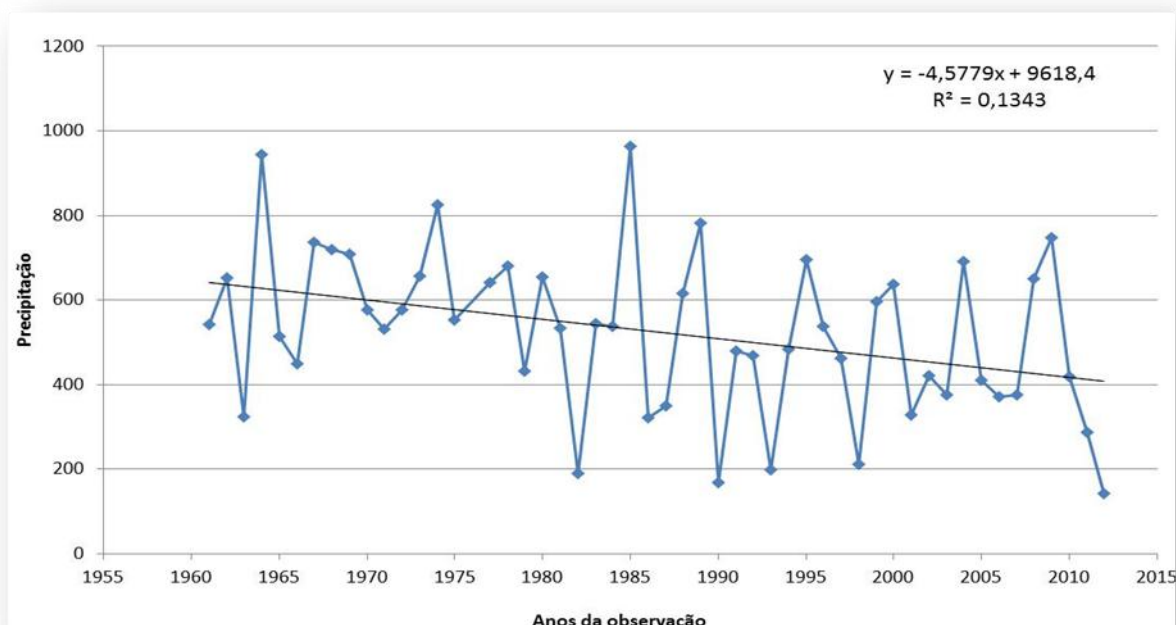
Com a ocorrência do fenômeno “Niño Benguela”, há uma ascensão da camada de inversão dos alísios, favorecendo assim a formação de nuvens de desenvolvimento vertical (Cb). Tal subida da camada explica-se pelo aquecimento basal da massa de ar Tépidia Kalahariana (TK), promovida pela ATSM positiva (Anomalias Térmicas da Superfície Marinha – Positiva) instalada no espaço de origem da massa TK.

Há possibilidade que o “Niño Benguela” repercute nas chuvas do semiárido nordestino brasileiro, em especial na depressão sertaneja de Pernambuco.

Repossi e Canziani (2009) referem-se a eventos “Niño Benguela” no sudoeste da África, nos anos de 1934, 1949, 1963, 1984 e 1995, quando ocorreram pesados aguaceiros no espaço geográfico da África citado. Uma correlação preliminar poderá ser feita entre o que aconteceu no sudoeste africano com períodos bastante chuvosos no polo xérico pernambucano no qual se inclui o município de Petrolina-PE (Figura 58). O exemplo de Petrolina, mesmo estando muito além espacialmente da área objeto de estudo do presente trabalho, se deve ao fato de que nesse trecho do vale do São Francisco, a camada de inversão dos alísios se encontra em níveis muito baixo, o que justifica, em parte, a agressiva semiaridez local. O exemplo do Sertão do São Francisco, se o princípio geográfico da Analogia é verdadeiro, pode ajudar a compreender o fato similar que se verifica no Agreste Central. É provável que outras áreas do semiárido pernambucano tenham, nos anos citados, apresentado um acréscimo pluviométrico. Lamentavelmente, os dados de grande valia para essa análise de conexão e integração dialética (altitude da camada de

inversão dos alísios) não estavam disponíveis até a realização da presente pesquisa.

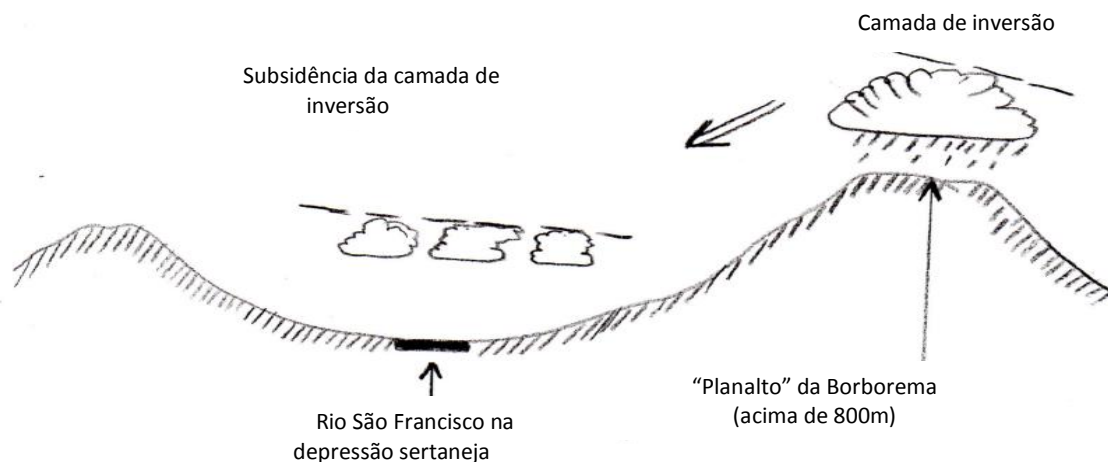
Figura 58 - Precipitação média anual de Petrolina-PE no período compreendido entre 1961 a 2014



Fonte: JATOBÁ et al., 2017

Por último, é preciso salientar a importância que têm os compartimentos de relevo sobre a ascensão e a subsidência da camada de inversão dos alísios no território semiárido do Nordeste brasileiro, anteriormente mencionada. Nos maciços residuais, ou seja, aqueles compartimentos de relevo mais elevados em terrenos cristalinos, a altitude força a subida da camada do ar tépido Kalahariano, uma expansão e um resfriamento adiabático do ar. A camada de inversão vai para níveis mais altos permitindo que se desenvolvam nuvens *nimbos* e *nimbos estratos* que se dissolvem em chuvas orográficas nos brejos de altitude e de exposição. Contudo, esse mesmo ar, ao se deslocar em direção à depressão sertaneja, terá a camada de inversão novamente descendo, evitando o crescimento vertical das nuvens e contribuindo sobremaneira para a instalação de espaços semiáridos, como é o caso do município de Petrolina-PE. A Figura 59 mostra esquematicamente essa suspeita aqui apresentada.

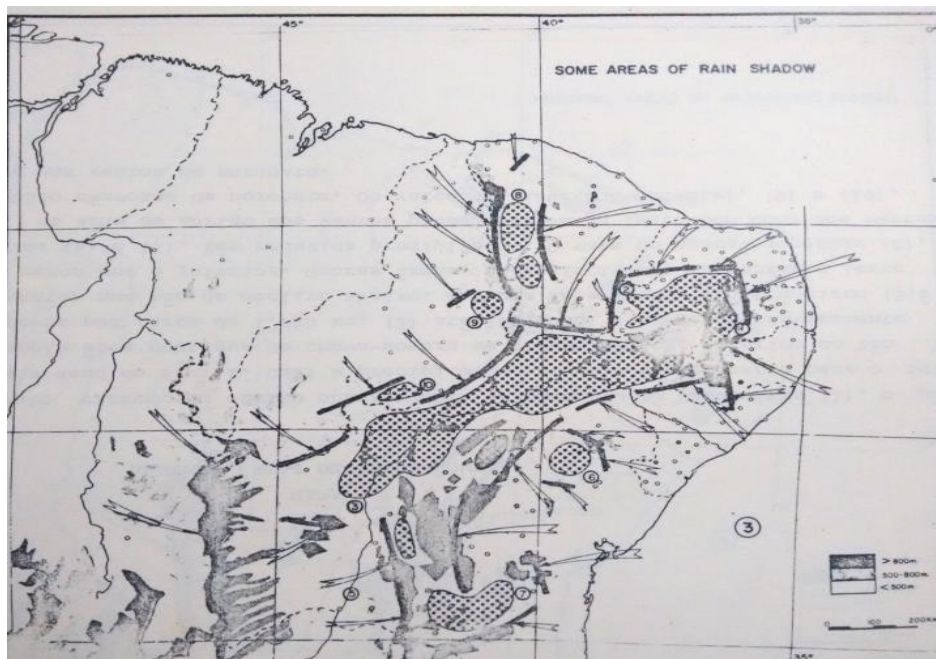
Figura 59. Influência dos compartimentos de relevo na altitude da camada de inversão dos alísios no Nordeste brasileiro



Fonte: Elaborado por Lucivânio Jatobá (2016)

Markham (1972) identificou no semiárido nordestino as áreas de menor pluviosidade. Tais áreas coincidem exatamente com compartimentos de relevo deprimidos e ladeados por elevações topográficas (Figura 60). Na figura é possível visualizar a Depressão Sertaneja (unidade de paisagem regional que transcende o limite geográfico do Sertão) na área investigada (RD Agreste Central).

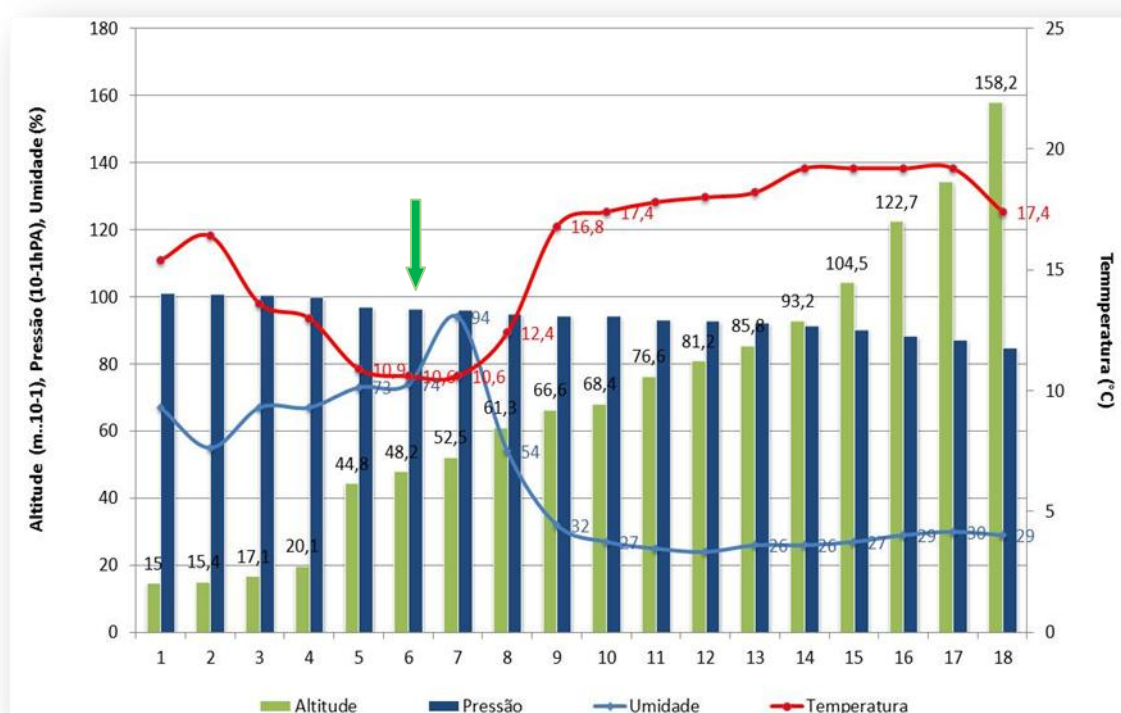
Figura 60 - Algumas áreas do Nordeste do Brasil consideradas de “sombra de chuva”. As áreas deprimidas são as pontilhadas. As setas indicam os fluxos de ar



Fonte: MARKHAM (1972).

Os estudos da camada de inversão dos alísios, ou da massa de ar Tépidia Kalahariana, poderão ser realizados a partir da utilização de dados obtidos por balões sonda. Em outras áreas do planeta, como por exemplo nas Ilhas Canárias (SUÁREZ, 2014) e na região da Namíbia esses estudos foram realizados e a altitude da camada de inversão referida foi identificada, coincidindo, por sinal, com a altitude sugerida por RIEHL (1965). A camada de inversão que apresente a maior diferença de umidade atmosférica entre a base e o topo dessa camada deverá ser a escolhida. A Figura 61, correspondente à situação atmosférica sobre a Namíbia, no dia 01 de julho de 2016, permite a constatação desse fato.

Figura 61 - Correlação entre a camada de inversão dos alísios e a umidade relativa do ar sobre a parte ocidental da Namíbia. A seta verde indica a inversão térmica



Fonte: JATOBÁ et al., (20917)

9.6 A DISTRIBUIÇÃO DAS CHUVAS NO ESPAÇO INVESTIGADO

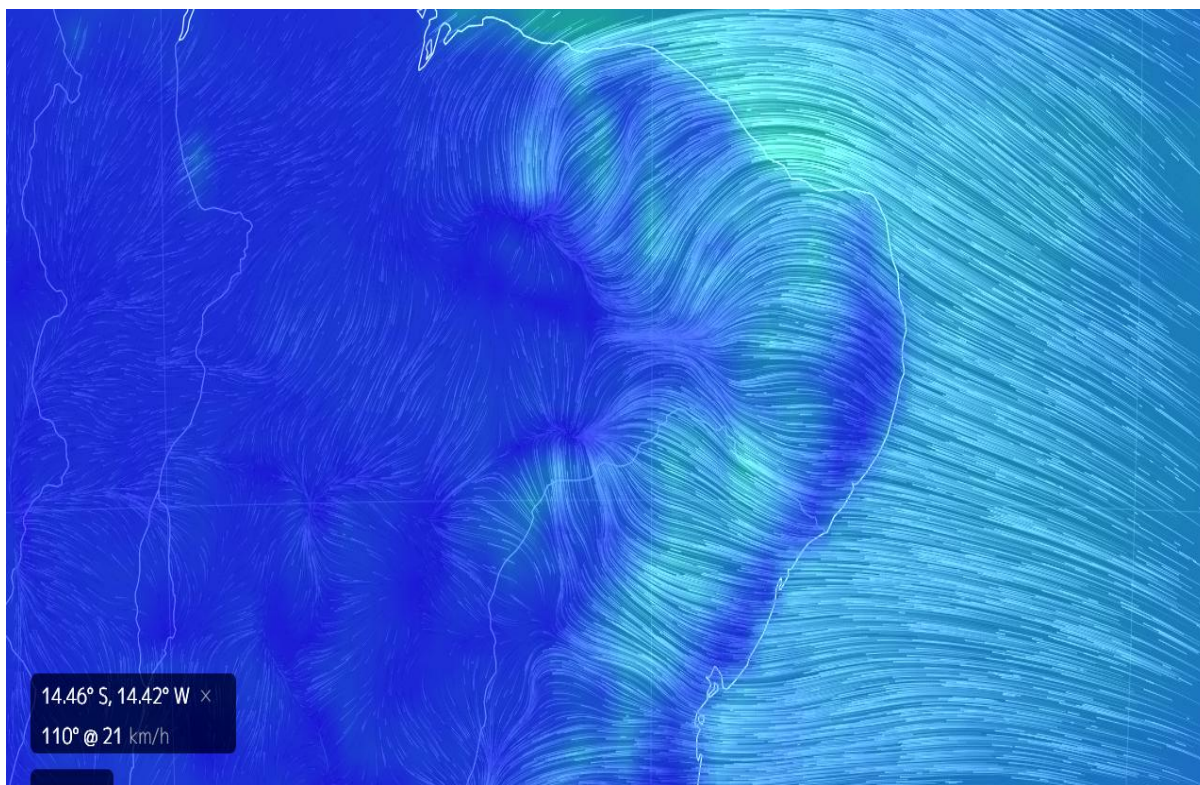
A distribuição espacial das chuvas na porção centro-oriental de Pernambuco repete algo que se verifica climatologicamente na Região Nordeste do Brasil, no sentido leste-oeste. Na fachada litorânea e costeira, as chuvas são abundantes, atingindo, em alguns casos, como no sul da Região de Desenvolvimento Mata Sul,

valores que superam o índice pluviométrico anual de 2000mm (2194 mm em Barreiros), enquanto na Região de Desenvolvimento Agreste Central, numa distância de um pouco mais de 180km, em linha reta, do Recife, os valores pluviométricos anuais despencam para uma média inferior a 500mm (Caruaru, 439mm).

Quando se examina o quadro pluviométrico relativo às RDs Mata Sul e Mata Norte, a distribuição das chuvas no espaço ainda é mais singular. De sul para o norte, essa parte de Pernambuco demonstra uma diminuição significativa dos valores pluviométricos, mesmo estando próxima da massa oceânica e sem complicadores geomorfológicos capazes de determinar significativos exemplos do efeito de “sombra de chuvas” e muito menos a existência de sistemas atmosféricos distintos que justificassem a redução pluviométrica singular. O fato é curioso e chama a atenção do pesquisador. A RD Mata Norte, no espaço localizado no que aqui se denomina de “Sub-zona do Cristalino Setentrional ou Mata Seca” (LINS E ANDRADE, 1964) tem os menores valores pluviométricos de toda a Zona da Mata pernambucana. Aos 2.194 mm do município de Barreiros, na parte meridional da Zona da Mata Sul, contrapõem-se os 1000 mm ou até um pouco menos de Paudalho e adjacências, na Mata Norte.

A representação cartográfica dessas variações espaciais das chuvas na fachada oriental de Pernambuco já foi realizada para diversas séries pluviométricas. Aqui neste trabalho optou-se pelo mapa de distribuição espacial das chuvas contido no referido Atlas das Bacias Hidrográficas de Pernambuco, cuja folha específica foi realizada a partir de estudos DE LACERDA, FERREIRA E SOUZA (2009). No mapa citado, observa-se que as isoietas anuais de maior valor se expandem na porção meridional da RD Mata Sul, no sentido sudeste-noroeste, aproximadamente, e se angustiam ao norte, estreitando-se de maneira razoável na RD Mata Norte. A concatenação dialética entre a direção dos vales fluviais e os fluxos de ar úmido, ao que tudo indica, justifica essa questão examinada (Figura 62).

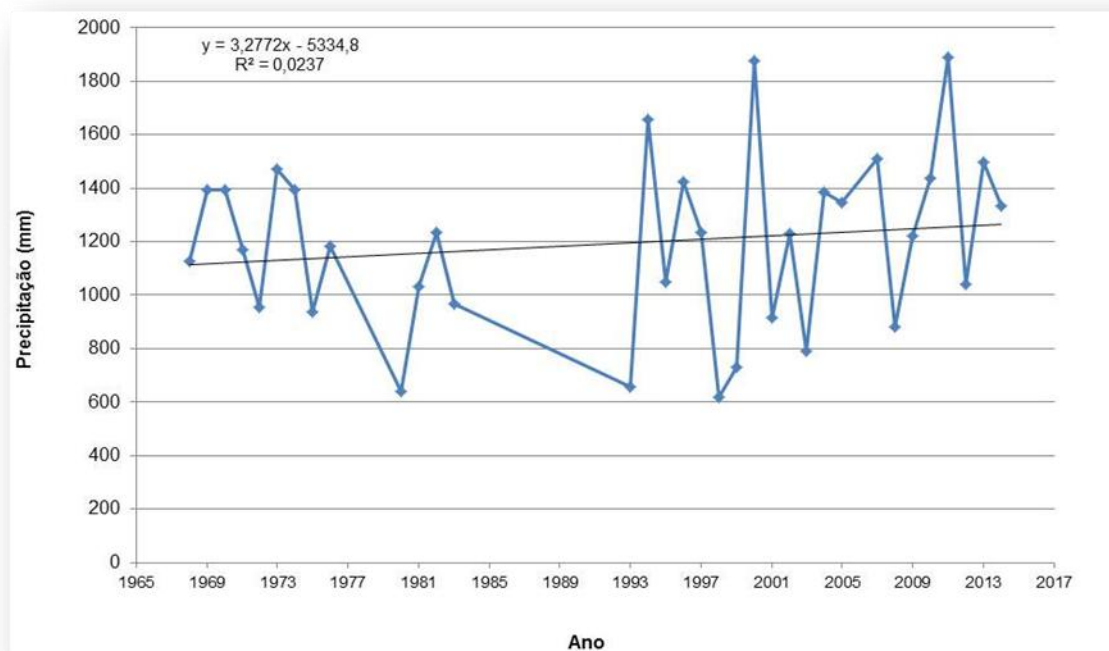
Figura 63 - Fluxos dos alísios de sudeste agindo sobre a porção o Nordeste brasileiro



Fonte: <<https://earth.nullschool.net/>> Acesso em 31 de jan 2017

As variações quantitativas da pluviometria no espaço investigado são marcantes, em alguns casos. Há anos de eventos extremos de chuvas, nos quais os valores da estação chuvosa sofrem um desvio positivo marcante. De acordo com dados pluviométricos divulgados pela SUDENE (BRASIL, 1990), o município de Paudalho (Figura 64) teve, em 1973, uma precipitação anual de 1.472 mm, com chuvas de 331,6 mm só no mês de junho do mesmo ano. Esse município da RD Mata Norte atravessou um período crítico de chuvas, no ano de 1980, quando a precipitação anual ficou em 638mm e o mês de julho, caracterizado pelas chuvas intensas, acusou apenas 2,9mm. Na RD Mata Sul o fato se repete, com eventos extremos positivos ainda mais significativos. Barreiros, por exemplo, em 1977, teve uma precipitação de 3.065,4mm, superando em quase 1.000mm a média histórica, antes referida. Já em 1963, o município citado apresentou uma precipitação de apenas 1.461 mm.

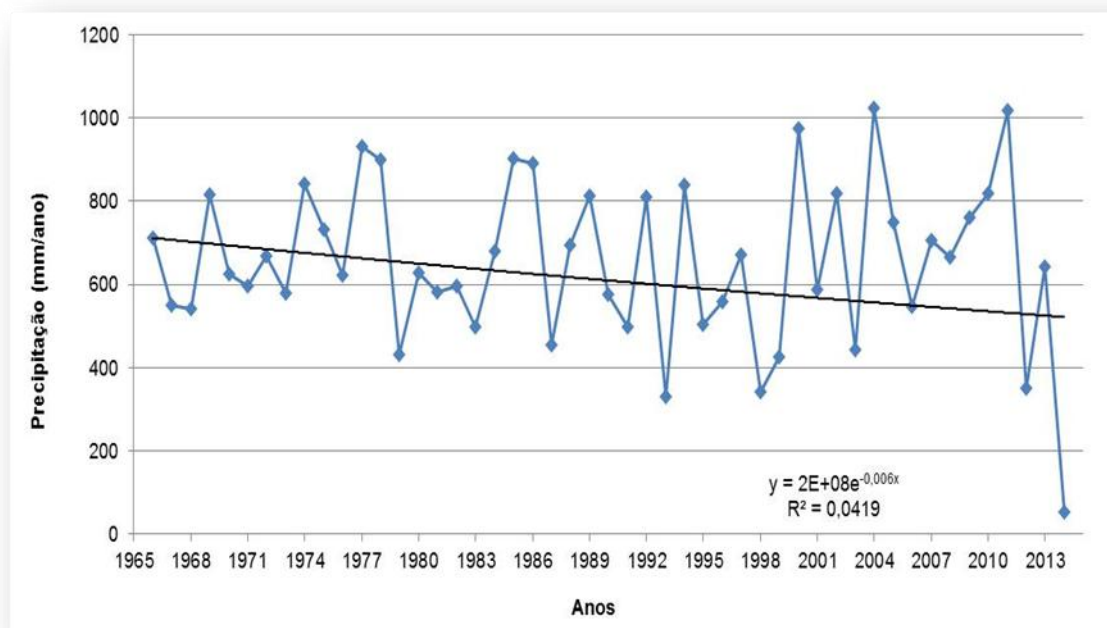
Figura 64 - Pluviometria de Paudalho (PE) no período de 1966 e 2013



Fonte: Dados INPE

As irregularidades das precipitações pluviométricas no espaço e no tempo são ainda mais significativas à medida que há um afastamento da parte costeira do Estado de Pernambuco, no sentido oeste, e se penetra na RD Agreste Central. Logo após a escarpa de falha da Serra das Russas, fato geomorfológico que serve de limite natural entre paisagens de ambientes úmidos e paisagens de ambientes secos ou subúmidos, os valores pluviométricos diminuem marcadamente, por exemplo, em Caruaru (429mm/ano). A irregularidade das chuvas no tempo é também significativa. Tomou-se, a título de exemplificação, o município de Caruaru (Figura 65) para o exame rápido das variações temporais pluviométricas e da tendência de chuvas.

Figura 65 - Pluviometria de Caruaru (PE) no período de 1966 a 2013



Fonte: APAC (2017)

A observação do gráfico permite constatar que há uma expressiva irregularidade pluviométrica na série temporal estabelecida e uma linha de tendência de chuvas decrescente para o município de Caruaru. Esses mesmos aspectos foram contatados por Silva e Jatobá (2017) para Petrolina (PE), no Sertão pernambucano. Há, portanto, pelo menos para Pernambuco, uma tendência decrescente de chuvas.

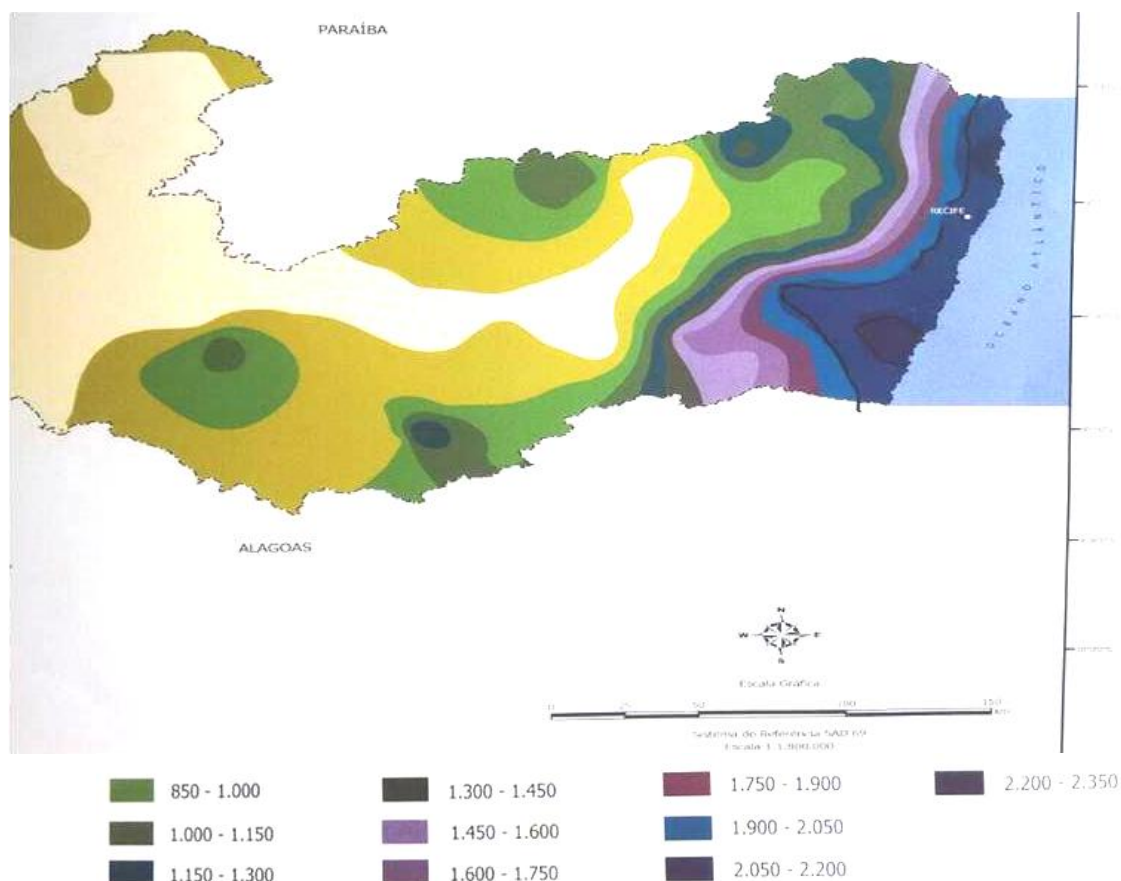
Com base no mapa da distribuição das precipitações no Estado de Pernambuco, elaborado por LACERDA, FERREIRA E SOUZA (2009), foram estabelecidas as seguintes faixas pluviométricas contempladas nas Regiões de Desenvolvimento Metropolitana, Mata Sul, Mata Norte e Agreste Central: a) Faixa 2.200 a 2.350 mm/ano; b) Faixa 2.050 a 2.050mm/ano; c) Faixa 1.450 -1.600 mm/ano; d) Faixa 700- 850 mm/ano e e) Faixa 550- 700mm/ano (Figura 66).

A faixa de 2.200 a 2350mm/ano situa-se na parte mais chuvosa de Pernambuco, que a porção meridional da RD Mata Sul. Essa faixa situa-se principalmente no baixo curso do rio Serinhaém, município de barreiros e adjacências.

A faixa de 2.050 a 2.200mm/ano penetra remontantemente pelo vale dos rios Uma, Serinhaém e Ipojuca. Estreita-se a partir do município do Jaboatão dos

Guararapes, na RD Metropolitana, até a faixa costeira norte, no baixo curso do rio Goiana, na RD Mata Norte.

Figura 66 - Faixas de precipitação média em Pernambuco. As longitudes foram omitidas na reprodução do mapa. Os valores na legenda são em milímetros de chuva.



Fonte: Extraído e modificado de LACERDA, FERREIRA E SOUZA (2009).

A faixa de 1450 -1600 mm/ano avança de leste para oeste, atingindo, grosso modo, os primeiros contrafortes da Borborema, na RD Mata Sul. Essa mesma faixa pluviométrica mingua consideravelmente na parte setentrional da RD Mata Norte.

A faixa 1.000 - 1.150 mm/ano, repetindo as configurações espaciais das faixas anteriores alonga-se para oeste e encolhe na RD Mata Norte, nos municípios de Itambé, Condado, Aliança etc. Em Vitória de Santo Antão e no município de Pombos. As repercussões paisagísticas dessa redução da pluviometria, principalmente nos solos, vegetação primitiva e relevo, são notáveis, criando, inclusive, expressivo ecótono, ou seja, uma área de transição entre biomas diferentes.

Na faixa de 700 – 850 mm/ano começa a se definir mais nitidamente o espaço semiárido da área investigada. Partes dos municípios de Bezerros, Caruaru, Pannels e

Agrestina inserem-se nesse espaço de déficit hídrico anual. Na fração centro-norte da RD Agreste Central, mais especificamente em Belo Jardim, Sanharó, Poção, noroeste de Caruaru e sul de Brejo da Madre de Deus, essa faixa reaparece, infletindo para o sul, quando surge a área mais seca da RD Agreste Central.

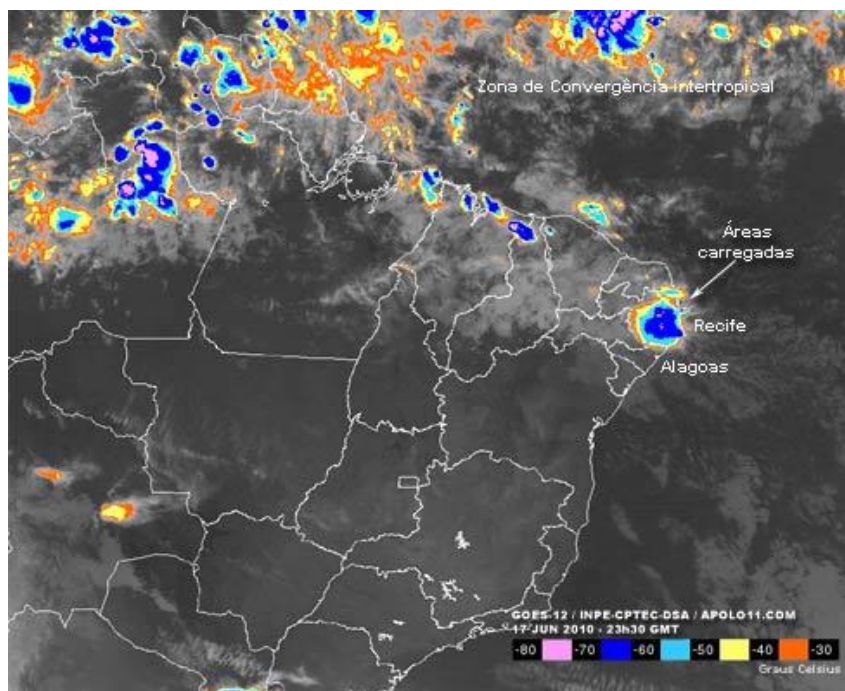
Os valores mais baixos de precipitação anual de toda a área analisada estão contidos na faixa de 550-700mm/ano. Nessa faixa estão porções consideráveis dos seguintes municípios: Riacho das Almas, Caruaru, São Caetano, Altinho, Tacaimbó, Cachoeirinha, São Bento do Una, Alagoinha e Pesqueira.

A distribuição espacial das chuvas nas RDs aqui considerada encontra-se concatenada com a ação de diversos sistemas atmosféricos tropicais e um extratropical, a saber: as Ondas de Leste, a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), Vórtices Ciclônicos da Atmosfera Superior (VCAS) e a Frente Polar Atlântica (FPA).

As Ondas de Leste são perturbações que se verificam sobre o Atlântico, nas áreas de baixas latitudes, e que migram de Leste para Oeste, chegando a atingir, em Pernambuco, preferencialmente a Zona da Mata e a periferia oriental da RD Agreste Central. Esse sistema atmosférico age, grosso modo, desde o Rio Grande do Norte (atinge, em momentos excepcionais, partes do Ceará) até o Estado da Bahia, de abril até agosto. As ondas de leste são muito frequentes em alguns anos, e a intensidade e frequência dessas ondas dependem da temperatura da superfície marinha, do cisalhamento meridional do vento e da circulação troposférica sobre o Atlântico tropical (ARAGÃO, 2004).

As ondas de leste possuem um desenvolvimento muito rápido e agem com muita intensidade na Zona da Mata pernambucana, acarretando, em geral, pesados aguaceiros, e deixando um rastro, às vezes, de destruição, prejuízos sociais e econômicos. Entre 16 e 17 de junho de 2010 teve origem sobre o Atlântico Sul, nas faixas latitudinais entre os estados da Paraíba e Alagoas, aproximadamente, um conglomerado de nuvens que rapidamente adquiriu energia e se transformou numa Onda de Leste (Figura 67). A passagem desse sistema ocasionou fortes enchentes na Zona da Mata Sul e alagamentos consideráveis na Região Metropolitana do Recife (Figuras 67, 68, 69 e 70).

Figura 67 - Onda de leste sobre a Zona da Mata e Agreste pernambucanos



Fonte: INPE, CPTEC, 17 de junho de 2010

Figura 68 - Bacias mais fortemente atingidas pelo evento extremo de chuvas de 17 de junho de 2010



Fonte: www.google.com.br. Acesso em 02 de janeiro de 2016

Figura 69 - Ampla destruição provocada pela enchente do rio Una, em Barreiros (PE). A enchente foi determinada pelo evento extremo de chuvas, em 17 de junho de 2010.



Fonte: <https://g1.globo.com/> Acesso em < 25 de junho de 2010>

Figura 70 - Imagem da destruição após a enchente em Água Preta (PE), em 17 de junho 2010



Fonte: Disponível em: www.google.com.br Acesso em: 22-06-2010.

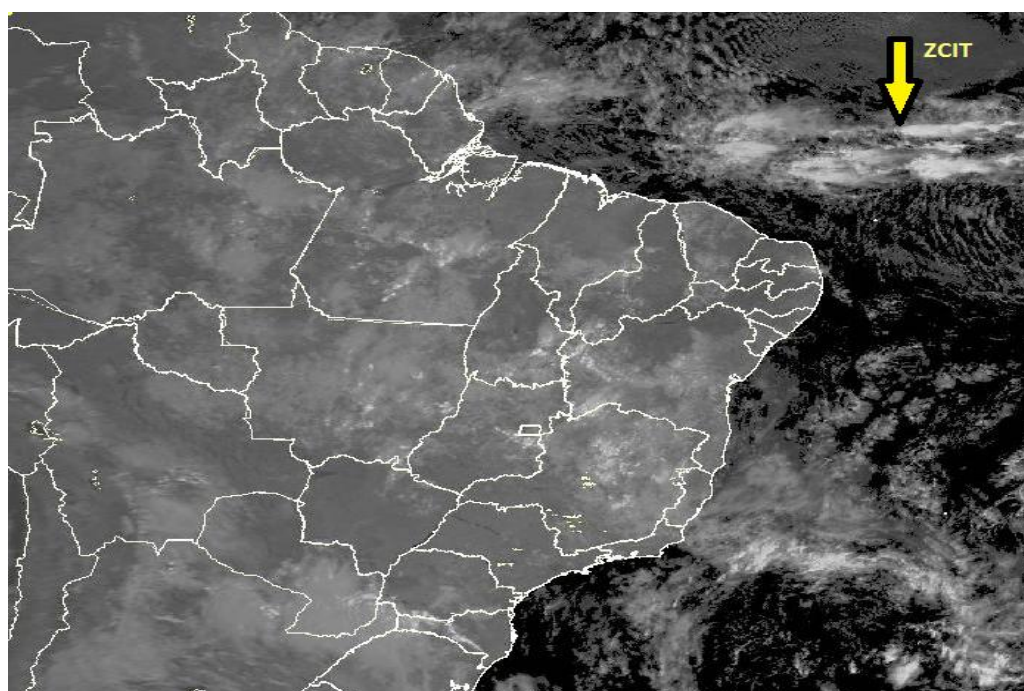
A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) responde pelo regime de chuvas convectivas verificadas no Nordeste brasileiro, durante o final de verão e outono, denominado de regime w' (ANDRADE E LINS, 1964). Esse sistema atmosférico resulta da confluência dos fluxos ascendentes dos alísios dos hemisférios austral e

boreal. Trata-se de uma área barometricamente depressionária e com bastante umidade atmosférica (Figura 71), com notáveis movimentos atmosféricos convectivos.

Andrade e Lins (1964), analisando a circulação atmosférica regional determinante dos regimes de chuvas de Pernambuco, examinaram detidamente a atuação da ZCIT que, na época em que redigiram as suas observações climatológicas, era denominado de Convergência Intertropical ou CIT. Esses autores acentuaram que a energia do movimento sazonal da ZCIT varia de ano para ano.

O regime das chuvas de verão-outono (w') é de origem diversa. Provém também, é certo, duma massa de ar nevoento e instável, mas a presença desta é comandada pela migração anual da Convergência Intertropical (CIT), que no verão austral se desloca para o sul do Equador e desce para a costa setentrional do Brasil ainda no outono, quando afinal retrocede para o norte. (...) A energia da migração da CIT também varia de ano para ano. De sorte que esse regime pode se fazer sentir, na costa oriental, muito ao sul do Natal: em Pernambuco e mesmo até em Alagoas. Quando isso acontece, suprimentos de outono do regime w' somam-se, nessa costa, aos da estação das chuvas s' (chuvas de outono-inverno) (ANDRADE e LINS, 1964, p.26).

Figura 71 - A Zona de Convergência Intertropical. Data: 05 de fevereiro de 2017, canal Visível

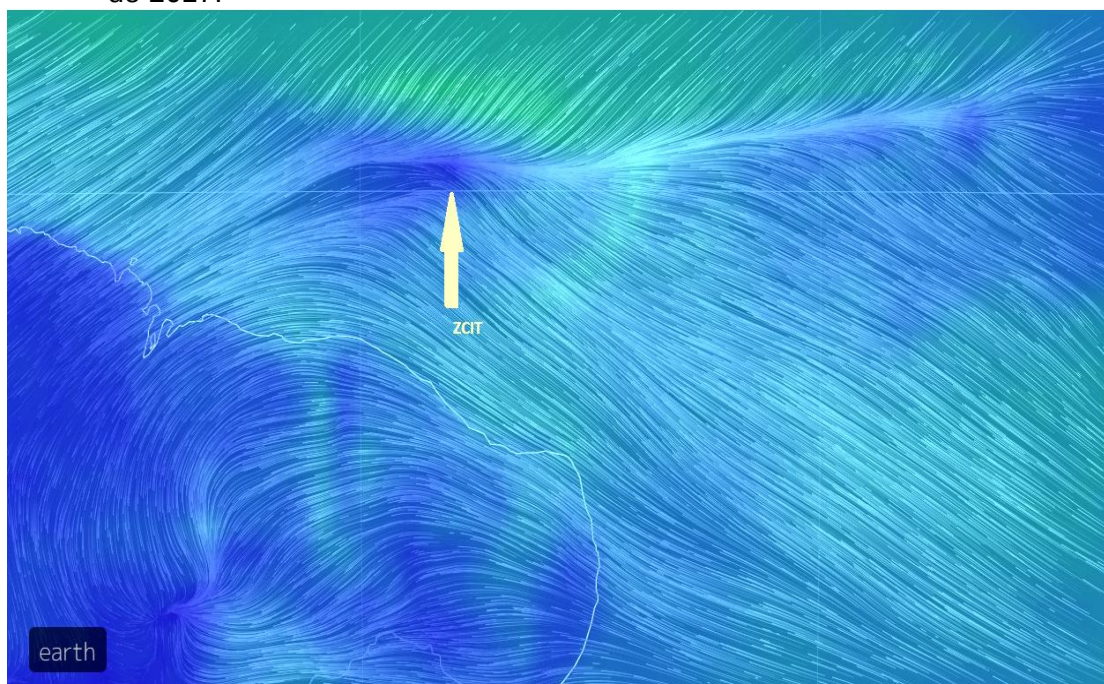


Disponível em: < <http://satelite.cptec.inpe.br/home/index.jsp>>. Acesso em 05 de fevereiro 2017

As largas calhas fluviais de diversos rios nordestinos, dispostas com as direções N-S ou SO-NE facilitam, sobremaneira, a migração da ZCIT, se bem que, pela própria essência desse sistema atmosférico (sistema de caráter convectivo), os avanços dele conseguem transpor eficazmente os obstáculos impostos pelo relevo. Em caso da presença de relevos mais enérgicos nos caminhos da ZCIT, a instabilidade do ar, inclusive, acentua-se, colaborando para a ocorrência de aguaceiros convectivos ainda mais intensos.

Observam-se, na Figura 72, os fluxos de ar dos alísios dos dois hemisférios terrestres. A visualização da área depressionária é bem nítida, bem como a luta de contrários entre os dois fluxos antagônicos de ar. Nessa área, a mudança qualitativa ocorre no momento em que os fluxos de ar, outrora advectivos, assumem um conteúdo convectivo marcante. Nuvens de grande desenvolvimento vertical (Cb) surgem na área de baixas pressões e os intensos aguaceiros se fazem inevitáveis. O sistema migra eficazmente ou não para o sul determinando as chuvas de verão-outono no Sertão, Agreste e Zona da Mata de Pernambuco ou indiretamente a seca.

Figura 72 - Os fluxos dos alísios e a Zona de Convergência Intertropical. Data: 5 de fevereiro de 2017.

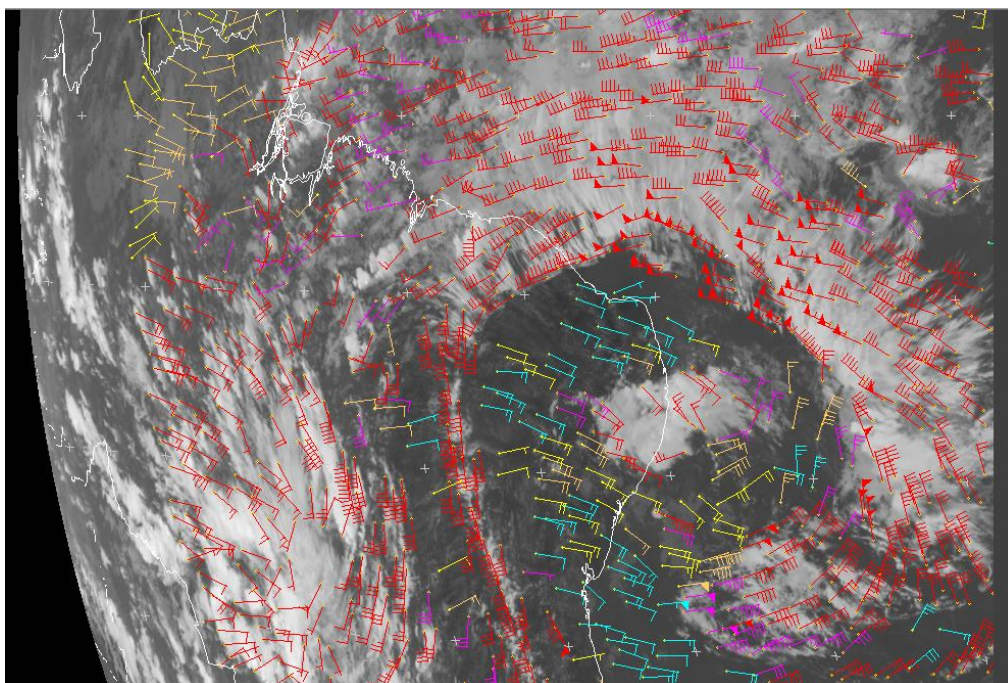


Fonte: Disponível em: <https://earth.nullschool.net>. Acesso em 5 de fevereiro 2017.

A conexão dialética entre a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), fenômenos geográficos afastados (La Niña, El Niño, ATSM+ e ATSM- no oceano Atlântico) e inclusive solares podem interferir, sobremaneira, nos movimentos migratórios meridionais desse sistema atmosférico, com repercussões no regime de chuvas citado.

Os Vórtices Ciclônicos do Atmosfera Superior (VCAS) (Figura 73) são vórtices tropicais, originados sobre o Atlântico e que penetram sobre o Nordeste do Brasil, principalmente no verão e outono do hemisfério sul (KOUSKY e GAN, 1981). Aragão (2004) lembra que a atuação desses vórtices se verifica de forma muito irregular, já que esses sistemas, em função do seu posicionamento, podem acarretar tanto chuvas intensas como estiagens em qualquer área do Nordeste.

Figura 73 - Vórtice Ciclônico de Ar Superior (VCAS).



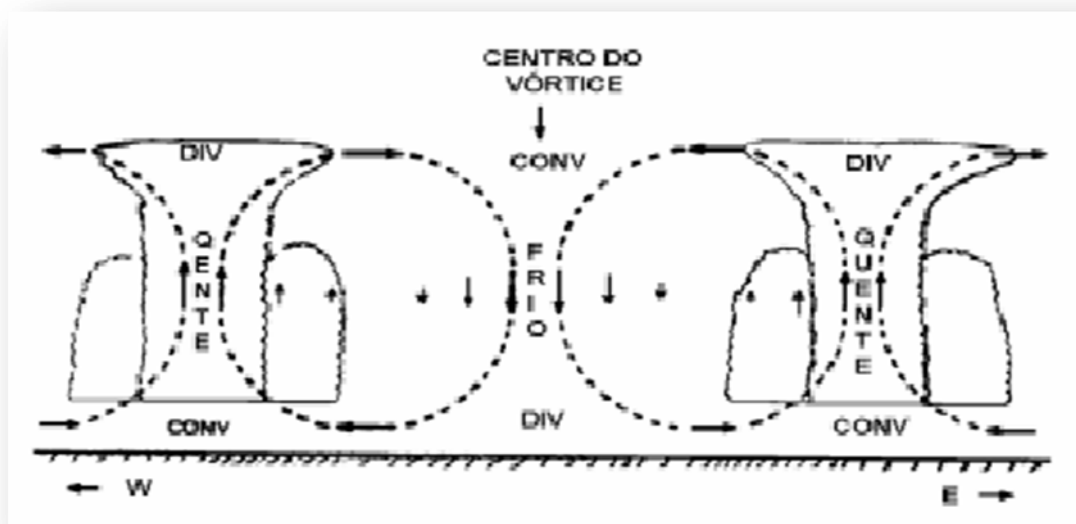
Fonte: <www.eumetsat.int/website/home/Images/RealTimeImages> Acesso em: 27 de janeiro de 2016. EUMETSAT.

O VCAS gira no sentido horário e apresenta uma particularidade que se reflete na precipitação ou na definição de ar estável. Ele apresenta a periferia com ar convergente e ascendente, com a formação de intensa nebulosidade e um centro com ar inicialmente convergente e depois divergente, subsidente e estável (Figura 73). Possuem movimento bastante irregular, deslocando-se tanto para para leste

como para oeste, mas podem também permanecer quase estacionários (CONDE E DIAS, 2000).

No dia 27 de janeiro de 2016, um vórtice ciclônico desse tipo se instalou sobre o Atlântico, o centro do território baiano, o Piauí e o Ceará, provocando um forte aguaceiro. Contudo, contrariando a “norma”, segundo a qual o centro desse sistema é de ar estável e seco, formou-se sobre a Zona da Mata e a parte leste do Agreste de Pernambuco uma célula de baixa pressão com forte nebulosidade, que ocasionou fortes ventos e aguaceiros convectivos. O esquema está bem visualizado na Figura 74. Esse fenômeno meteorológico foi causado por mudanças quantitativas nas temperaturas da superfície marinha que resultaram em mudanças qualitativas do centro do VCAS.

Figura 74 - Seção vertical transversal através do sistema de vórtice ciclônico



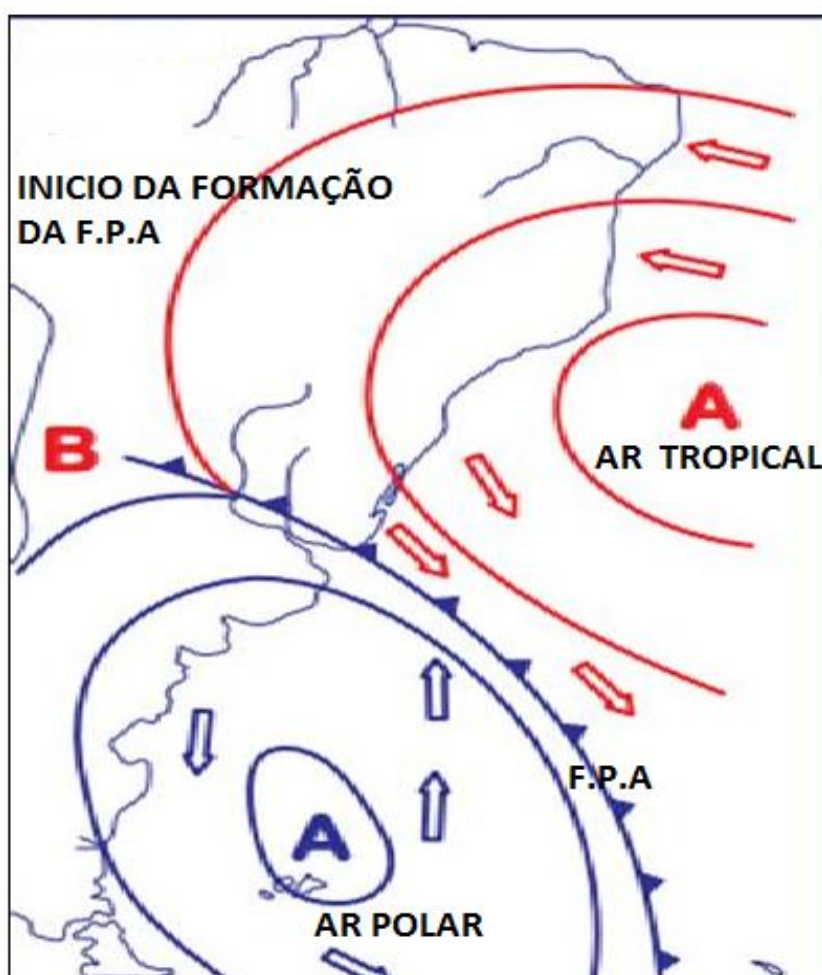
Fonte: Conde e Dias (2000).

Um sistema de natureza extratropical (Figura 75) age também sobre a porção centro-oriental de Pernambuco. Trata-se de uma frente fria, designada como Frente Polar Atlântica (FPA). As ações desse sistema são mais enfáticas na Zona da Mata, sobretudo a Mata Sul, no entanto, remontando os vales dos rios Una, Serinhaém, Rio Formoso, Ipojuca e Pirapama, as incursões da superfície de discontinuidade atingem a RD Agreste Central, acarretando chuvas frontais de outono-inverno e definindo o regime s' do subtipo climático BShs'. Andrade e Lins (1984) analisaram detidamente as chuvas de outono-inverno na Mata Sul pernambucana e as

associaram às descargas de ar frio extratropicais que atingem Pernambuco, em especial no inverno.

As chuvas regionais de outono-inverno resultam, com efeito, de “descargas” da Frente Polar Atlântica nos alísios de SE-E que predominam durante todo o ano na faixa costeira oriental nordestina. Essas descargas são gotas de ar frio que se destacam da longínqua FPA e avançam com particular energia no outono-inverno pela costa do Brasil, frequentemente alcançando o Nordeste (ANDRADE e LINS, 1984, p.30).

Figura 75 - Esquema representativo da formação da Frente Polar Atlântica (FPA)



Fonte: www.oceanica.ufrr.br/deno/prod_academic/relatorios/2015/Peixoto/relat1/Doc5.htm

O avanço da Frente Polar Atlântica sobre a Zona da Mata pernambucana é denunciado por uma interessante evolução dos tipos de nuvens. De início, formam-se estratos que, em seguida, espessam-se num sistema de nimbus-estratos. A penetração do sistema frontal, como se fosse uma cunha de ar frio ou refrescado, sob ar dos alísios, proporciona uma instabilidade atmosférica condicional, gerando-

se, a partir daí, nuvens cumulos-nimbus, que provocam, às vezes, fortes aguaceiros frontais, com repercussões intensas sobre as bacias hidrográficas da RD Mata Sul, particularmente. A penetração referida acarreta, ainda, a ascensão, ao longo da costa pernambucana, da Camada de Inversão dos Alísios, anteriormente examinada neste trabalho.

9.7 A TIPOLOGIA CLIMÁTICA

Após essa breve descrição dos elementos climáticos mais destacados na porção centro-oriental de Pernambuco, pode-se passar para a identificação e caracterização dos tipos climáticos compartimentados na área. Para isso, faz-se necessária a adoção de classificações que permitam realizar as conexões dialéticas entre variáveis climáticas. Toda classificação climática objetiva delimitar espaços que apresentam características climáticas e fitogeográficas que se mostram relativamente homogêneas, sendo útil, por conseguinte, para identificar as potencialidades ecológicas e agrícolas.

Usando as categorias do Materialismo Dialético “Possibilidade e Realidade”, pode-se dizer que a classificação de Thornthwaite mostra as possibilidades de uso do solo para a agricultura, a partir da utilização de índices diversos, possibilidades estas que poderão se transformar em realidade, daí a importância que adquire para um planejamento agroecológico do espaço geográfico.

Escolheram-se duas classificações para que esse objetivo pudesse se concretizar: a classificação de W. Koppen e a de Thornthwaite. A primeira considera para a identificação de tipos e subtipos climáticos as relações entre temperatura, regime de chuvas e cobertura vegetal, muito empregada em Geografia. A classificação de Thornthwaite é mais direcionada à Agronomia.

De acordo com a classificação de Koppen, adaptada ao Brasil por Andrade (1964), a área estudada apresenta dois tipos climáticos pertencentes às zonas climáticas A (dos climas megatérmicos e úmidos) e B (secos). Esses tipos são: **As'** (clima megatérmico e úmido com chuvas de outono-inverno) e **BShs'** (clima seco de estepes, de baixas latitudes, com chuvas de outono-inverno (Jatobá, 2014). O clima As' domina nas RDs Metropolitana, Mata Norte e Mata Sul. O clima BShs' está espacialmente delimitado pela isoietas de 800mm/ano e predomina na RD Agreste

Central. Há uma relação dialética entre as formações vegetais e esses tipos climáticos referidos, difundida no aforisma: “A vegetação é o espelho do clima”.

A classificação de Thornthwaite e Mather (1955) considera as espécies vegetais como um meio para transportar água de subsuperfície para a atmosfera. Faz, ainda, uma conexão dialética, sem afirmá-la como tal, entre as necessidades de água das plantas ao balanço hídrico, de acordo com o clima. Utiliza os diversos dados que constam do balanço hídrico e, em seguida, determina o Índice Hídrico, ou seja, a relação potencial entre o excesso de água e a evapotranspiração potencial; depois identifica o índice de aridez, que é a relação entre a deficiência hídrica e a evapotranspiração potencial, e por último o Índice de Umidade (IM). De posse desses dados, torna-se possível identificar o tipo climático de uma área.

Na área investigada, tomando-se por base o mapa climático do Estado de Pernambuco (LACERDA, FERREIRA E SOUZA, 2009), conforme a Figura 76, foram identificados os seguintes tipos climáticos, segundo a classificação de THORNTHWAITE E MATHER (1955):

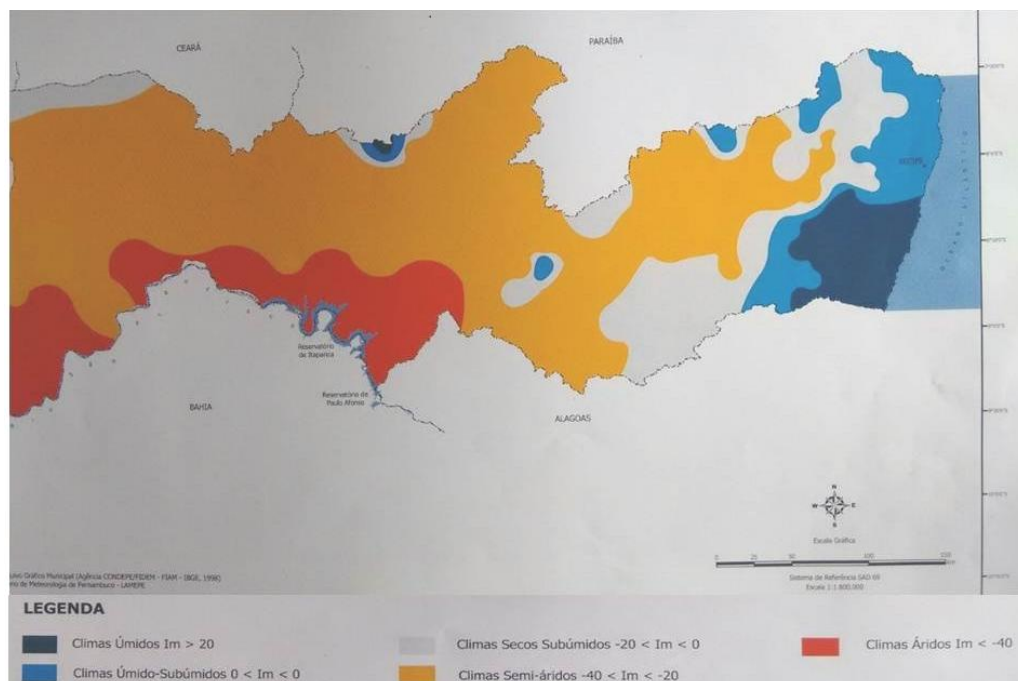
Climas Úmidos : $IM < 20$: Predominam na RD Mata Sul.

Climas Úmido-Subúmidos: $0 < IM < 20$: Dominam nas RDs Metropolitana e Mata Norte

Climas Secos Subúmidos: $-20 < IM < 0$: Encontrados amplamente nas RDs Mata Norte e Agreste Central

Climas Semiáridos: $-40 < IM < -20$: Predominam na RD Agreste Central.

Figura 76 - Tipos climáticos de Pernambuco, segundo a classificação de Thornthwaite e Mather



Fonte: Adaptado de LACERDA, FERREIRA E SOUZA (2009). Na adaptação, por razões técnicas de reprodução, foram omitidas as longitudes.

A análise dialético-materialista da distribuição espacial e temporal das chuvas e dos tipos climáticos na área investigada permitiu algumas constatações importantes, mencionadas a seguir:

- os fenômenos climáticos estão em constante movimento e mudança. A natureza encontra-se em permanente transformação. As águas superficiais de um oceano podem mudar quantitativamente o seu quadro térmico e modificar qualitativamente os fenômenos atmosféricos que estão na interface ar-oceano.

- O oceano e a atmosfera estão em constante relação dialética. Os fluxos convergentes dos alísios austrais e boreais, para os doldrums equatoriais, são profundamente influenciados pelas ATSM. Quando, no Atlântico sul, na faixa das baixas latitudes, se instalam ATSM + e nas latitudes similares do Atlântico norte, ATSM-, a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) é empurrada mais eficazmente para o sul, provocando chuvas mais intensas no semiárido nordestino e inclusive na fachada oriental do Nordeste, entre Alagoas e Rio Grande do Norte.

- O movimento da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) é o resultado da luta de contrários entre os fluxos dos alísios austrais e boreais.

- A Frente Polar Atlântica (FPA) resulta de uma luta de contrários entre o ar Polar Atlântico e o ar Tropical Atlântico. A tendência do ar frio, quando adquire mais energia, é empurrar uma superfície de descontinuidade (frente fria) para áreas de latitudes mais baixas. Essa superfície pode atingir a Zona da Mata pernambucana e até, bastante modificada, penetrar o vale do São Francisco e atingir a região de Petrolina, excepcionalmente, no mês de julho. Os sistemas de nuvens que acompanham o desenrolar evolutivo da superfície de descontinuidade denunciam mudanças quantitativas e mudanças qualitativas no ar tropical, a partir do embate entre o ar polar e o ar tropical

- As mudanças quantitativas da temperatura na superfície do oceano Atlântico tropical implicam em mudanças qualitativas na estação chuvosa no Estado de Pernambuco, em especial no espaço ocupado pelo clima semiárido (Agreste Central).

- As transformações quantitativas verificadas sobretudo nos valores da umidade relativa do ar, precipitação e evapotranspiração provocam mudanças qualitativas nos tipos climáticos definindo, muitas vezes, áreas de climas singulares.

É impossível a análise climática de uma ampla área sem a apreciação dialética da totalidade. Fenômenos geográficos, mesmo que ocorram bem afastados de Pernambuco, podem interferir sobremaneira no andamento da pluviosidade na porção centro-oriental do Estado. É correto, portanto, referir-se a uma Dialética da Totalidade climática.

10 OS GEOSSISTEMAS DA ÁREA INVESTIGADA

Neste item da tese examinam-se, resumidamente, alguns aspectos essenciais da Geoecologia da Paisagem, um dos ramos da Geografia Física que vem sendo amplamente empregado no Brasil, sobretudo como subsídios ao Planejamento Ambiental, e realiza-se a compartimentação de paisagens em unidades denominadas Geossistemas. Propõe-se uma classificação de Geossistemas assim designados: Geossistema dos Tabuleiros Costeiros, Geossistema do Cristalino Setentrional, Geossistemas do Cristalino Meridional e Geossistema da Depressão Sertaneja.

Para atingir esses propósitos, foram empregados os princípios gerais metodológicos sugeridos por RODRIGUEZ, SILVA E CAVALCANTI (2007) e RODRIGUEZ E SILVA (2013) para a análise geossistêmica. Trata-se de uma metodologia desenvolvida com base no Materialismo Dialético, enquanto Filosofia, e que utiliza o Método Dialético-materialista para a interpretação das paisagens.

10.1 OS FUNDAMENTOS DA ANÁLISE GEOECOLÓGICA DA PAISAGEM

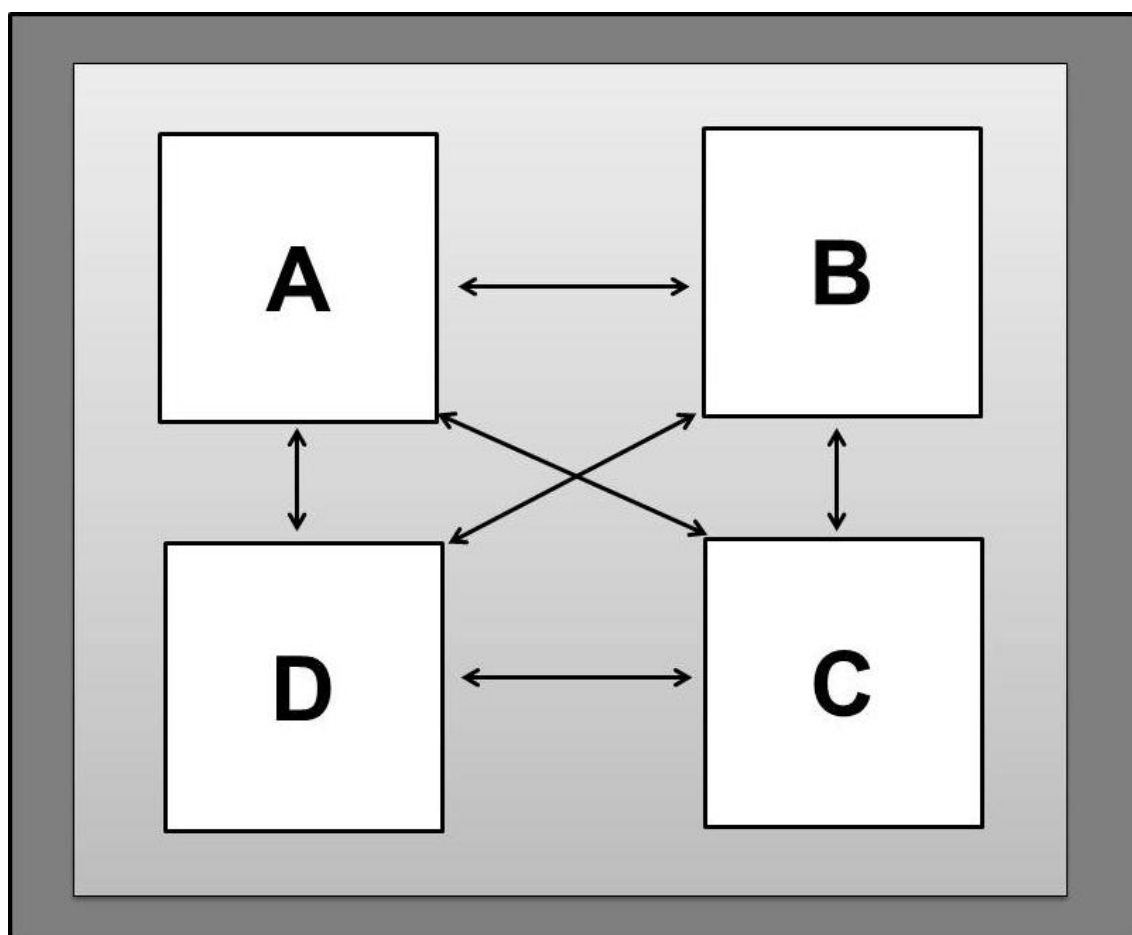
A Geoecologia da Paisagem é um ramo da Geografia Física que vem avançando bastante nos meios acadêmicos brasileiros, notadamente nas ciências geográficas e ambientais. Corresponde a um sistema de métodos, procedimentos e técnicas de investigação com o objetivo de obter conhecimentos científicos sobre o meio natural, com os quais pode-se estabelecer um diagnóstico operacional, segundo defendem RODRIGUEZ, SILVA E CAVALCANTI (2007). É uma abordagem que se notabiliza principalmente pelo enfoque multidisciplinar e sistêmico, bem como por utilizar um método de síntese de diversos ramos do conhecimento.

Na análise geoecológica das paisagens, o geossistema recebe uma especial atenção, haja vista que ele possui uma estrutura complexa de abrangência espacial mais ampla do que o ecossistema (SOUZA, 1985). Os estudos dos geossistemas de paisagens geográficas foram pioneiramente realizados na antiga União Soviética, especialmente com os trabalhos de SOCHAVA (1971; 1977).

Um Geossistema é um conjunto de elementos da paisagem que se encontram dialeticamente inter-relacionados e que constituem uma unidade em integração

plena. Na Figura 77 observam-se, esquematicamente representadas, as relações dialéticas entre elementos naturais de um geossistema correspondente a uma paisagem qualquer.

Figura 77 - Representação esquemática das conexões dialéticas entre os diversos componentes naturais de um geossistema. A, B, C, D - elementos naturais da paisagem. As setas indicam as inter-relações. O elemento A relaciona-se com B, que estabelece conexão com C e D, que se conecta com A. C interage com A e este com C, e assim sucessivamente.



Fonte: Elaborado por Lucivânio Jatobá (2016)

Cruz (1985) defende que o Geossistema tem como base o sistema natural estudado dentro das disciplinas da Geografia Física e não se confunde com o sistema econômico. O Geossistema é um sistema dinâmico, aberto, flexível e hierarquicamente organizado (SOCHAVA, 1977).

Os estudos de Geografia Física, mais uma vez enfatiza Sochava, visam os elementos que compõem a natureza, não só por si mesmos, mas também por suas conexões; é a partir dessa integração que os geossistemas são formados. (...) A unidade espacial mínima para o

geossistema é o espaço terrestre , no qual a rotação de substâncias ocorre. A unidade elementar é considerada como parte hierárquica de outra rotação de maior raio de atividade, num volume crescente de metabolismo (CRUZ, 1985, p. 57).

Alexandrova e Preobrajenski (1982), apud Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2007), identificam cinco tipos ou categorias de Geossistemas: Geossistemas Naturais, Geossistemas Técnico-naturais, Geossistemas Integrados, Geossistemas Ramais e Geossistemas Antropoecológicos.

Dessas categorias, optou-se pela identificação e caracterização, no presente trabalho, dos Geossistemas Naturais que existem na área investigada. Esses geossistemas são, segundo definição apresentada por RODRIGUEZ, SILVA E CAVALCANTI (2009, p. 47-48), aqueles que são a parte da superfície terrestre na qual os componentes individuais da natureza encontram-se em estreita relação uns com os outros, e que como um todo interatua com as partes vizinhas da esfera cósmica e com a sociedade humana.

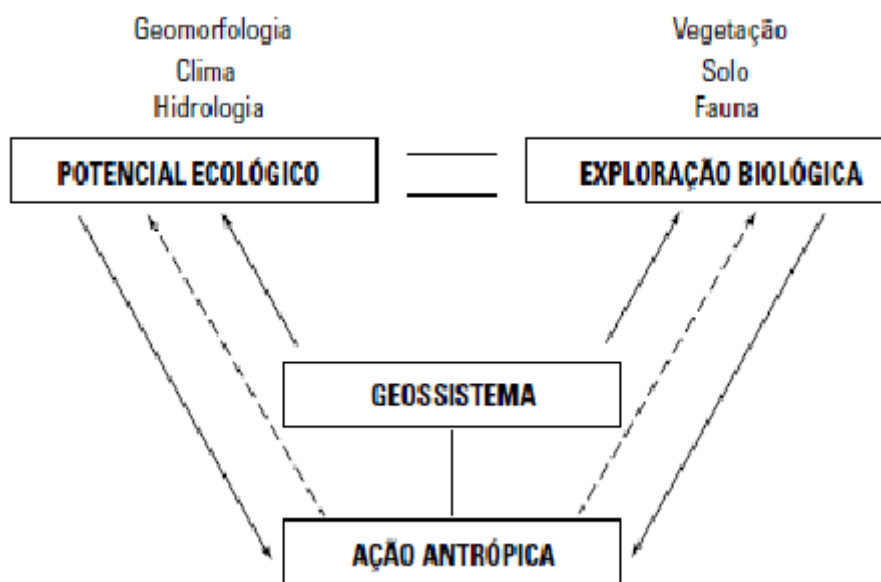
O funcionamento de um geossistema natural consiste da entrada de energia e matéria sobre os componentes das paisagens (litomassa, relevo, solos etc) e da saída dos produtos, que são originados pelo próprio sistema, como, por exemplo, a biomassa, o húmus, etc. e da evacuação dos produtos resultantes do metabolismo do sistema, a exemplo dos resíduos e do escoamento das águas. Esse funcionamento, pelo que se pode deduzir, representa uma totalidade dialética, nas quais as categorias filosóficas do Materialismo Dialético podem ser empregadas com êxito para a interpretação da estruturação e da dinâmica das paisagens. E foi exatamente isso que se fez nos pontos anteriores da tese.

Uma das principais características de um Geossistema é a complexidade, ou seja, a união entre unidade e multiplicidade, que é uma propriedade inerente à existência, estruturação e funcionamento do Geossistema. Essa complexidade, vista a partir do prisma materialista dialético, se configura quando diferentes elementos da paisagem formam o todo e definem uma unidade, na qual interagem as partes com o todo, o todo com as partes e estas entre si. A complexidade referida propicia, no entanto, a definição de mecanismos naturais que garantem, por outro lado, mecanismos homeostáticos no Geossistema, uma espécie de autorregulação. O Geossistema, portanto, é um sistema que possui uma totalidade complexa.

A análise geocológica de paisagem, quando se volta para a questão do Geossistema, enfatiza, também, o enfoque histórico como, por exemplo, o histórico do povoamento. Contudo, são necessários, de início, estudos da História Natural da paisagem, que precede em muitos milhares ou milhões de anos o aparecimento das sociedades humanas, e investigações sobre os problemas resultantes das modificações e transformações decorrentes das ações antrópicas nas paisagens, por ocasião da produção do espaço geográfico.

Bertrand (1971) ampliou a concepção de Geossistema, anteriormente apresentada por SOCHAVA (1971), e incluiu as ações antrópicas na paisagem como algo que merece uma análise nos estudos geossistêmicos. A síntese dessa concepção encontra-se sintetizada na Figura 78.

Figura 78 - Esquema representativo do estudo do Geossistema, segundo Bertrand.



Fonte: Bertrand (1971)

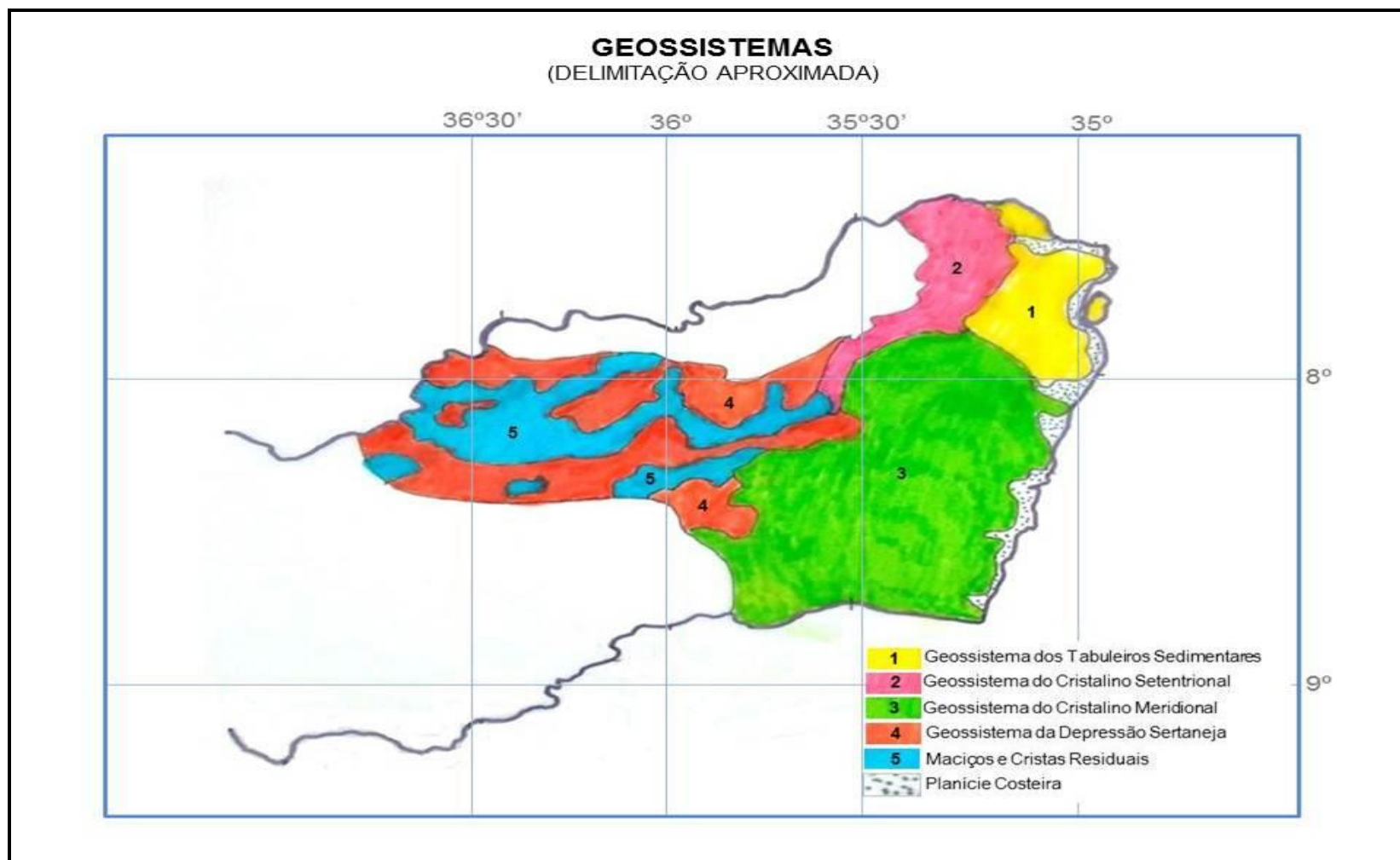
10.2 OS GEOSSISTEMAS

Nas Regiões de Desenvolvimento (RD) consideradas como área de investigação do trabalho em pauta, levando-se em consideração, sobretudo, a compartimentação geomorfológica, foram identificados e delimitados os seguintes Geossistemas: Geossistema dos Tabuleiros Costeiros, Geossistema do Cristalino

Setentrional, Geossistema do Cristalino Meridional, Geossistema da Depressão Sertaneja. São grandes unidades de paisagens, com suas singularidades, umas vezes morfológicas, outras vezes climáticas e geológicas.

Para as RDs Metropolitana, Mata Norte e Mata Sul, as influências climáticas, geológicas e geomorfológicas permitiram a individualização de pelo menos três grandes Geossistemas na área do Domínio Morfoclimático dos “mar de morros”, em Pernambuco. Permaneceram mantidas as denominações pioneiramente empregadas por LINS E ANDRADE (1964), ou seja, Tabuleiros Sedimentares, Cristalino Setentrional e Cristalino Meridional, designações propostas pelos autores referidos para uma compartimentação da Zona da Mata pernambucana. O Geossistema da RD Agreste Central recebeu a denominações que se relaciona com a compartimentação Geomorfológica: Geossistema da Depressão Sertaneja (Figura 79), uma unidade de paisagem regional do Nordeste brasileiro.

Figura 79 – Os Geossistemas da área investigada



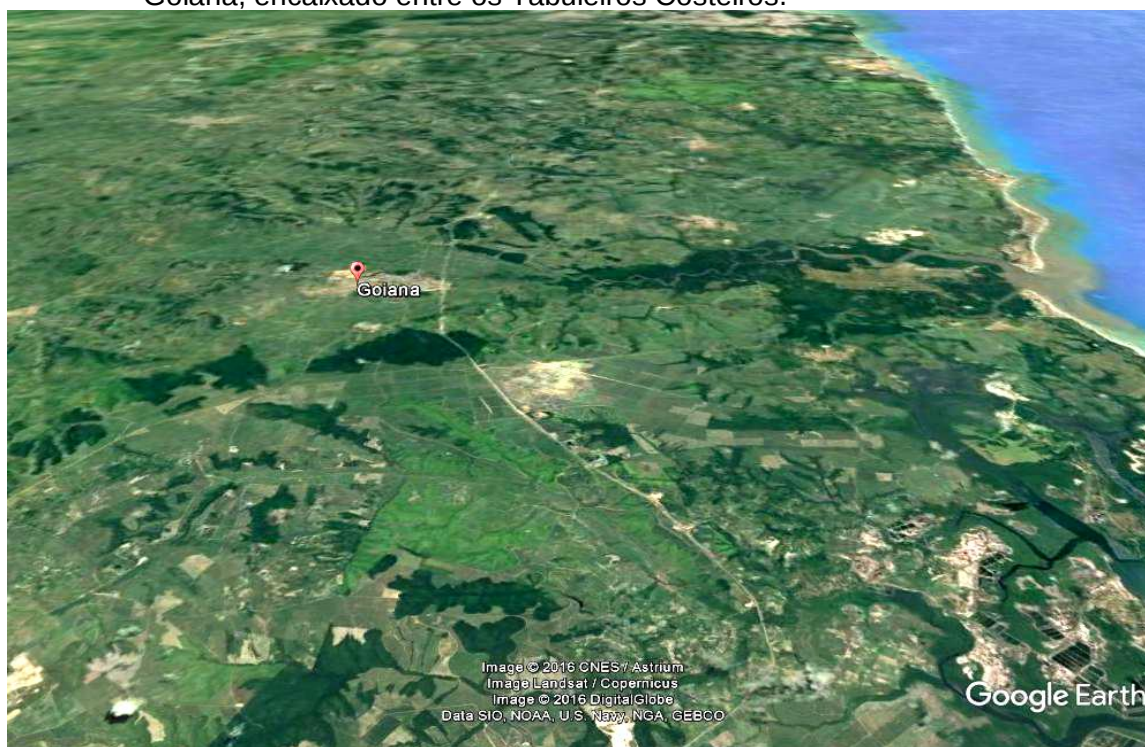
Elaborado por Lucivânio Jatobá, 2017 (foi omitida a escala).

10.2.1 Geossistema dos Tabuleiros Sedimentares

O primeiro desses geossistemas é o dos Tabuleiros Sedimentares, que abrange municípios de Goiana, Igarassu, Itamaracá, Paulista, Abreu e Lima, Olinda e Recife.

O Geossistema dos Tabuleiros Sedimentares exhibe os terrenos sedimentares, sobretudo do Grupo Barreiras (Plio-Pleistoceno), dissecados pela drenagem de atitude consequente que se desloca para o Atlântico. Despontam, muitas vezes, retalhos íntegros do grupo sedimentar referido, de topo plano (tabuleiros costeiros), especialmente nas áreas onde predominam os terrenos arenoso-argilosos. Nas porções em que dominam terrenos argilo-arenosos, surgem feições de relevo mais irregulares, com discreta mamelonização, como se verifica na RD Metropolitana. Em decorrência de ações tectônicas pretéritas, são vistos vales terminais de alguns rios, amplos e de fundo chato, como ocorre na bacia do Goiana (Figura 80). Os rios Botafogo e o Paratibe, no médio curso, encontram-se encaixados entre tabuleiros. Nesses vales instalaram-se várzeas quaternárias, bastante utilizadas, desde o período colonial, para o cultivo da cana-de-açúcar.

Figura 80 - Geossistema dos Tabuleiros Sedimentares. Observa-se o baixo curso do rio Goiana, encaixado entre os Tabuleiros Costeiros.



Fonte: Imagem do Google Earth. Acesso em: <20 de janeiro de 2017>.

Nos vales mais ou menos amplos, situados nos tabuleiros, alguns solos são aluviais e, às vezes, de natureza coluvial, vistos como produtos oriundos da desagregação de arenitos plio-pleistocênicos, das encostas da topografia tabular. Os sedimentos nos quais os solos se formaram e os fluxos d'água que mobilizaram sedimentos representam a fase de saída (evacuação) dos detritos dentro do Geossistema e de áreas vizinhas. São os Gleissolos, originados a partir da redução e remoção do ferro (SANTOS et al., 2013). Apresentam fertilidade média a alta e hidromorfismo sazonal e até permanente. São solos mal drenados.

No baixo curso do rio Goiana, são encontradas expressivas manchas de Gleissolos (ARAÚJO FILHO et al., 2000). Práticas agrícolas nesses solos são restritas, porém o uso de culturas como arroz poderia ocorrer quando essas áreas mostram umidade adequada para essa cultura. Outras espécies podem ser utilizadas na área e até apresentar bons resultados, porém o excesso de umidade põe em risco o sucesso do investimento em médio e longo prazo, principalmente se não forem tomadas medidas para efetivação de um sistema de drenagem eficiente.

Os solos dos tabuleiros, na porção em que o Grupo Barreiras se instalou, são dominados por sedimentos arenoargilosos, despontando solos do tipo Latossolos e Neossolos Quartzarênicos. Os Latossolos são muito frequentes no Estado de Pernambuco e ocorrem bastante intemperizados, normalmente profundos e com predominância de óxidos de ferro, alumínio, silício e titânio, argilas de baixa atividade, muito ácidos e com baixa saturação por bases (SANTOS et. al, 2013 e JATOBÁ, 2014).

Os Latossolos diferenciam-se dos Argissolos por não possuírem o horizonte B textural e sim o B latossólico. Comumente, possuem limitações relacionadas à fertilidade química, necessitando de cuidados mínimos, no que tange à correção com calcário ou adição de matéria orgânica para revelar bom potencial agrícola (SILVA, 2014).

Os Neossolos têm certa potencialidade para culturas nas quais a parte comercial são as raízes, tais como a batata doce, macaxeira e inhame, apresentando baixíssima retenção hídrica. Nos sedimentos com predomínio de argilas sobre as areias, surgem os Argissolos. Os Argissolos são solos intemperizados, apresentando normalmente baixa fertilidade, elevada acidez e com teores altos de alumínio, principalmente se forem distróficos (SANTOS et al., 2013, SILVA, 2014). Possuem ainda susceptibilidade a processos erosivos quando

situados em encostas ou áreas mais acidentadas e se a relação textural presente for alta.

Os Argissolos, localizados em áreas de relevo suave ondulado, permitem uma infinidade de combinações entre espécies de plantas, por favorecer o crescimento das raízes mais profundas das (solos mais desenvolvidos) e, caso sejam de fertilidade média, ainda permitem culturas mais exigentes, como fruteiras, oleráceas, ou tuberosas, como as citadas acima (SANTOS et al., 2013, SILVA, 2014). Essas e outras culturas podem ser praticadas no tipo de solo citado, mas é importante salientar que manejo com base em práticas conservacionistas proporcionará maior tempo de uso do solo, considerado um bem natural de valor inestimável.

Assim, o uso do plantio em curvas de nível, cordões de contorno para as principais culturas e o plantio em faixas são algumas das medidas eficazes para o adiamento do início do processo erosivo, e necessárias principalmente nas encostas dos tabuleiros.

O consórcio com espécies de porte baixo e com maior cobertura de solo tem papel fundamental, principalmente no caso de culturas como mandioca, pois apesar de ser uma espécie bastante tolerante a solos de baixa fertilidade proporciona cobertura ínfima com seu dossel, deixando o solo descoberto, o que pode desencadear processos erosivos. São também encontradas áreas com plantios de cana-de-açúcar nesse geossistema que em determinados pontos específicos podem ser permeados por riachos, garantindo certa oferta de água que pode ser aproveitada com manejo adequado ao longo do ano (RESENDE, 2007).

Por outro lado, a presença do cultivo da cana-de-açúcar, junto à capacidade de drenagem do solo, pode desencadear processos de eutrofização nos riachos citados, caso forem lançados os resíduos líquidos das usinas sucroalcooleiras, presentes nos plantios de cana de açúcar (SOUZA et al., 2013), conhecidos popularmente como vinhoto ou vinhaça (RAMOS E CECHINEL, 2009). Esse líquido, apesar de ter sua importância no uso agrícola por elevar os teores de nutrientes no solo pode, com a continuidade dos lançamentos, alcançar os lençóis freáticos e enriquecê-los em excesso, causando posterior eutrofização dos riachos e aguadas.

O relevo suave ondulado nesse tipo de solo garante ainda uma drenagem adequada ao desenvolvimento dessas culturas (JATOBÁ et al., 2014), o que torna-se uma vantagem quando comparado com outros solos mal drenados.

Quanto ao regime de chuvas, o Geossistema dos Tabuleiros Sedimentares apresenta chuvas de outono-inverno (s', segundo Koppen), em face de ondas de leste e também incursões da Frente Polar Atlântica e da Zona de Convergência Intertropical. Esse regime de chuvas e as águas que são armazenadas nos terrenos do Grupo Barreiras agem como causa do regime fluvial dos rios que dissecam os tabuleiros, a exemplo do Goiana, Capibaribe-Mirim, Botafogo, Igarassu e Paratibe.

O Geossistema em tela vem sofrendo, desde a época colonial remota, fortes agressões ambientais. Quando os colonizadores portugueses se instalaram nessa faixa do Nordeste, o topo dos tabuleiros, as vertentes que dele partem em direção ao fundo dos vales eram revestidos por uma densa floresta latifoliada subperenifólia. Em algumas áreas bem restritas, nas imediações da área onde se situa o município do Goiana, mas no topo do tabuleiro, em solos de areias quartzosas brancas, existia uma formação vegetal edafo-climática, do tipo “cerrado”.

O contrabando do pau-brasil, produto do extrativismo, era adquirido pelos franceses, inicialmente, e, depois a necessidade de lenha para a fôrnalha e madeira para a construção de casas representaram as primeiras agressões mais significativas contra a formação vegetal que foi produzida pelo próprio geossistema. Posteriormente, com a introdução da cana-de-açúcar, como produto de exportação, a destruição da floresta, de início nos vales, foi avançando cada vez mais. A maior demanda de cana-de-açúcar fez com que as encostas dos morros fossem invadidas, com diminuição crescente da área florestada (ANDRADE-LIMA, 1970).

O processo de ocupação da área ocupada pelo Geossistema dos Tabuleiros Sedimentares foi atribuído por Andrade (1979) ao desenvolvimento do capitalismo comercial.

Atribui-se ao desenvolvimento do capitalismo comercial o descobrimento e a organização do território brasileiro, em geral, e do nordestino, em particular. Destarte, aos estudiosos da formação sócio-econômica do Nordeste, parece ter sido a necessidade de prover o mercado europeu com produtos tropicais a grande força propulsora da ocupação do espaço regional. Na realidade, o povoamento do Nordeste fundamentou uma economia primário-exportadora nos condicionantes mesológicos (ANDRADE, 1979, p.13).

10.2.2 Geossistema do Cristalino Setentrional

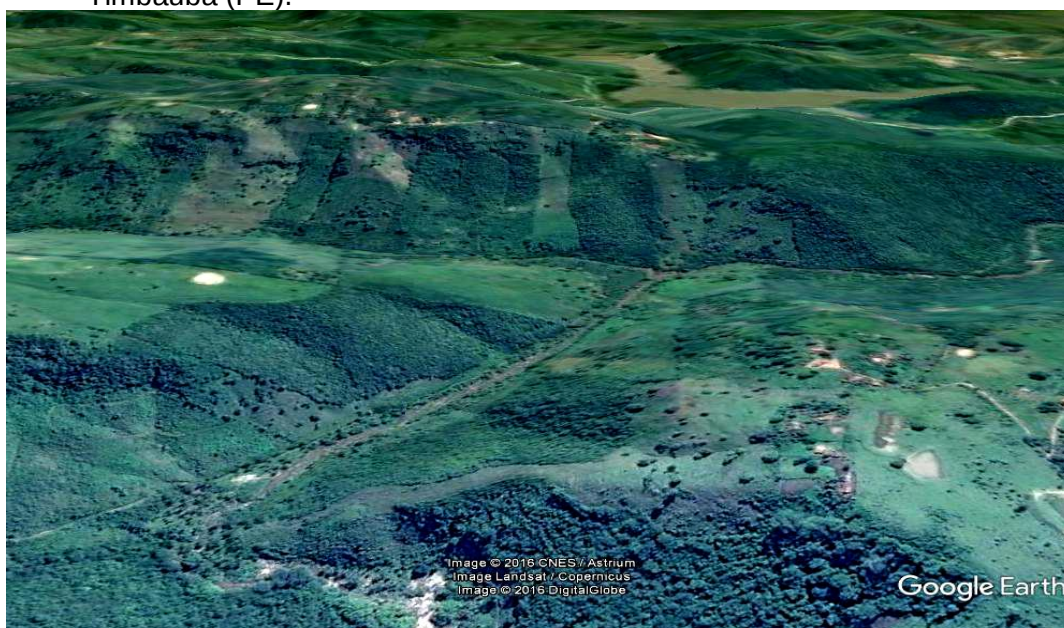
O Geossistema do Cristalino Setentrional ou da Mata Seca engloba municípios como Itambé, Timbaúba, Macaparana, São Vicente Ferrer, Vicência,

Aliança, Nazaré da Mata, Carpina, Paudalho, Lagoa de Itaenga. Desenvolveu-se numa ampla superfície de aplanamento, de tipo pediplano plio-pleistocênico, na qual são ainda mantidos retalhos íntegros deste, representados pelas feições regionalmente designadas como “chãs”.

É provável que a redução de umidade nesse trecho do domínio morfoclimático anteriormente mencionado, tanto no presente e, sobretudo, ao longo do Quaternário, justifique a medíocre mamelonização vista nessa área. As várzeas fluviais nesse geossistema são relativamente estreitas quando comparadas às encontradas no Cristalino Meridional ou mesmo nos tabuleiros Costeiros ou Sedimentares (Figura 81). As correlações dialéticas entre a disposição dos vales fluviais, os fluxos de ar úmido e a redução dos índices anuais de precipitação verificados nesse Geossistema foram anteriormente tratadas nesta tese.

Corresponde aos retalhos de um amplo pediplano plio-pleistocênico conhecido como “chãs” (JATOBÁ, 2008). Os intensos processos de dissecação dos terrenos cristalinos, que na Mata Sul foram enfáticos, apresentam-se incipientes nesse geossistema.

Figura 81 - Retalhos da superfície de erosão no cristalino setentrional, a oeste da cidade de Timbaúba (PE).



Fonte: Google Earth. Acesso em: 21 de fevereiro de 2017.

Praticamente, quase todos os solos da área derivaram das rochas cristalinas pré-cambrianas, particularmente gnaisses e granitos. Nas várzeas estreitas disseminadas entre as chãs, os depósitos são fluviais e também coluviais grossos.

Em alguns topos de chãs são encontrados depósitos pouco espessos do Grupo Barreiras como, por exemplo, em Lagoa dos Gatos e Lagoa de Itaenga (Figura 82). Destacam-se ainda amplas manchas de solos classificados como Argissolos (Itaquitinga, Condado e Itambé) e Luvisolos, denominados antigamente de solos Bruno Não-Cálcico (Timbaúba, Ferreiros e Itambé e Camutanga).

O exame desse trecho do Geossistema do Cristalino Setentrional permite visualizar a questão da complexidade do Geossistema. Os principais aspectos dessa complexidade estão indicados pelos seguintes fatos: as relações dialéticas entre a morfologia das paisagens, os climas atuais e, sobretudo, os paleoclimas; a conexão dialética relevo-litologia; as ações antrópicas (retirada da cobertura florestal das chãs e encostas) e as consequências negativas sobre processos de erosão, que levarão a uma maior evacuação dos produtos do Geossistema, nesse recorte espacial; a tendência a mudanças qualitativas da paisagem, em seus componentes bióticos e abióticos; a unidade dialética Natureza-Sociedade.

Figura 82 - Chãs dissecadas no Geossistema do Cristalino Setentrional. Lagoa de Itaenga-PE



Foto: Ana Lúcia Gomes (2014)

Os solos Luvisolos são imperfeitamente drenados e pouco profundos. Normalmente apresentam clara diferenciação entre os horizontes, mostrando, na maioria das vezes, mudança textural abrupta, confundindo-os, em alguns momentos,

com os Argissolos. Não são solos muito ácidos, podendo apresentar-se ligeiramente alcalinos, com alta saturação de bases, pedregosidade na superfície e caráter sódico ou solódico na parte subsuperficial (SANTOS et al., 2013). Possuem potencialidade para uso agrícola, principalmente por apresentar alta saturação por bases, conferindo-lhe caráter eutrófico. Caso os Luvisolos sejam encontrados em relevos declivosos e rasos podem apresentar dificuldade para mecanização agrícola e ainda risco de erosão. Por outro lado, se estiverem localizado em áreas declivosas, tem-se a facilidade de drenagem do solo local, o que é muito importante para essa cobertura pedológica que possui potencial de salinização. Nessa situação requerem uso de práticas conservacionistas para proteger o solo da erosão e permitir o desenvolvimento de uma agricultura mais racional a médio e longos prazos, como sistemas de drenagem mais efetivos e eficazes (SILVA, 2014).

O trabalho nesses tipos de solos exige muito mais dos profissionais para ajustar o sistema de produção que seja economicamente viável ao sistema ambientalmente sustentável. Nessas condições, é quase que um pré-requisito para desenvolvimento da atividade agrícola a visualização das condições de cultivo menos impactantes e mais ecológicas (SILVA et al., 2009), guardando a aptidão da área em primeira instância e as espécies mais adaptadas. O Luvisolo é um tipo de solo facilmente depreciável caso seja utilizado com fins apenas econômicos, utilizando tecnologia convencional de produção sem observar as demais possibilidades de sistemas de cultivo.

O regime de chuvas é praticamente o mesmo que se instalou no Geossistema dos Tabuleiros Sedimentares, contudo há uma diminuição das precipitações anteriormente examinada neste trabalho. Sem dúvida, trata-se da área de menor pluviosidade da Zona da Mata pernambucana, daí o surgimento da Floresta Subcaducifólia.

A rede de drenagem que atravessa esse Geossistema enquadra-se na categoria de drenagem sub-permanente. A descarga dos rios reduz-se bastante no período de setembro a fevereiro, salvo quando de eventos de chuvas excepcionalmente intensos em dezembro ou janeiro, decorrentes de Vórtices Ciclônicos de Ar Superior (VCAS).

10.2.3 Geossistema do Cristalino Meridional

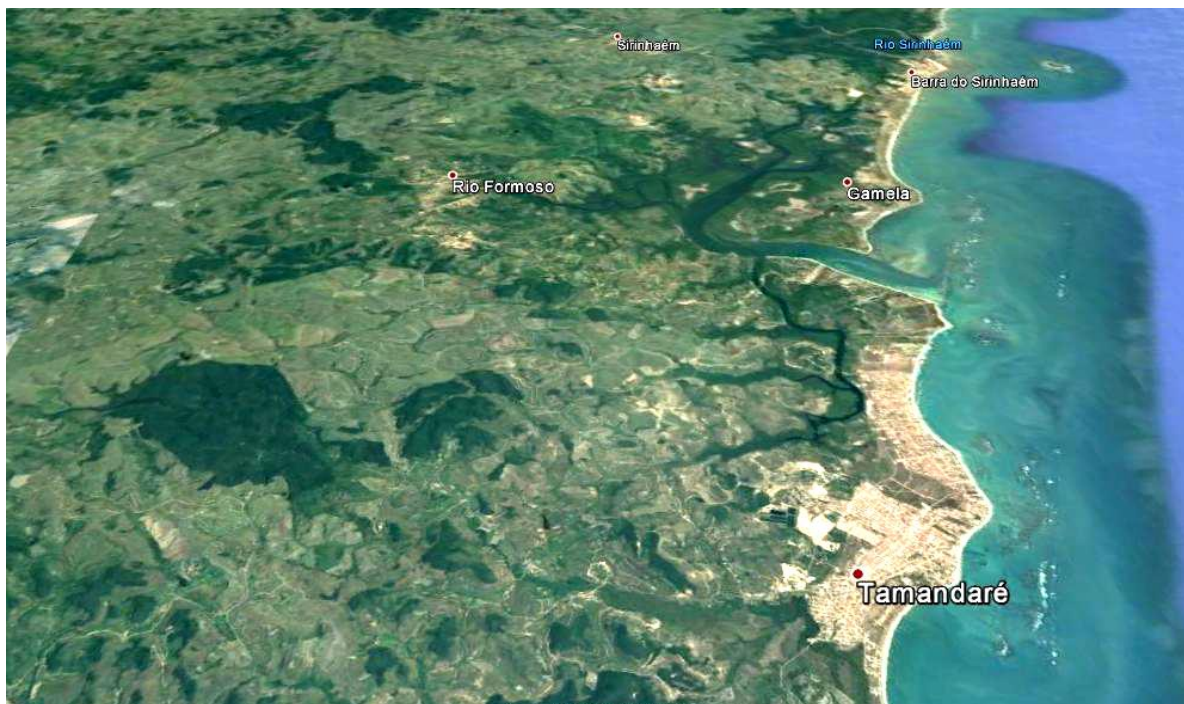
Esse Geossistema tem início nos terrenos cristalinos que surgem ao sul do município do Recife. Nessa área predominam rochas pré-cambrianas (granitos e gnaisses), e ainda rochas efusivas na faixa vulcano-sedimentar sul de Pernambuco (traquitos, dioritos, basaltos) (DANTAS e LIMA FILHO, 2007). É o domínio da Floresta Latifoliada Subperenifólia, já bastante devastada por séculos de uso do solo para o cultivo da cana-de-açúcar. É a faixa do domínio morfoclimático em que se processou a mais intensa mamelonização. É nesse Geossistema em que se observam os maiores índices pluviométricos anuais, aspecto anteriormente tratado neste trabalho.

A biomassa formada pelo Geossistema em tela era representada por uma extensa e densa floresta subperenifólia que revestia do fundo dos vales fluviais ao topo das colinas da área de mamelonização extensiva. No começo do processo de colonização da área, no século XVI, esse geossistema encontrava-se em equilíbrio biotásico, que foi rompido com a instalação da economia canavieira.

A economia canavieira, no Geossistema do Cristalino Meridional, não foi instalada de maneira uniforme, durante a produção do espaço geográfico regional, e sim pela utilização de um elemento da paisagem de fundamental importância, que é o fator edáfico, aliado às condições climáticas ambientais. Essa economia, além de responsável pelas agressões enormes ao meio ambiente, promoveu o desenvolvimento pleno de uma sociedade patriarcal e escravocrata dos senhores de engenho, bem retratada nas obras do sociólogo Gilberto Freyre, especialmente em *Casa Grande e Senzala*. O cultivo da cana-de-açúcar, inicialmente ocupando, apenas as várzeas fluviais, foi aos poucos migrando pelas encostas, deixando um rastro de destruição da floresta referida (Figuras 83, 84 e 85).

A distribuição geográfica dos engenhos, em decorrência da imposição do mercado consumidor externo e pelas dificuldades de transporte, bem como pela permanente resistência dos indígenas concentrou-se na faixa litorânea de Pernambuco (ANDRADE, 2010). Com a consolidação do povoamento do espaço costeiro de Pernambuco e a medida que os indígenas eram empurrados para o interior, os engenhos foram penetrando para Oeste e a destruição das florestas subperenifólia intensificou-se.

Figura 83 - Visualização da extensa área de destruição da Floresta Latifoliada Sub-perenifólia entre Rio Formoso e Tamandaré (PE)



Fonte: Google Earth. Acesso em 20 de janeiro de 2017.

Figura 84 - Detalhe da destruição da Floresta Latifoliada Sub-Perenifólia nas imediações da cidade de Barreiros (PE), Mata Sul.



Fonte: Google Earth. Acesso em: 20 de janeiro de 2017

O Geossistema entrou numa fase que pode ser chamada de “antroporresistásica”, ou seja, uma fase de desequilíbrio ambiental propiciada pelas ações humanas. A biomassa, húmus e solos, que teriam sido produzidos pelo próprio geossistema natural, passaram a ser eficaz e rapidamente degradados e alguns deles evacuados. A autorregulação poderá ser possível (categoria dialética Possibilidade), pois faz parte da própria dinâmica da matéria, contudo não se sabe precisar em quanto tempo isso se tornará real (categoria dialética Realidade). As enchentes ocorridas nas principais bacias do Geossistema e que assumem caráter catastrófico, quando de eventos pluviométricos mais significativos, atestam a “antroporresistasia”.

O surgimento da economia canavieira e o consequente processo de povoamento desse Geossistema associam-se ao aparecimento dos engenhos e plantio da cana-de-açúcar. Andrade (1988) examinou a questão.

O surgimento dos primeiros engenhos e dos plantios de cana-de-açúcar dar-se-ia na quarta década do século XVI, com o início da colonização, de execução de uma política de povoamento feita pelos donatários das capitanias hereditárias. As capitanias foram criadas com o objetivo expresso de povoar a colônia, a fim de impedir que outros povos europeus, franceses, sobretudo, dela se apropriassem (ANDRADE, 1988, p. 61).

Figura 85 - Destruição extensiva cobertura vegetal em Vitória de Santo Antão (PE).



Foto: Alineaurea Florentino Silva (2017)

Os engenhos de açúcar tiveram sucesso e cresceram rapidamente. Andrade (1988) menciona que em 1555 existiam apenas cinco engenhos e no ano de 1584 já eram sessenta e seis; em 1639 somavam cento e quarenta e quatro. Por razões operacionais, localizaram-se, de início, nas proximidades de rios navegáveis.

Os despejos oriundos dos engenhos açucareiros realizados nos rios, como acentuam Andrade e Lins (1984) é um problema bem antigo, pois antes mesmo da invasão holandesa a Pernambuco já se reclamava dessa poluição que, na época, se atribuía como causa de muitas enfermidades que acometiam as pessoas que viviam nas adjacências dos rios poluídos. Na atualidade, vez por outra, o fato se repete, quando o vinhoto atinge as correntes fluviais.

No que se refere ao quadro edáfico do Geossistema, pode-se afirmar que a variedade de solos, na área, é pequena, haja vista que há um predomínio dos Latossolos, acompanhado pelos argissolos e umas manchas de Nitossolos, anteriormente denominados de Terra Roxa, em rochas efusivas mesozóicas da Formação Ipojuca, anteriormente analisada (Figura 71).

Figura 86 - Nitossolo. Município do Cabo de Santo Agostinho (PE)



Foto: Alineaurea Florentino Silva (2014).

Os Latossolos representam mais de 9% do estado de Pernambuco e são bastante intemperizados, normalmente profundos e com predominância de óxidos de ferro, alumínio, silício e titânio, argilas de baixa atividade, muito ácidos e com baixa saturação por bases (SANTOS, 2013 e JATOBÁ, 2014). Apesar de assemelharem-se aos Argissolos, os Latossolos diferenciam-se destes por não possuírem o horizonte B textural e sim o B latossólico. Esses solos comumente possuem limitações relacionadas à fertilidade química, porém respondem muito bem à correção da acidez e adição de fertilizantes mostrando bom potencial para agricultura, principalmente quando apresentam boas condições físicas e as áreas não são submetidas a restrições de ordem hídrica (SILVA, 2014). Nesses tipos de solo, normalmente, os investimentos realizados têm bom retorno econômico, o que vem incentivando uso para agricultura comercial, em média e grande escala, como cana de açúcar, por exemplo.

É importante salientar que o uso de indicadores de sustentabilidade tem um papel primordial na geração de informações que subsidiarão com clareza a tomada de decisão quanto à exploração econômica da área desse Geossistema que apresenta tal formação edáfica. Diversas dimensões para esses indicadores podem ser apontadas e validadas com o uso de ferramentas eficientes para este fim, como percentual de área ainda coberta pela vegetação, índice de qualidade das águas dos riachos próximos, sedimentação dos mesmos, percentual de sais presentes nas águas de áreas onde existem agroindústrias, como a sucroalcooleira, por exemplo. As diversas dimensões certamente poderão variar conforme o tamanho da propriedade e a intensidade de uso dos recursos naturais existentes e utilizados, porém a certificação de processos produtivos depende da aplicação desses indicadores e poderá garantir a valorização das atividades desenvolvidas nessas áreas e a sustentabilidade, a médio ou longo prazos, dos sistemas agrícolas existentes no Geossistema do Cristalino Meridional.

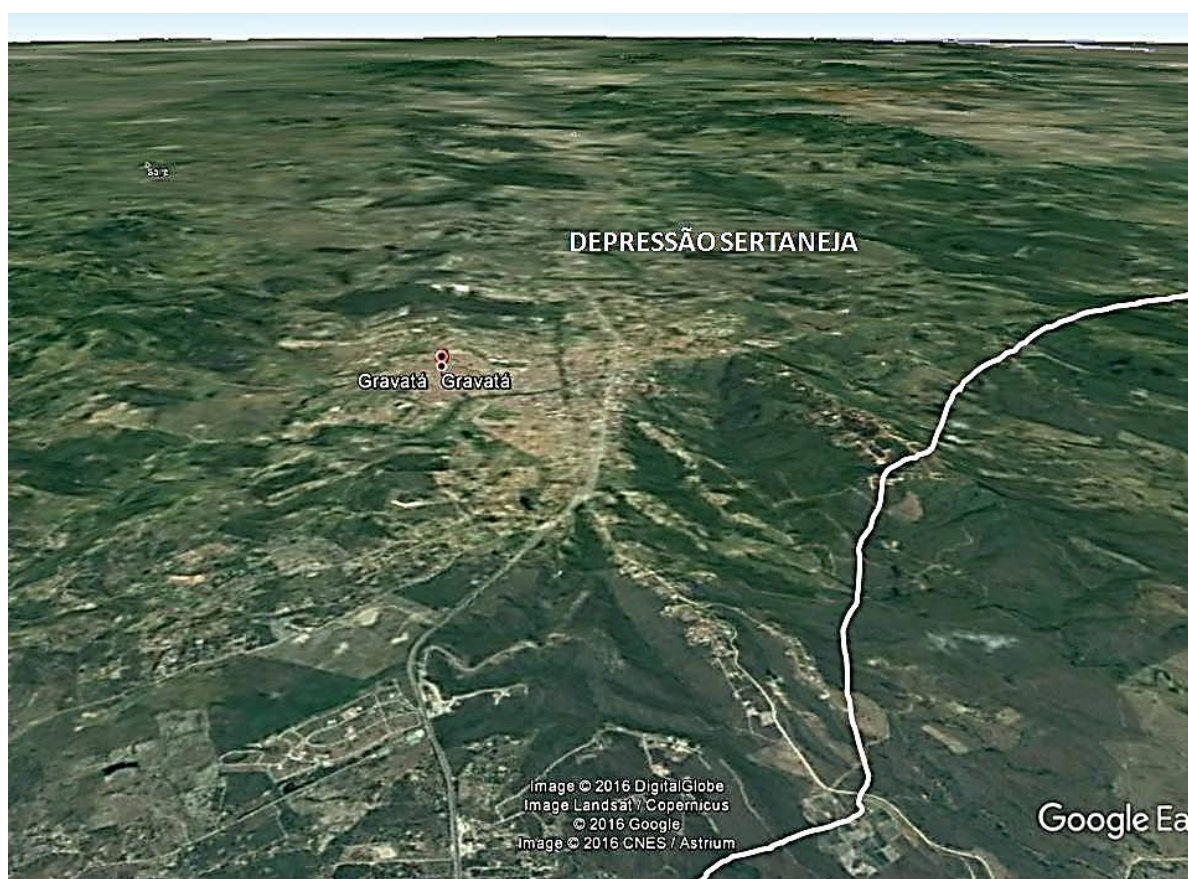
10.2.4 Geossistema da Depressão Sertaneja

A Depressão Sertaneja é um dos compartimentos regionais de relevo do Nordeste brasileiro. Em Pernambuco, essa unidade de relevo se estende desde o início do semiárido, no Agreste, portanto, até o Sertão do São Francisco. É interrompida quando surgem retalhos das antigas superfícies de erosão Pd2 e Pd3.

Neste trabalho, resolveu-se designar esse espaço com as suas singularidades de Geossistema da Depressão Sertaneja.

O Geossistema mencionado está inteiramente contido na RD Agreste Central, no Domínio Morfoclimático das Caatingas Hipoxerófilas, sob o clima BShs', segundo a classificação de Koppen. Trata-se de uma área em que predominam um vasto pediplano (Pd1), anteriormente analisado, pedimentos e relevos residuais do tipos inselbergue e crista. O limite do semiárido tem início a partir da isoietia média anual de 800mm (Figura 87).

Figura 87 - Depressão Sertaneja no município de Gravatá e adjacências. A linha branca significa o limite arbitrário do início do semiárido. A Depressão Sertaneja é um dos topográficos do "Planalto da Borborema, no Agreste pernambucano.



Fonte: Google Earth. Acesso em: 23 de janeiro de 2017

Um dos mais significativos trabalhos escritos sobre o Agreste pernambucano, onde se insere o Geossistema agora esquadrinhado, foi escrito pelo geógrafo Mário Lacerda de MELO (1980), sob o título Os Agrestes. Recorreu-se a esse trabalho para uma parte da descrição e análise do Geossistema da Depressão Sertaneja

contida na RD Agreste Central. O trabalho de Melo (1980) é uma profunda interpretação da individualização dos agrestes no Nordeste brasileiro.

Com bastante propriedade, Melo sintetiza as relações dialéticas entre os elementos das paisagens agrestinas:

Da posição geográfica, sabemos resultarem condições climáticas de caráter intermediário, entre as tropicais úmidas da estreita faixa oriental atlântica e as tropicais semiáridas dos muito amplos espaços sertanejos, que se estendem para os lados do poente. Do lado oriental a transição está assinalada, com maior frequência, pelas isoietas de 900 a 1000 mm, enquanto, do lado ocidental, as diferenciações se registram não apenas em função das cotas pluviométricas, mas também, e acentuadamente, pela conjugação de uma pluviosidade mais baixa como elevado grau de irregularidade do regime de chuvas. Além disso, em confronto com as áreas sertanejas, caracterizam-se, de um modo geral, os espaços agrestinos: (i) quanto ao relevo, pela presença menor de áreas de pediplanos secos, bem como de formas residuais rochosas; (ii) quanto à hidrografia, por um regime intermitente menos acentuado; (iii) quanto aos recursos edáficos, pela presença mais frequente de áreas de solos menos pedregosos e, conseqüentemente, mais suscetíveis de aproveitamento pela lavoura; (iv) quanto ao manto florístico, pela predominância dos tipos hipoxerófitos de caatinga, sendo bem menores as áreas de hiperxerófilismo (MELO, 1980, p.32)

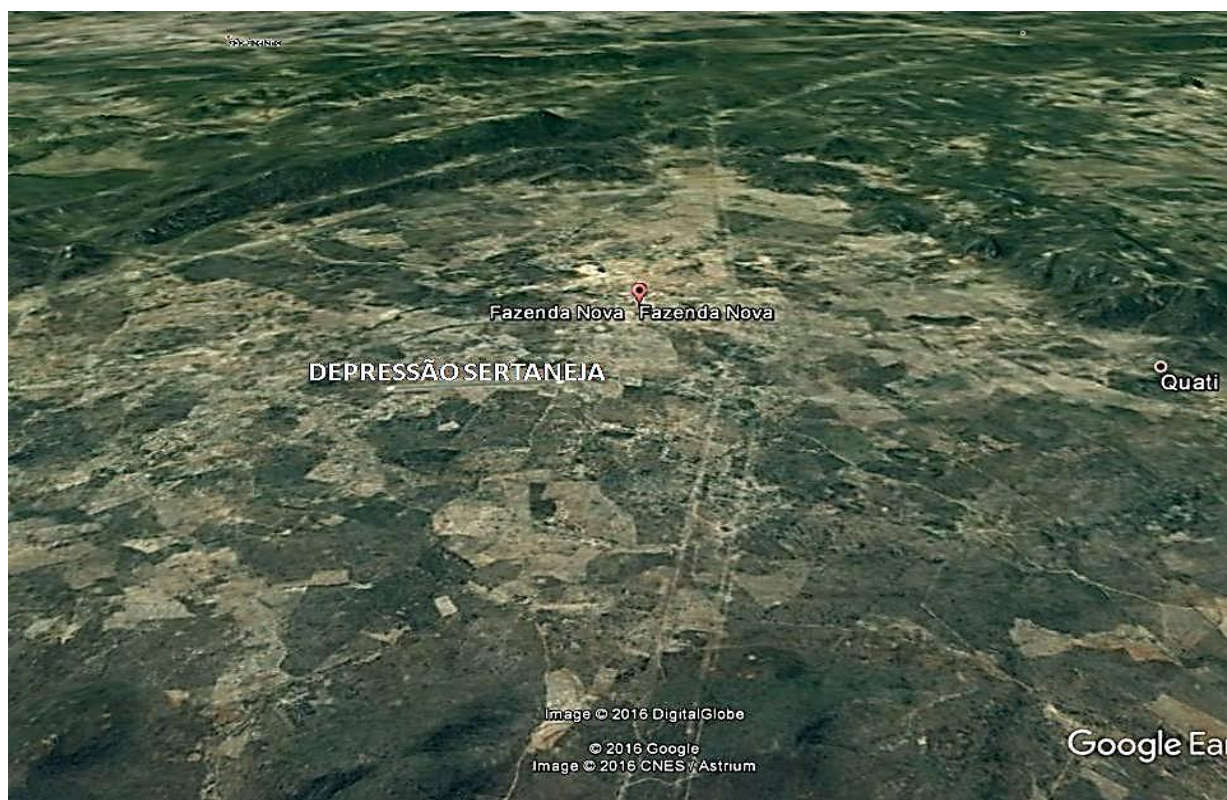
Melo (1980) menciona as relações dialéticas entre clima, relevo, solo, cobertura vegetal e hidrografia para definir o espaço agrestino. Essas relações são insígnies e foi possível observá-las, na fase de trabalho de campo, logo após galgar a escarpa de falha das Russas, já no município de Gravatá (PE). Um pouco antes, nos limites mais ocidentais de Vitória de Santo Antão (PE) e Pombos (PE), as mudanças qualitativas verificadas nos elementos constituintes da paisagem já indicavam uma transição em direção ao semiárido, que se consuma em Gravata, já nos festonamentos da Serra das Russas. O surgimento de numerosas espécies do Bioma Caatinga já indicam o início de um novo Geossistema que em muito se diferencia dos geossistemas anteriormente examinados.

A distribuição espacial da Depressão Sertaneja, enquanto unidade de relevo, no Geossistema é irregular. Há momentos em que se encolhe entre retalhos de uma antiga superfície de erosão, o Pd1, como se constata entre Gravatá (PE), as imediações da cidade de Caruaru (PE) e até Pesqueira (PE), ao longo da BR 232. Há ocasiões em que se dilata consideravelmente, como na área a sotavento de um conjunto de cristas falhadas que, à semelhança de um arco, balizam o que aqui se designa, sem pretensões outras, como a “Depressão de Fazenda Nova” que nada

mais é do que uma individualização da Depressão Sertaneja na RD Agreste Central (Figura 88). Essa irregularidade espacial do Geossistema justifica pelas inter-relações dialéticas entre material rochoso, tectonismo e condições paleoclimáticas, já exaustivamente tratadas noutros pontos da tese.

Os solos do Geossistema refletem enfaticamente as relações rocha-relevo-clima. Nas áreas mais elevadas, representadas por cristas e “serras cristalinas”, surgem os neossolos sob a forma de litólicos e regolíticos, sobretudo em rochas intrusivas do tipo granito, que afloram em grande número na RD Agreste Central. Os neossolos são definidos como solos pedogeneticamente pouco desenvolvidos, sem qualquer horizonte B diagnóstico (ARAUJO-FILHO, 2006).

Figura 88 - A Depressão de Fazenda Nova (PE).



Fonte: Google Earth. Acesso em 23 de janeiro de 2017)

Os planossolos localizam-se, preferencialmente, nos terços inferiores das vertentes e no fundo de vales, como no vale do Ipojuca, em terrenos planos. Esses solos são constituídos por material mineral com horizonte A ou E, seguido de horizonte B plânico, ou seja, um tipo de horizonte B textural, com ou sem caráter

sódico, subjacente a horizontes A ou E, apresentando mudança textural abrupta (SANTOS et al. 2013). Surgem, às vezes associados, com neossolos litólicos.

Os argissolos também se fazem presentes no Geossistema da Depressão Sertaneja, mas não tão abundantes como nos geossistemas anteriores; limitam-se a algumas elevações residuais, de cimeira, nas quais são mais elevados os valores da umidade relativa do ar.

No Geossistemas da Depressão surgem áreas mais elevadas, em alguns casos como superfícies somitais, com condições mesológicas que as singularizam no vasto pediplano. São os maciços e cristas residuais, já referidos noutras partes deste trabalho. Foram denominadas, com propriedades, de “áreas de exceção”. São feições geomorfológicas encontradas em litologias cristalinas e cristalofilianas que, de uma maneira geral, ostentam os seguintes aspectos: relevos dissecados em forma de cristas de topos aguçados, outras vezes abaulado, no caso dos maciços; vales profundos, em forma de “V”, e padrão de drenagem dendrítico.

Como entender dialeticamente esse fenômeno?

Os maciços residuais são áreas que possuem uma litologia mais resistente, em geral granitos e granitóides. Na luta de contrários entre a resistência física da matéria rocha e a ação da erosão diferencial, o saldo é um relevo mais saliente que desponta, na paisagem pediplanada, como uma espécie de “ilha”.

O ar que sopra predominantemente nessa área referida é o ar dos alísios austrais (alísios de SE-E), que possuem uma camada de inversão térmica baixa. Quanto menor a altitude dessa camada, mais seco tenderá a ser esse ar. Contudo, esse ar contém umidade, que adquire no seu longo trajeto transoceânico, desde a costa sul-ocidental da África até a costa oriental do saliente nordestino. E por que esse ar, mesmo atravessando um oceano tão extenso, instala-se seco sobre a região Nordeste? O senso comum não aceita esse fato e atribui a uma medíocre elevação de pouco mais de 500m, acima do nível médio do Atlântico, a responsabilidade pela semiaridez em tela. A essência desse fenômeno não é captada de imediato. Na verdade, a essência está na luta de contrários estabelecida entre o ar que é aquecido na base, mais úmido, e um ar seco subsidente. Entre ambas camadas do ar dos alísios instala-se uma superfície de descontinuidade, que indica exatamente esse conflito natural entre fluxos de ar qualitativamente distintos. O ar subsidente empurra a camada de inversão (superfície de descontinuidade) para níveis altimétricos mais baixos, sobretudo quando encontra o favorecimento da

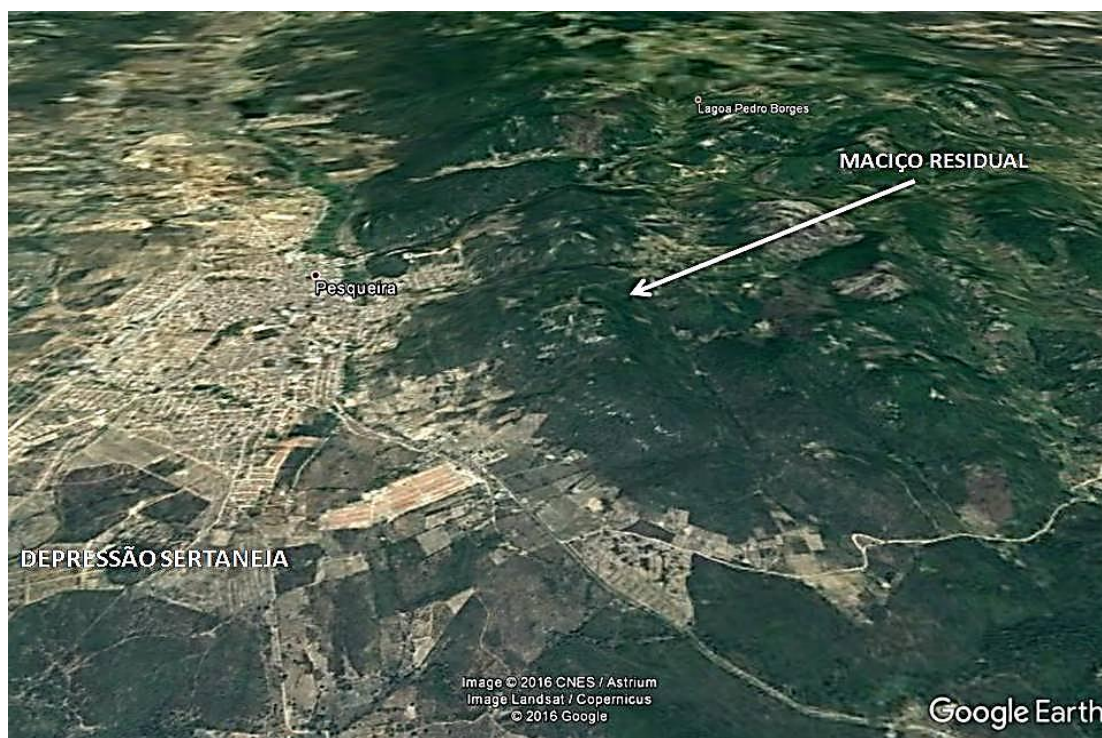
topografia (depressão sertaneja; depressões semiáridas, depressões interplanálticas). Mas, essa mesma topografia pode acarretar uma revolução nessa imposição do ar anticiclônico subsidente, propiciando uma mudança qualitativa no ar local.

O ar de sudeste e leste dos alísios segue seu trajeto em direção ao interior de Pernambuco. Ao encontrar os maciços residuais, uma nova luta de contrários se instala. O ar é mecanicamente forçado a subir, para galgar o obstáculo geomorfológico. Para realizar esse trabalho, fisicamente falando, essa parcela do “ar seco”, necessita de energia. Mas o sistema é adiabático e assim irá retirar energia internamente. Ocorrerá uma expansão adiabática (um aumento quantitativo do volume do ar) e um resfriamento. O ar ascendente empurra o ar subsidente, de altas pressões, para cima, elevando a camada de inversão dos alísios. A instabilidade atmosférica se instala e se materializa, assim, no sistema de nuvens típicas desse fenômeno. A condensação atmosférica evidencia-se e, conseqüentemente, se instala a precipitação pluvial, que implicará na definição de espaços mais úmidos, florestados, em geral, que destoam da secura dominante ao redor. A mudança qualitativa de praticamente todas as componentes naturais dessa paisagem natural é notável.

Lins (1989) considera que esses espaços são tidos como “áreas de exceção” porque se destacam dos espaços semiáridos por suas condições agroecológicas excepcionais que se refletem nos tipos e desempenhos dos sistemas agrícolas. Nessa categoria de paisagens, consideram-se os brejos de altitude e/ou exposição que se concentram na faixa do rebordo da Borborema e nos topos e porções superiores de algumas cristas e maciços residuais ao longo dos vales do Ipojuca, Capibaribe, Una e Ipanema. Essas áreas que, primitivamente, eram revestidas por florestas subcaducifólias e subperenifólia sofreram uma forte degradação ambiental decorrente da retirada da cobertura vegetal, como ocorreu na Serra do Ororobá, no município de Pesqueira, no Agreste Central (Figura 89).

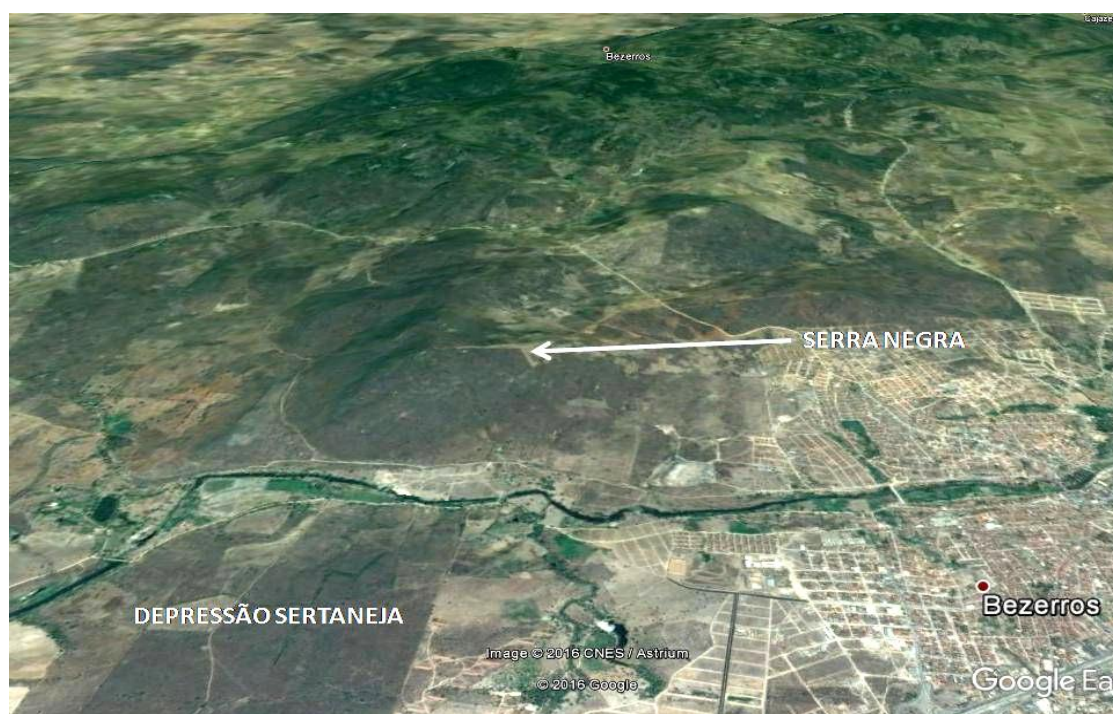
Ao longo da Depressão Sertaneja, mais especificamente no vale do Ipojuca, entre os municípios de Bezerros e Caruaru (PE), instaladas numa área bastante seca do Agreste Central, duas “áreas de exceção” são encontradas no Geossistema examinado, que são a Serra Negra e a Serra dos Cavalos (Figura 90).

Figura 89 - Maciço residual de Serra do Ororobá em Pesqueira (PE)



Fonte: Google Earth. Acesso em : 23 de janeiro de 2017

Figura 90. Maciço residual de Serra Negra, Bezerros (PE)



Fonte: Google Earth. Acesso em : 23 de janeiro de 2017.

A ocupação do espaço agrestino pernambucano, contemplado no Geossistema da Depressão sertaneja foi, como bem afirmou LINS (1981), morosa, quando se compara com a que ocorreu na Paraíba e na Zona da Mata de Pernambuco. Andrade e Potengi (1980) ressaltam que o povoamento do Agreste ocorreu após o do Sertão, mesmo estando este bem mais distante do litoral, devido o relevo que facilitou a resistência dos indígenas e dos negros fugidos até os fins do século XVII. O povoamento iniciou-se com a bovinocultura em áreas mais baixas dos vales fluviais. O povoamento incrementou-se no século XVIII com o avanço da cultura do algodão e dos cultivos simultâneos de milho e feijão.

A penetração pernambucana serviu-se de trilhas de tropeiros que cortavam antigas estradas de boiadas. Lins (1981) lembra, ainda, que nos pontos de cruzamento dessas estradas foram surgindo a venda, a estalagem, o dormitório e aglomerados urbanos incipientes. As fazendas de gado ou velhos ranchos desempenharam uma função importante nesse processo de formação de povoamento.

Os vales fluviais, sobretudo o do Capibaribe e o do Ipojuca, funcionaram como eixo de penetração da população colonizadora, demonstrando, assim, as conexões dialéticas entre Natureza e Sociedade. Não é por acaso a distribuição das cidades ao longo, por exemplo, dos terraços fluviais do Capibaribe, Ipojuca e Ipanema, que atravessam partes do Geossistema da Depressão Sertaneja. Contudo, enquanto os vales facilitavam a ocupação do espaço agrestino, o “Planalto” da Borborema dificultava. Esse aspecto foi trazido à baila por Andrade (1974).

Durante muito tempo a Borborema se constituiu em uma barreira que separava o núcleo agrícola e canavieiro do Leste, do núcleo pastoril e produtor de algodão do Oeste, como se houvessem dois Pernambucos. O núcleo açucareiro, ao necessitar de animais de trabalho e de carne para o seu abastecimento, mais facilmente se comunicava com o litoral do Rio Grande do Norte e do Ceará, também criadores de gado, do que com as áreas da capitania drenadas para o rio São Francisco (ANDRADE, 1974, P. 32)

Um último aspecto, que merece ser mencionado, refere-se à distribuição espacial das cidades no Geossistema em pauta. O primeiro ponto, ressaltado por MELO (1987), é o de que no Agreste, ao contrário na RD Mata Sul, a distribuição

das cidades recebe menos influência da rede hidrográfica do que do relevo e das condições climáticas. Contudo, ao longo dos terraços do rio Ipojuca e ainda do Ipanema surge uma fileira de aglomerados urbanos em disposição retilínea (MELO, 1987). A tectônica nessa área comandou a morfogênese do relevo e condicionou o padrão de drenagem, haja vista que se trata de uma morfoestrutura resultante de tectonismo quebrantável (Lineamento Pernambuco). Melo (1980, p. 184) defende que não seria por simples arrojo de imaginação que se aproximar essa reta de cidades de tectonismo de tectonismo responsável pela direitura do vale. Nesse mesmo vale, antes da estruturação das cidades (Gravatá, Bezerros, Caruaru, São Caetano, Belo Jardim, Pesqueira etc), serviu para a instalação de fazendas de gado no início do povoamento da área.

A análise geicológica de paisagens, tomando por base os geossistemas individualizados no espaço investigado e realizada a partir do emprego do Materialismo Dialético, revestiu-se, na presente tese, de uma particular relevância, especialmente a partir do entendimento das conexões dialéticas, das transformações e contradições verificadas nessa parte centro-oriental do Estado de Pernambuco, correspondente as Regiões de Desenvolvimento (RDs) consideradas. A estruturação e dinâmica atual dos geossistemas vistas sob essa ótica podem representar um subsídio considerável ao processo ensino-aprendizagem das geociências e das ciências ambientais e ao planejamento ambiental.

11 CONCLUSÕES

Após a elaboração desta pesquisa, que se voltou para a aplicação do Materialismo Dialético e do seu método de análise aos elementos e processos responsáveis pela estruturação natural de paisagens, tomando como área investigada as Regiões de Desenvolvimento Metropolitana, Mata Norte, Mata Sul e Agreste Central, situadas no Estado de Pernambuco, Brasil, algumas considerações feitas a seguir sintetizam as conclusões do trabalho:

- 1- O estudo da estruturação natural e da dinâmica de paisagens pressupõe, além das contribuições das geociências, uma análise das relações dialéticas entre as variáveis físico-geográficas. O emprego do Materialismo Dialético mostrou-se de fundamental importância nessa tarefa, pois permitiu uma visão da totalidade dialética das paisagens, sobretudo no que concerne aos elementos paisagísticos e processos responsáveis pela fisiologia delas.
- 2- Um conjunto de categorias filosóficas e leis do materialismo Dialético foi empregado na tese para a análise da estruturação das paisagens naturais e permitiram, sobretudo, a compreensão das propriedades, das conexões e dos aspectos mais gerais dos elementos físico-geográfico dessas paisagens. As leis dialéticas principais do desenvolvimento dos conceitos relativos aos temas litomassa, morfogênese do relevo, condições climáticas atuais e pretéritas, estruturação dos solos e dos recursos hídricos de superfície e de subsuperfície mostraram que constituem uma excelente ferramenta para a interpretação da natureza.
- 3- O Materialismo Dialético permitiu constatar que os elementos e fenômenos presentes nas paisagens encontram-se em permanente conexão, em transformações quantitativas e qualitativas e numa eterna luta de contrários. Esses fatos induzem análises da paisagem realizadas a partir de uma visão interdisciplinar e holística. Os avanços das diversas ciências contribuem sobremaneira ao avanço do Materialismo Dialético, enquanto método filosófico e vice-versa.
- 4- Um dos elementos mais destacados das paisagens naturais é o relevo terrestre. Esse relevo é o resultado de um saldo da luta de contrários entre

ações endógenas e exógenas à crosta terrestre e se desenvolve, de maneira cíclica, a partir do movimento da matéria, em larga escala, determinado pelos fenômenos tectônicos. Contrariamente a essas ações internas, os processos de erosão ou de desnudação se encarregam do teórico nivelamento geral das paisagens, que elabora as superfícies de erosão, como as que foram constatadas nas paisagens da RD Agreste Central. Os afloramentos de rochas intrusivas nessa RD denunciam essa luta de contrários milenar. A superfície de erosão dominante na RD mencionada é a negação da compartimentação anterior do relevo. Quando a epirogênese atuou na área, soerguendo a superfície de erosão elaborada os processos de erosão foram retomados iniciando um novo ciclo desnudacional, ocorrendo, então, a negação da negação;

5- O oceano e a atmosfera estão em permanente conexão dialética. Os fluxos dos alísios austrais (alísios de SE-E) e boreais (alísios de NE) convergentes para a faixa dos doldrums equatoriais, que exercem um papel destacado na definição do regime de chuvas no Estado de Pernambuco, relacionam-se consideravelmente com as anomalias térmicas da superfície marinha (ATSM) no Atlântico (norte e sul). A luta de contrários entre os fluxos desses alísios hemisféricos exacerba-se de acordo com essas anomalias de temperatura e influencia bastante ou não a migração meridional do sistema atmosférico ZCIT, que responderá pela qualidade da estação chuvosa da área investigada.

6- Impossível a análise climática de uma vasta região, como a área investigada, sem a apreciação dialética da totalidade. As condições climáticas ambientais são fatos de natureza complexa. As categorias filosóficas Espaço e Tempo são essenciais à análise dialética dos solos.

7- O solo, do ponto de vista espacial, é tridimensional e apresenta variações que vão da escala local à escala continental. O solo evolui, no tempo, a partir de uma interação dialética entre atmosfera, litosfera, biosfera e hidrosfera. Passivamente, o tempo contribui para o avanço da espessura do solo. A interpretação dos solos da área investigada, quanto à gênese e à evolução, foi realizada a partir da lei dialética da Negação da Negação.

8- Na área investigada foram identificados os seguintes geossistemas naturais: Geossistema dos Tabuleiros Costeiros, Geossistema do Cristalino

Setentrional, Geossistema do Cristalino Meridional, Geossistema da Depressão Sertaneja. Cada um desses geossistemas, que são unidades de paisagens, apresenta um conjunto de elementos que se encontram dialeticamente inter-relacionados. Cada Geossistema mencionado recebe interferências da sociedade, e nem sempre a convivência natureza-sociedade é harmoniosa. A degradação ambiental (destruição das florestas subperenifólias, florestas subcaducifólias, caatingas e poluição dos recursos hídricos de superfície), verificada em todos essas unidades, decorrente de séculos de ocupação e de produção de espaços geográficos, demonstra a luta de contrários entre ações antrópicas e estrutura dos geossistemas.

REFERÊNCIAS

- AB'SÁBER, A. N. Depressões periféricas e depressões semiáridas do Nordeste do Brasil. **Bol. Paulista de Geografia**, n. 22, São Paulo, 1956.
- AB'SÁBER, A. N. Domínios morfoclimáticos e províncias fitogeográficas no Brasil. **Orientação**, São Paulo, n. 3, p. 45-48, 1967.
- AB'SÁBER, A. N. **Formas do Relevo** - Texto Básico. São Paulo: Edart, 1975.
- AGOSTA, E. A. Variaciones del clima terrestre y rayos cósmicos galácticos durante el ciclo solar de 11 años. **Revisión Teórica. Meteorologica**, vol.29 no.1-2 Buenos Aires, jan./ dez. 2004. p.47- 62.
- ALHEIROS, M.M. Caracterização sedimentológica da Formação Cabo-Pernambuco. (Dissertação de Mestrado em Geociências. Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Pernambuco). Recife, 1987, 99p.
- ALHEIROS, M.M.; FERREIRA, M. da G.V.X. A sub-bacia do Cabo. UFPE: Depto de Geologia. Estudos e Pesquisas, vol10, p.45-56, 1991.
- ALHEIROS, M.M.; LIMA-Filho, M.P. de. A Formação Barreiras. Estudos Geológicos . Recife: UFPE, Estudos e Pesquisas V.10, 1981. P. 77-88.
- ALMEIDA, F.F.M. de. Diferenciação tectônica da plataforma brasileira. In: Congres. Bras., Geol., **Anais...** SBG, Salvador, 1969. P. 29-46.
- ALMEIDA, F.F.M. de. Origem e evolução da plataforma brasileira. **Bol. Div. Geol.**, Rio de Janeiro (241), 1967, 36 p.
- ALMEIDA FFM de. O Cráton do São Francisco. **Revista Brasileira de Geociências**, 7(4): 349-364. 1977.
- AMARAL, A.J.R.do; MENOR, E. de A. A sequência vulcano-sedimentar cretácica da região de SUAPE (PE); interpretaçãoofaciológica e considerações metalogenéticas. In: Simpósio de Geologia do Nordeste e considerações metalogenéticas, **9º. Natal, Soc. Bras. Geol.**, 1979.
- ANDRADE, G.O. de. **A superfície de aplanamento pliocênica do Nordeste do Brasil**. Recife: Universidade do Recife, 1958
- ANDRADE, G.O. de. Gênese do relevo nordestino: estado atual dos conhecimentos. **Est. Univ.**, Recife, (2* p. 1-13, abr/set., 1968.
- ANDRADE, G . O . de e LINS, Rachel Caldas . Introdução à morfoclimatologia do Nordeste do Brasil. **Arquivos do Instituto de Ciências da Terra**, 3 / 4, Recife: Universidade do Recife, 1965.
- ANDRADE, G. O. de. Os Climas. In: AZEVEDO, A. de. **Brasil, a Terra e o Homem**, vol. 1. São Paulo: Editora Nacional, 1964, 577 p.
- ANDRADE, G.O. de; LINS, R.C. O “brejo” de Serra das Varas (Arcoverde). Cadernos da Faculdade de Filosofia da Universidade Federal de Pernambuco, Série VI-8, Recife, 1966
- ANDRADE, G.O. e LINS, R.C. **Pirapama: Um estudo geográfico e histórico**. Recife: Editora Massangana, 1984. 224p.
- ANDRADE, M. C. de. **História das usinas de açúcar de Pernambuco**. 2 ed. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2001. 168 p.
- ANDRADE M. C. de; POTENGI, **Dinâmica das microrregiões de intensa atividade migratória**. Vol. 3. Recife: SUDENE, 1980. 211p.
- ANDRADE, M.C. de. **Geografia de Pernambuco**. Recife: Secretaria de Educação e cultura, 1974. 161p.

Antão) Estado de Pernambuco. Brasília: DNPM/CPRM, 1990, 112p. il. 2map. in bolso

ARAGÃO, J. O. R. de. Influências dos oceanos Pacífico e Atlântico na dinâmica do tempo e do clima no Nordeste do Brasil. In: ESKINAZI-LESSA, E. et al. **Oceanografia: um cenário tropical**. Recife: Bagaço, 2004. 761 p.

ARAUJO, G.H. de S, ALMEIDA, J.R., GUERRA, A.J.T. **Gestão Ambiental de Áreas Degradadas**. 7ª Edição. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

ARAUJO FILHO, J. C. de; ARAÚJO, M. do S. B. de; MARQUES, F. A.; LOPES, H. L. Solos. In: TORRES, F. S. de M.; PFALTZGRAFF, P. A. dos S. (Org.). **Geodiversidade do Estado de Pernambuco**. Recife: CPRM, 2014. cap. 7, p. 109-138.

ASKIN, I. F. **O problema do tempo. Sua interpretação filosófica**. Rio de Janeiro: Paz e Terra S. S. 1969. 220p.

AYOADE, J. **Introdução a climatologia para os trópicos**. 9a ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003

BEROUTCHACHVILI, N. e RADVANYI, J. Les structures verticales des géosystèmes. **Revue Géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest**. Toulouse, 1978, 49 (2).

BERTRAND, G. Paysage et géographie physique globale: esquisse méthodologique. **Revue Géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest**. Toulouse, 39 (3), 249-272, 1968.

BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. **Caderno de Ciências da Terra**, 13. São Paulo: IGEO/USP, 1971.

BERTRAND, G. Ecologie de l'espace géographique. Recherche pour une "science du paysage". **Compte-Rendu des Séances de la Société de Biogéographie**, janv. 1971b, no. 404-406.

BERTRAND, G. La "Science du Paysage", une "Science Diagonale", **Revue Géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest**., avril, 1972, p. 127-134.

BERTRAND, G. Le paysage entre la nature et la société. **Revue Géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest**. Toulouse, v.49, p.239-58, 1978b

BERTRAND, Georges. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. **Caderno de Ciências da Terra**, n. 13, p. 1-27, 1971.

BIGARELLA, J. J.; AB'SÁBER, A. N. Paleogeografia e Aspectos Paleoclimáticos do Cenozóico no Sul do Brasil (em alemão). **Zeitschrift für Geomorphologie**, 8(3), Berlim, 1964.

BIGARELLA, J.J.; ANDRADE, G.O de. Considerações sobre a estratigrafia dos sedimentos cenozoicos em Pernambuco (Grupo Barreiras). Recife: **Arquivos**, nº2, Univ. do Recife, 1964.

BIGARELLA, J. J., BECKER, R.D. e PASSOS, Everton. **Estrutura e Origem das Paisagens Tropicais e Subtropicais**. Florianópolis: Editora da UFSC, 1996.

BIGARELLA, J. J., e MOUSINHO, M. R. Considerações a respeito dos terraços fluviais, rampas de colúvio e várzeas. **Bol. Paranaense Geografia**, n. 16/17, Curitiba, 1965.

BIGARELLA, J. J., e MOUSINHO, M. R. Pediplanos, pedimentos e seus depósitos correlativos no Brasil. **Bol. Paranaense Geografia**, n. 16/17, Curitiba, 1965.

BIGARELLA, J.J. et al. Estrutura e Origem das Paisagens Tropicais e Subtropicais 3. Florianópolis: Ed. Ed. Da UFSC, 2003, p. 877- 1436.

BOLÓS y CAPDEVILA, Maria de. In: BOLÓS. M. e CAPDEVILA, M. (org.). **Manual de ciencia del paisaje: teoria, métodos e aplicaciones**. Barcelona: Masson, 1992.

- BRASIL, SUDENE, DRN. Recursos Naturais do Nordeste: investigação e potencial (Sumário das atividades) 4ª ED. Recife, 1985. 195p.
- BRASIL, SUDENE. **Dados pluviométricos mensais do Nordeste**- Estado de Pernambuco, Recife, 1990
- BRITO NEVES, B.B de. Regionalização e geotectônica do Pré-Cambriano nordestino. (Tese de doutorado, Inst. Geoc.USP), São Paulo, 1975, 198p.
- BRUNHES, J. **Geografia Humana**. Rio de Janeiro: Editora Fundo de Cultura, 1962.
- BUNTING, B.T. **Geografia do Solo**. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1971, p.259.
- BURLATSKI, F. **Fundamentos da Filosofia Marxista-Leninista**. Moscou: Edições Progresso, 1987.
- BUZÚIEV, V; GORODNOV, V. **Que é o Marxismo-Leninismo**. Moscou: Edições Progresso, 1987.
- CASTRO, C. e MABESOONE, J. M. **Relevo do Nordeste: Feições Principais**. Recife: UNICAP, Centro de Ciências Sociais, 1980.
- CHEPTULIN, A. **A Dialética Materialista. Categorias e Leis da Dialética** São Paulo: Editora Alfa-Omega, 1982.
- CHORLEY, R. J. ;KENNEDY, B. A. **Physical Geography: a systems approach**. Londres: Prentice-Hall, 1971
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Ed. Blucher, 1980.
- CHRISTOPHERSON, R.W. **Geossistema. Uma introdução à Geografia Física**. São Paulo, Bookman, 2012.
- CONDE, F. C.; DIAS, M. A. F. S. Vórtices Ciclônicos de Ar Superior: Um Estudo de Caso através de Balanço de Vorticidade. In: XI Congresso Brasileiro de Meteorologia, Rio de Janeiro - RJ. XI Congresso Brasileiro de Meteorologia, **Anais...** 2000. Disponível em: <<http://www.cbmet.com/cbm-files/12-c5e2ddf072b3f77a16ff1799d878e4ad.pdf>> Acesso em: 10 de outubro de 2016.
- CRUZ, O. **A Geografia Física, o Geossistema, a Paisagem e os estudos dos processos geomórficos**. Bol. de Geografia Teorética, 15 (29-30): p. 53-62, 1985.
- CUMERA, LEOPOLDO FERNANDO PERERA. **La formación interdisciplinaria de los profesores de ciencias: un ejemplo en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física**. La Habana: ISP EJV, 2000)
- CUNHA, E. da. **Os Sertões: Campanha de Canudos**. São Paulo: Abril Cultural. 1982. 442p.
- CUVIER, Georges. **Recherches sur les ossements fossiles où l'on rétablit les caracteres de plusieurs espèces d'animaux que les révolutions du globe paroissent avoir détruites**, I. Paris: Deterville, 1812. p. 12-13
- DALMOLIN, Quintino. **Noções de Fotointerpretação. Curso Intensivo de Fotogrametria e Fotointerpretação Aplicadas à Regularização Fundiária**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1982, 57p.
- DANTAS, J.R.A. Mapa Geológico do Estado de Pernambuco. Recife: DNPM, 1980.
- DAVID, T. S., GASH, J. H. C., VALENTE, F., PEREIRA, J. S., FERREIRA, M. I., DAVID, J. S. Hydrological processes: Rainfall Interception by an isolated evergreen oak tree in a Mediterranean Savannah. In: Vegetasi pohon & Rain-Water Manegement. Disponível em: <http://www.slideshare.net/jana64k/trees-and-their-role-in-water-management>. Acesso em 24 de janeiro de 2017.

- Davis W. M. 1899a. The geographical cycle. **Geogr. Journ.**, 14, p. 481-504.
- DE MARTONNE, E. **Panorama da Geografia**. Lisboa: Edições Cosmos, 1953. 979 p.
- DEFFONTAINES, Jean-Pierre. Étude de l'activité Agricole et Analyse du Paysage. Paris: **L'Espace Géographique**, nº1, p.37-47, 1985.
- DERRUAU, M. **Geomorfologia**. Barcelona: Editora Ariel, 1966.
- DIAS, P. L. da S. A ciência das mudanças climáticas. In: NUSSEZVEIG, B.M. (Org). **O Futuro da Terra**. Rio de Janeiro, Editora da FGV, 2011.
- DOLFUS, O. A **Análise Geográfica**. São Paulo: DIFEL, 1973.
- DYLIK, J. Notion de versant en Geomorphologie. **Bulletin de la Academie Polonaise des Sciences**, 16 (2): 125-132, 1968.
- ENGELS, F. **Anti-Duhring**. Lisboa: Dinalivro, 1976
- ENGELS, F. **A dialética da natureza**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1979. 240p.
- ENGELS, F. Ludwig Feuerbach e o fim da filosofia clássica alemã. **Obras Escolhidas**: tomo III. Lisboa-Moscovo: Edições "Avante!" - Edições Progresso, 1982.
- ERHART, H. **La genèse des sols entant que phénomène géologique. Esquisse d'une théorie géologique et géochimique. Exemples d'application**. Paris, 2. ed., 1967, 177 p.
- FARIA, F. O Atualismo entre uniformitaristas e catastrofistas. Revista Brasileira de História da Ciência, Rio de Janeiro, v. 7, n. 1, p. 101-109, jan | jun 2014
- FATALIEV, Kh. **O Materialismo Dialético e as Ciências da Natureza**. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1966. 164 p.
- FERRAZ, J. de S. **A previsão das Secas do Nordeste**. Rio de Janeiro: Divisão de Meteorologia do Min. da Agricultura. 1929.
- FINCH, V.C., e TREWARTHA, G. T. **Geografía Física**. Mexico: Fondo de Cultura, 1954. 655p.
- FOSTER, J.B. **A Ecologia de Marx. Materialismo e Natureza**. São Paulo: Civilização Brasileira, 2005.
- FREITAS, R. M. de e SANTOS, K. S. de A. (Coord.). **Pernambuco em mapas**. Recife: CONDEP/FIDEM, 2011. 159 p.
- FROLOV, I.T. **Diccionario Filosófico**. Moscou: Editorial Progreso, 1984.
- GALVÍNCIO, J.D. **Mudanças Climáticas e Modelos Ambientais** (Org). Recife: Editora Universitária da UFPE, 2012.
- GARCEZ, L.N. Hidrologia. São Paulo: Editora Edgard Blucher , 1976, 249p.
- GEORGE, P. **Sociologia e Geografia**. São Paulo: Forense, 1969
- GLOSSÁRIO GEOLÓGICO ILUSTRADO - Textos Complementares. Disponível em: <sigep.cprm.gov.br>. Acesso em: 08/02/2017.
- GOHAU, G. **Histoire de La Geologie**. Paris: Editions de Decouverte, 1987
- GVOZDIETSKIY, N. A. Problemas fundamentais de la Geografia Física (em Russo), Moscú, Editorial "Vischaia Shkola.", 1979, 221 p. Traduzido do Russo para o espanhol por José Mateo Rodrigues.
- GUERRA, A. T. e CUNHA, S. B (org.). **Geomorfologia do Brasil**. Rio de Janeiro: Ed. Bertrand do Brasil, 1998.
- HOLMES, A. **Geologia Física**. Madri: Ed. Omega, 1986. 522 p.

HORTON, R.E. Erosional Development of Streams and their Drainages Basin: Hydrophysical Approach to Quantitative Morphology. **Geol. Soc. America Bull**, 56, p 275- 370.

ILHARCO, F. **Filosofia da Informação: uma introdução à informação como fundação da ação, da comunicação e da decisão**. Lisboa: Universidade Católica Editora, 2003.

JACOMINE, P. K. T.; CAVALCANTI, A. C.; BURGOS, N.; PESSOA, S. C. P.; SILVEIRA, C. O. da. **Levantamento exploratório: reconhecimento de solos do Estado de Pernambuco**. Recife: SUDENE-DRN, 1973. 2 v. 1 mapa (SUDENE. Pedologia, 14; DNPEA. Boletim Técnico, 26) v. 1 - 1973; v. 2 - 1972. Anexo 2 mapas.

JATOBÁ, L.. As mudanças climáticas do Quaternário e suas repercussões no Mundo Tropical. **Coleção Mossoroense**, Mossoró: Série B, v. 1238, n.--, p. 5-39, 1993.

JATOBÁ, L. **A Geomorfologia do Semiárido**. Tópicos desenvolvidos durante Conferência proferida no Semiárido "Geomorfologia do Semiárido", promovido pelo Instituto de Ecologia Humana. Recife: UFPE, Núcleo de Educação Continuada, 1994. P. 31.

JATOBÁ, L. . Compartimentos de Relevo das sub-zonas da Zona da Mata pernambucana. In: **5º Congresso Brasileiro de Geógrafos**, 1994, Curitiba. Resumos. Curitiba: AGB, 1994. v. 1. p.

JATOBÁ, L. **Elementos de climatologia e geomorfologia do Trópico Semiárido Brasileiro**. Texto de apoio ao curso intensivo "Elementos de Climatologia e Geomorfologia do Trópico Semiárido Brasileiro". Recife: X Encontro Nacional de Geógrafos. 1996. 70p.

JATOBÁ, L. A dinâmica das Placas Litosféricas. Recife: **Notas e Comunicações de Geografia**, Série B: Textos Didáticos, nº 30, UFPE, DCG, 2002

JATOBÁ, L. **A compartimentação do relevo**. In: Atlas de Bacias hidrográficas de Pernambuco. Recife: SCTMA, 2006. 104 p.

JATOBÁ, L. **Aspectos hipsométricos**. In: Atlas de Bacias hidrográficas de Pernambuco. Recife: SCTMA, 2006. 104 p.

JATOBÁ, L. **O Sistema Climático (Org)**. Recife: Libertas, 2012, 114p.

JATOBÁ, L. Relevo. In: **Atlas Escolar de Pernambuco: espaço geo-histórico e cultural**./ Coordenador Manuel Correia de Andrade. João Pessoa: Grafset, 2012.

JATOBÁ, L. Subsídios à análise dialética da dinâmica das paisagens naturais. In: SEABRA, G. (Org.), **Educação Ambiental: conceitos e aplicações**. João Pessoa: Editora da UFPB, 2013.

JATOBÁ, L.; APOLÔNIO, D. Episódio de chuvas de inverno na Região Metropolitana do Recife, no ano de 1990. In: **1º Encontro Regional de Estudos Geográficos**. Anais. Recife: Unicap, 1991.

JATOBÁ, L. ; LINS, R. C. Contribuição ao Ensino dos Aspectos Geomorfológicos da Zona da Mata Úmida de Pernambuco. In: **VI Simpósio Nacional de Geografia Física Aplicada**, 1995, Goiânia. **Anais**. Goiânia: Editora da UFG, 1995. v. 1. p. 247-250.

JATOBÁ, L., LINS, R. C. **Introdução à Geomorfologia**. Recife: Ed. Bagaço, 2008. 244 p.

JATOBÁ, L.; PACHECO, S. Heranças morfológicas de flutuações climáticas na Zona da Mata nordestina. In: **45ª Reunião Anual da SBPC**, 1993, Recife. Anais (comunicações). Recife: SBPC, 1993. v. 1. p. 671-671.

JATOBÁ, L.; SILVA, A.F. e GALVÍNIO, J. D. A dinâmica climática do semiárido em Petrolina (PE). **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.10, nº1. 2017.

JATOBÁ, L.; SILVA, A.F.; GOMES, A.L.L. A ABORDAGEM INTERDISCIPLINAR DO TEMA O DOMÍNIO MORFOCLIMÁTICO DOS "MARES DE MORROS" EM PERNAMBUCO. **Revista Equador (UFPI)**, Vol.3, nº2, p. 02 - 18 (Julho/Dezembro, 2014).

- JATOBÁ, L; SILVA, A.F. Relevo e solos no domínio dos “mares de morros” de Pernambuco. In: SEABRA, G. (Org). **A Conferência da Terra- Agricultura Familiar , Natureza e Segurança Alimentar**. Itaituba: Barlavento, 2014.
- JOKIPII, J. R., & GIACALONE, J. (1998). The theory of anomalous cosmic rays. **Space Science Reviews**, 83(1-2), 123-136.
- KALESNIK, S.V. **Regularidades geográficas generales de la Tierra**. Moscou: Ed. Misl, 1970. 283 p.
- KEAREY, P.; KLEPEIS, K.A; VINE, F.J. **Tectônica Global**. 3ª edição. Porto Alegre: Bookman, 2014.
- KHILYABICH, I. **História da Filosofia e dicionário dos Principais Termos Filosóficos**. São Paulo: Argumentos, 1967.
- KING, L. C. Canons of landscape evolution. **Geol. Soc. of American Bulletin**, nº 64, p. 721 - 732. 1953.
- KONDER, Leandro. **O que é Dialética**. São Paulo: Editora Brasiliense, 1988.
- KONDER, L. A concepção marxista da História. **Revista Paz e Terra**, Ano I, nº2, 1966, p.95 – 107.
- KONSTANTINOV, F. V. **Fundamentos de la Filosofia Marxista**. Moscou: Academia de Ciências da URSS. 1965.
- KOPNIN, P.V. **Fundamentos lógicos da ciência**. Rio de Janeiro: Ed. Civilização Brasileira, 1972.
- KOSIK, K. **Dialética do Concreto**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2010.
- KOSTENKO, N. P. **Aspectos teóricos del analisis geomorfológico estructural**. Mexico: Unam, 1991.
- KOUSKY, V.E., GAN, M.A., 1981. Upper tropospheric cyclonic vortices in the Tropical South Atlantic, **Tellus**, 33, 538-551.
- KOVALHOV, S.M. **Materialismo dialectico e histórico**. Venda Nova-Amadora: Novo Curso Editores, 1974.
- KURSANOV, G.A. **El materialismo dialéctico y el concepto**. México: Editorial Grijalbo, 1966. 293 p.
- KUUCINEN, O.V. et al.. **Fundamentos do Marxismo-Leninismo**. Rio de Janeiro: Editorial Vitória, 1958.
- LACERDA, F., FERREIRA, M. A. F. e SOUZA, W. M. **Climas do Estado de Pernambuco. Atlas de Bacias Hidrográficas de Pernambuco**. In: Atlas de Bacias hidrográficas de Pernambuco. Recife: SCTMA, 2006. 104 p.
- LACERDA, F., FERREIRA, M. A. F. e SOUZA, W. M. **Precipitação Pluviométrica média anual**. In: Atlas de Bacias hidrográficas de Pernambuco. Recife: SCTMA, 2006. 104 p.
- LÊNIN, V.I. **Materialismo e Empirocriticismo**. Lisboa: Editorial Estampa, 1971
- LEPSCH, I.F. **Solos- Formação e Conservação**. São Paulo: Companhia Melhoramentos, 1977.
- LINS, R. C. **Áreas de Exceção do Agreste de Pernambuco**. Recife: SUDENE, 1989. 402p.
- LINS, R. C. As grandes divisões da Zona da Mata pernambucana. **Arquivos do ICT**, nº 2, p. 40-46, Recife, 1964.
- LINS, R. C. **Quadro Natural do Baixo São Francisco** (Área programa das várzeas inundáveis) 1. Recife: Instituto Joaquim Nabuco de Pesquisas Sociais, 1972.

- LINS, R.C. A bovinocultura no Nordeste e aspectos gerais do Agreste pernambucacano, especialmente Caruarú. **Notas e Comunicações de Geografia**, Série A , UFPE, DCG, 1981.
- LINS, R.C. Os processos fundamentais da erosão. In: JATOBA, L. (Ed.), JATOBA, L., LINS, R.C. e SILVA. A.F. **Tópicos Especiais de Geografia Física**, 2ªEd. Petrolina: Progresso, 2014. 166p.
- MABESOONE, J.M. ; ALHEIROS, M. Base Estrutural. Recife: UFPE, DGEO, **Bol. Série Estudos e Pesquisa**, V.10, 1991
- MABESOONE J. M. e CAMPANHA, V.A. Sinopse da estratigrafia das sequências sedimentares do Nordeste brasileiro. **Bol. Do Núcleo do Nordeste da SBG**, nº2, recife, 1974. p. 7-22).
- MAIA, R. P.; BEZERRA, F. H. ; SALES, V. C. Geomorfologia do Nordeste: Concepções clássicas e atuais acerca das superfícies de aplainamento. **Revista de Geografia** (Recife), v. 27, p. -6--19. 2010.
- MAIA, R.P e BEZERRA, F.H.R. Condicionamento estrutural do relevo no Nordeste setentrional brasileiro. **Mercator**, Fortaleza, v. 13, n. 1, p. 127-141, jan./abr. 2014.
- MARKHAM, C. G. **Aspectos climatológicos da seca no Brasil** - Nordeste. Recife: SUDENE, 1972.
- MARSH, N.D.; SVENSMARK, H. Low cloud properties influenced by cosmic rays. **Phys. Rev. Lett.**, 23, p. 3004- 5007, 2000.
- MARX, K; ENGELS, F. **Cartas Filosóficas e Outros Escritos**. São Paulo: Editorial Grijalbo Ltda, 1977.
- MC GEE, J.W. Sheet Flood erosion. **Bull. Geol. Soc. Am.**, 8, p. 87-112.
- MELO, M. L. de. **Os Agrestes- estudo dos espaços nordestinos do sistema gado-policultura de uso de recursos**. Recife: SUDENE, 1980. 553p.
- MELO, M. L. de. **Tipos de localização de cidades em Pernambuco**. In: JATOBA, L. (Org): Estudos Nordestinos sobre Crescimento Urbano. Recife: Fundaj, 1987, p. 167-200.
- MENDONÇA, F. **Geografia Física: Geografia Humana?** São Paulo: Editora Contexto, 1992. 72p.
- MOURA, A.D. e KOUSKY, V.E. Um relato do regime de precipitação no Nordeste brasileiro em 1981-1982 em relação aos métodos de previsão de secas. INPE: **Publicação 2569-PRE 217**, 1982, 21p.
- PASSOS, M.M dos. **Biogeografia e Paisagem**. Maringá: UEM, 1996.
- PENCK, W. **Die morphologische analyse. Ein kapitel der physikalischen geologie**. Stuttgart: J. Engelhorn's Nachf, 1924.
- PENCK, W. **Morphological Analysis of Landforms**. Londres: McMillan, 1953.
- PODOSSETNIK, V e YAKHOT, O. **Pequeno manual do materialismo dialético**. São Paulo: Argumentos, 1967. 119p.
- PROGRAMA LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS BÁSICOS DO BRASIL. **Carta geológica, carta metalogenética/previsional**. Escala 1:100.000 (Folha SC 25-V-A-II (Vitória de Santo Antão). Org. Donaldson Eliezer Guedes Alcoforado da Rocha. Brasília DNPM/CPRM, 1990, 112p.
- REPOSSI, P. del V. e CANZIANI, P. O. Detección y estudio de las perturbaciones generadas en la atmosfera por los eventos "El Niño Benguela". **Revista de Climatología**. Vol 9, 2009: 15-23.

- RODRIGUEZ, J. M. **Apuntes de Geografia de los Paisajes**. La Habana: Universidad de La Habana, 1984.
- RODRIGUEZ, J. M. M e SILVA, E.V. da. **Geoeecologia das paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental**. Edições UFC, Fortaleza: 2010, 222p.
- RODRIGUEZ, J.M.M.; SILVA, E.V. da; CAVALCANTI, A.P. B. **Geoeecologia das Paisagens**. Fortaleza: UFC Edições, 2007.222p.
- RODRIGUEZ, J.M.M.; SILVA, E.V.; **Educação ambiental e desenvolvimento sustentável. Problemática, tendências e desafios**. Edições UFC, Fortaleza: 2010, 241p.
- RODRIGUEZ, J.M; SILVA, E. V da.. **La geoeecologia del paisaje, como fundamento para el analisis ambiental**. REDE, Revista Eletrônica do Prodeema, Fortaleza, v.1, n 1, p.77-98. Dez 2007
- ROSENTAL, M. e STRAKS G. M.. **Categorías del materialismo dialéctico**, México: Grijalbo, 1960.
- ROUGERIE, G. **Géographie des paysages**. Paris: P.U.F., 1969.
- SALVADOR, M. de A. ClimAp-Aplicativo para análise de dados Climáticos. Ver. 1.1. Brasília, 2014.
- SANTANA, L.M.; SILVA, I. de F. da SILVA; ANDRADE, A. P. e SILVA, A. F. Efeito de sistemas de cultivo sobre a infiltração de água em um podzólico vermelho amarelo. **Agropecuária Técnica**, Areia-PB, v. 20, n. 2. 1999.
- SANTOS, H.G et al. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3ª edição. Brasília: EMBRAPA, 2013. 353p.
- SCHOBENHAUS C and BRITO NEVES BB. 2003. **Geologia do Brasil no contexto da Plataforma Sul-Americana**. In: BIZZI AL, SCHOBENHAUS C, VIDOTTI MR AND GONÇALVES JH (Eds), Geologia, tectônica e recursos minerais do Brasil, Brasília: Serviço Geológico do Brasil-CPRM, p. 5-54.
- SCHOBENHAUS, C., CAMPOS, D. A., DERZE, G. R. & ASMUS, H. E. (coord) (1984) – **Geologia do Brasil** – texto explicativo do mapa geológico do Brasil e da área oceânica adjacente, incluindo depósitos minerais – escala 1:2500000. DNPM MME, Brasília.
- SCHUBERT, Carlos. Paleoclima del Pleistoceno Tardío em El Caribe y regiones adyacentes: um intento de compilación. Habana: **Ciencias de La Tierra y El Espacio**, (15/16), 1989.
- SERRA, A. Meteorologia do Nordeste Brasileiro. **Rev. Bras. Geogr.**, ano VII, jul/Nov, n º3, 1945.
- SERRA, A. **As secas do Nordeste**. Edição do Serviço de Meteorologia do Ministério da Agricultura, Rio de Janeiro, 1946.
- SERRA, A. B. e RATISBONNA, L. **As massas de ar da América do Sul**. Rio de Janeiro: Min. da Agricultura, Serv. de Meteorologia, 1942.
- SIAL, A. N. The origin of the calc.alkaline suite of Cabo de Santo Agostinho, Pernambuco, Brazil. In: **Cong. Latino-Americano de Geologia**, 2º. Venezuela, 1973, p. 1-7.
- SILVA, A.F. Condições naturais e uso do solo. In: JATOBÁ, L.; LINS, R.C e SILVA. A.F. **Tópicos Especiais de Geografia Física**. Petrolina: Progresso, 2014. 116p.
- SILVA, E.V. e RODRIGUEZ, J.M.M. Geoeecologia da paisagem: zoneamento e gestão ambiental em ambientes úmidos e subúmidos. **Revista Geográfica de América Central**. Número Especial EGAL, 2011- Costa Rica, 2011, pp. 1-12

SILVA, E.V. e RODRIGUEZ, J.M.M. A Bacia Hidrográfica como Unidade de Manejo Geoecológico. In: SEABRA, Giovanni (Org). **A Conferência da Terra- Agricultura Familiar, Natureza e Segurança Alimentar**. Ituiutaba: Barlavento, 2014, 308p.

SILVA, J.S.da. Geomorfologia, Análise Ambiental e Geoprocessamento. **Rev. Bras. Geo.** Vol 1, n 1 , 2000, p.48-58.

Silva, M.D da.; Galvêncio, J.D.; Pimentel, R.M.M. 2008. Diagnóstico de ocupação vegetal do município de Brejo da Madre de Deus, Pernambuco, Brasil, através do sensoriamento remoto. **Rev. Bras. Geo.** Física, 1: 15-29.

SILVA, M.D. da.; GALVÊNCIO, J.D.; PIMENTEL, R. M de M; SILVEIRA, J.A.R de. Cobertura vegetal no Estado de Pernambuco sob distintos regimes de precipitação pluvial. Recife: UFPE, **Rev. Bras. de Geografia Física**, vol 07,n 03, 2014.

SIUSIUKÁLOV. B.I. **Fundamentos metodológicos e métodos de estudo da Filosofia**. Moscou: Edições Progresso, 1982.

SMITH, A.G.; HALLAM, A. The fit of the southern continents. **Nature**:225, p. 139- 144, 1970.

SOCHAVA, V.B.Geography and Ecology. **Soviet Geography**, n ° 12, 1971.

SODRE, N. W. **Fundamentos do Materialismo Dialético**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira. 1968. 206 p. p. 81, p.131

SOUZA, M. J. N. de, OLIVEIRA, J. G. B. de, LINS, R. C. e JATOBÁ, L. Condições Geoambientais do Semiárido brasileiro. **Ciência e Trópico**. Recife: FUNDARJ, v. 20. N. 1. p. 173-198. Jan/jun 1992

SOUZA, M.J. N. de. O campo de ação da Geografia Física. Bol. de Geografia Teorética, vol. 15, nº 29-30, p.32-40. !985.

STEFFEN, C.A; LORENZZETTI, J.A.; SOUZA, R.C.M de. **Sensoriamento Remoto: Princípios físicos, sensores e produtos, e sistema Landsat**. São José dos Campos: INPE, 1981.

STONE, E.C. *et al., Voyager 1 Explores the Termination Shock Region and the Heliosheat Beyond*. **Science**; Vol. 309, pp. 2017-2020. 23 Set. 2005, NASA. NOAA

STRAHLER, A.N. **Geografia Física**. Barcelona: Omega, 1974.

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

SUGUIO, K; BIGARELLA, J.J. **Ambientes Fluviais**. Florianópolis: Editora da UFSC, 1990, 183p.

SWINGWOOD, Alan. **Marx e a Teoria Social Moderna**. São Paulo: Civilização Brasileira, 1978.

TAITJÉ, G. F. El fator tempo y su importância em geografia. **Notes de Geografia Física**, nº 15-16, 1986, Universidad Barcelona.

THALHEIMER, A. **Introdução ao Materialismo Dialético**. São Paulo: Editora Ciências Humanas, 1979.

THORNBURY, W.D. Principios de Geomorfologia. Buenos Aires: Kapelusz,1960

TRICART, J. e KILIAN, J. **La ecogeografía y la ordenación del medio natural**. Barcelona: Anagrama, 1982.

TRICART, J. **Principes et Méthodes de la Géomorphologie**. Paris: Masson, 1965.

TUCKER, Robert. **Karl Marx: Filosofia e Mito**. Rio de Janeiro : Zahar,1963.

UVO, C.R.B. Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e sua relação com a precipitação da região norte do Nordeste do Brasil. São José dos Campos: INPE. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Curso de Pós-Graduação em Meteorologia, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 82 p. 1989.

VALADÃO, R. C. Evolução de longo-termo do relevo do Brasil Oriental (desnudação, superfícies de aplanamento e soerguimentos crustais). Salvador, 243p. **Tese** (Doutorado em Geologia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, 1998.

VIEIRA, L.S. **Manual da Ciência do Solo**. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1975. 464 p.

VITTE, A.C. Etchplanação dinâmica e episódica nos trópicos quentes e úmidos. **Revista do Departamento de Geografia**, 16 (2005) 105-118. USP, 2005.

WAYLAND, E. J. Pediplains and some other erosions platforms: annual report and bull. protectorate of Uganda. Geological Survey Dept. **Notes**, v.74, n.1, p.376-377, 1933.

Wegener, A. **La gênese des continents et des océans. Theorie des Translations Continentales**. Paris: Librairie Nizet et Bastard, 1937.

YAJOT, O. **Que es el Materialismo Dialéctico**, Moscou, s./d.