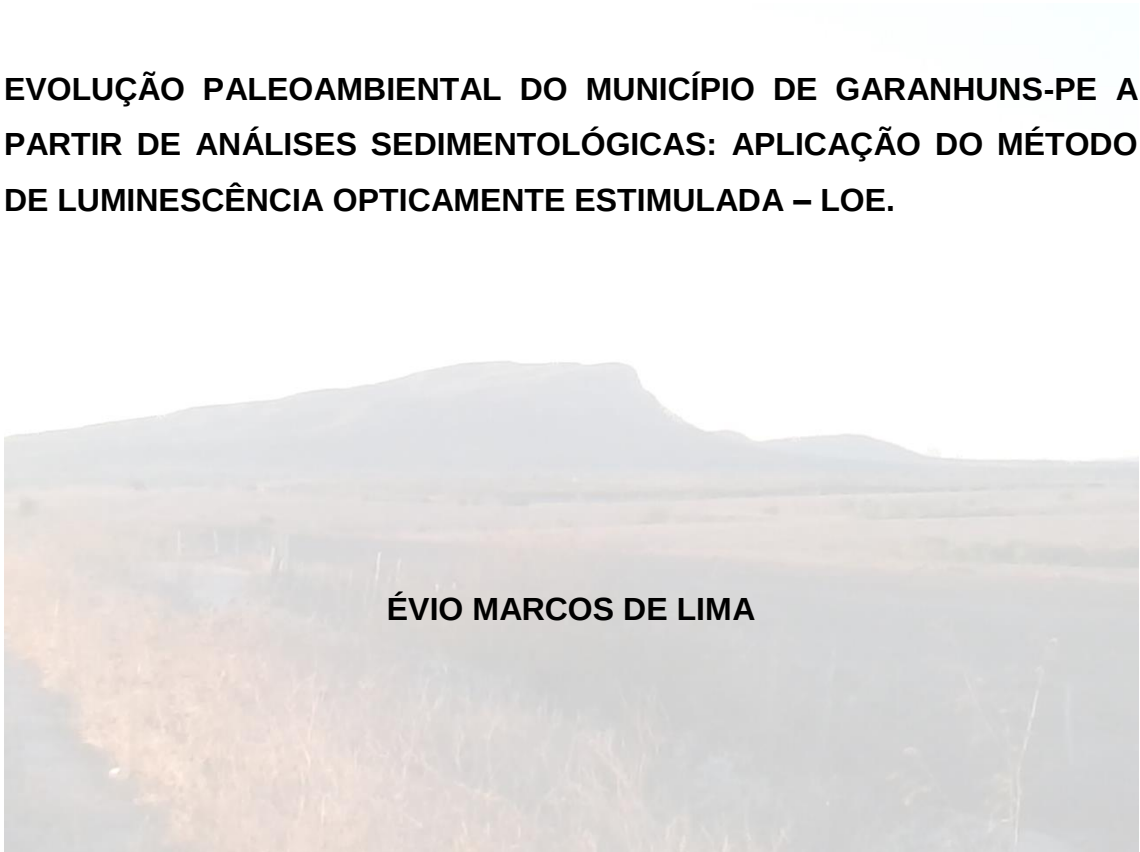


UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO – UFPE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA – PPGeo

**EVOLUÇÃO PALEOAMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE GARANHUNS-PE A
PARTIR DE ANÁLISES SEDIMENTOLÓGICAS: APLICAÇÃO DO MÉTODO
DE LUMINESCÊNCIA OPTICAMENTE ESTIMULADA – LOE.**



ÉVIO MARCOS DE LIMA

Recife

Julho, 2014

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO – UFPE

DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS GEOGRÁFICA – DCG

PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA – PPGeo

**EVOLUÇÃO PALEOAMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE GARANHUNS-PE A
PARTIR DE ANÁLISES SEDIMENTOLÓGICAS: APLICAÇÃO DO MÉTODO
DE LUMINESCÊNCIA OPTICAMENTE ESTIMULADA – LOE.**

MESTRANDO: ÉVIO MARCOS DE LIMA

ORIENTADOR: Dr. ANTONIO CARLOS DE BARROS CORRÊA

O presente trabalho consiste na dissertação final do curso de pós graduação *Strictu Sensu*, apresentada como requisito para obtenção do grau Mestre, pelo aluno Évio Marcos de Lima. O autor recebeu orientação do professor Dr. Antônio Carlos de Barros Corrêa.

Recife

Julho, 2014

Catálogo na fonte

Bibliotecário Tony Bernardino de Macedo, CRB4-1567

L732e Lima, Évio Marcos de.

Evolução paleoambiental do município de Garanhuns – PE a partir de análises sedimentológicas: aplicação do método de luminescência opticamente estimulada - LOE / Évio Marcos de. – Recife: O autor, 2014.

110 f. : il. ; 30cm.

Orientador: Profº. Drº. Antônio Carlos de Barros Corrêa.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, CFCH. Programa de Pós-graduação em Geografia, 2014.

Inclui referências.

1. Geografia. 2. Quaternário. 3. Mapeamento geomorfológico. 4. Garanhuns - PE. I. Corrêa, Antônio Carlos de Barros (Orientador). II. Título.

910 CDD (22.ed.)

UFPE (BCFCH2014-127)



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



EVIO MARCOS DE LIMA

**“MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO COMO FERRAMENTA DE IDENTIFICAÇÃO DE
DEPÓSITOS QUATERNÁRIOS NO MUNICÍPIO DE GARANHUNS-PE”**

Dissertação defendida e APROVADA pela banca examinadora:

Orientador: _____
Dr. Antônio Carlos de Barros Correa (UFPE)

2º Examinador : _____
Dr. Osvaldo Girão da Silva (UFPE)

3º Examinador: _____
Dr. Jonas Otaviano Praça de Souza (UNIVASF)

**RECIFE – PE
21/07/2014**

AGRADECIMENTOS

Ao prof. Dr. Antonio Carlos de Barros Corrêa por ter orientado este trabalho e por sempre estar presente na minha vida acadêmica, orientando, aconselhando e contribuindo como pode para o meu benefício, muito obrigado.

Aos Membros da banca prof. Dr. Osvaldo Girão da Silva e prof. Dr. Jonas Otaviano Praça de Souza, por colaborarem com a construção deste trabalho em meio à circunstâncias por vezes emergenciais.

À Dunalva Monteiro e José Trajano, pela vida.

À Érica Patrícia, Erico Rodrigo e Thiago César, pela irmandade e parceria, sem as quais, a minha vida não seria metade do que foi até agora.

À prof^a. Dr^a. Danielle Gomes da Silva, pela colaboração constante, pessoa de fundamental importância em toda minha vida acadêmica.

À prof^a. Dr^a Renata Nunes Azambuja, por me trazer ao mundo da geomorfologia, foi tudo culpa dela!

Aos amigos Msc. Ana Clara, Msc. Drielly Fonseca, Msc. Rodrigo de Freitas, prof. Dr. Daniel Lira, Msc. Kleython Monteiro, prof. Dr. Lucas Costa, pela inesgotável paciência e parceria que sempre tiveram comigo.

Aos demais amigos do Grupo de Estudos do Quaternário – GEQUA.

A Pollyane Santos, Diego Lima, Msc. Luciana Cruz, Leandro Aleixo, José Saraiva, Túlio de Oliveira, Everton Ramos, Everson Ramos, Enoque, Sensei José Ironaldo, Jesica Oliveira, José Anselmo, Deivid Roberto, Hugo Barros e tantos outros que a memória resolveu não buscar; Vocês me ajudaram a ser/ter o que sou/tenho hoje.

Obrigado.

Para Bárbara Aguiar de Castro

RESUMO

O município de Garanhuns está inserido no Agreste Meridional de Pernambuco. Tal área, reconhecida como o limite Sul do pediplano central da Borborema, configura uma situação de transição ambiental. Assim, os métodos propostos como análise desta região foi a análise sedimentar dos sedimentos de encosta – colúvio – com aferição do aspecto morfológico, morfoscópico e a cronologia, através da datação por Luminescência Opticamente Estimulada – LOE –, a fim de estabelecer a evolução Paleoambiental da região.

A utilização dos métodos de Luminescência Opticamente Estimulada – LOE – e análise morfo sedimentar embasaram a constatação cronológica das variações climáticas dos últimos 42 mil anos, na área de estudos, bem como a construção de cenários dinâmicos, reflexos das variações ambientais que ocorreram neste período. Os métodos de mapeamentos respeitaram orientações padronizadas pela União Internacional de Geomorfologia – UIG.

O Resultado foi a elaboração de um panorama que constatou processos dinâmicos com relação ao clima e suas respostas morfológicas foram identificadas através de componentes gráficos alicerçados em mapeamentos. O mapa geomorfológico na escala de 1:200.000 revelou feições do modelado resultantes de uma forte dinâmica ambiental quaternária, cadenciada por relevos estruturais. A pedologia característica acena para influência significativa da climatologia nos últimos 10 mil anos. Exposição de Inselbergs e Cristas, revelam a relação entre clima e estrutura fomentando o desenvolvimento do modelado, onde o trabalho de denudação e a resistência litogeológica propõem um processo de etchplanação dinâmica das vertentes.

PALAVRAS-CHAVE: Quaternário, Mapeamento Geomorfológico, LOE, Reconstrução Paleoambiental, Garanhuns.

ABSTRACT

The Municipality of Garanhuns is inserted into the Southern Agreste of Pernambuco. This area, known as the southern limit of the central pediplan of Borborema, sets up an environmental transition situation. Consequently, the proposed methods such as analysis of this region was the sedimentary analysis of slope sediments - colluvial - with measurement of morphological appearance, morfoscópico and the chronology by dating Optically Stimulated Luminescence - OSL - in order to establish the paleoenvironmental evolution of region.

The use of the methods of Optically Stimulated Luminescence - OSL - and morphological sedimentary analysis provided the basis for chronological observation of climate changes in the past 42,000 years in the area of studies and building dynamic scenarios, reflections of the environmental changes that have occurred in this period. The mapping methods respected standardized guidelines by the International Union of Geomorphology - UIG.

The result was the development of a panorama that found dynamic processes in relation to climate and morphological responses were identified through Widgets grounded in mappings. The geomorphological map on the scale of 1: 200,000 revealed features of the modeled result of a strong quaternary environmental dynamics, punctuated by structural reliefs. The pedology feature nods to significant influence of climate in the past 10,000 years. Inselbergs exposure and ridges, reveal the relationship between climate and structure by promoting the development of modeling, where the work of denudation and litogeological resistance propose a process of dynamic etchplan the slopes.

KEYWORDS: Quaternary Geomorphological Mapping, OSL, paleoenvironmental reconstruction, Garanhuns.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Mapa de Localização do Município de Garanhuns.....	21
FIGURA 2 - Modelo Digital de Elevação – MDE do Município de Garanhuns.....	22
FIGURA 3 - Mapa Geomorfológico do Município de Garanhuns em escala 1:200.000.....	23
FIGURA 4 - Mapa da Zona de Topo.....	24
FIGURA 5 – Dinâmica deposicional em sopé da área de topo.....	25
FIGURA 6 – Perfil recortado de área de topo no mapa.....	25
FIGURA 7 – Marcação gráfica do perfil.....	26
FIGURA 8 – Pedimento sendo dissecado por fatores ambientais.....	27
FIGURA 9 - Transição de solos.....	28
FIGURA 10 – Perfil recortado de área de pedimento no mapa.....	29
FIGURA 11 – Marcação gráfica do perfil recortado.....	30
FIGURA 12 – Perfil recortado de inselberg	31
FIGURA 13 – Marcação gráfica do perfil recortado.....	31
FIGURA 14 – Mapa Geológico do Município de Garanhuns.....	33
FIGURA 15 – Croqui da litologia da região entorno à área de estudos.....	35
FIGURA 16 – Mapa de solos do Município de Garanhuns.....	37
FIGURA 17 – Perfil de Argissolo Amarelo.....	37
FIGURA 18 – Perfil de Argissolo Vermelho-Amarelo.....	39

FIGURA 19 – Perfil de Latossolo Amarelo.....	40
FIGURA 20 – Transição Latossolo Amarelo-Neossolo Regolítico.....	42
FIGURA 21 - Zona de Convergência Inter Tropical – ZCIT	44
FIGURA 22 – Complexo convectivo	45
FIGURA 23 – Tabela de temperaturas médias de 6 municípios na área.....	46
FIGURA 24 – Histograma das precipitações médias para o Município de Garanhuns	48
FIGURA 25 – Pasto em fazenda de gado.....	49
FIGURA 26 – Plantação de mandioca por agricultura familiar.....	50
FIGURA 27 – Campos de pastos em zona de pedimentos e topos.....	51
FIGURA 28 – Mapa de bacias hidrográficas e principais cursos hídricos.....	53
FIGURAS 29/30 – Processo de seleção/preparação dos perfis para coleta.....	54
FIGURA 31 – Tabela de amostras de sedimento coluvial	55
FIGURA 32 - Perfil de Coleta do ponto BV.....	57
FIGURA 33 – Perfil de coleta do ponto ELT	58
FIGURA 34 – Procedimento de Quarteação realizado no LabGEQUA.....	60
FIGURA 35 – Agitador com jogo de peneiras para seleção dos grãos.....	61
FIGURA 36 – Análise morfoscópica sendo realizada no LabGEQUA.....	62
FIGURA 37 – Concentração dos isótopos radiativos utilizados para calcular a dose anual	63

FIGURA 38 – Tabela das idades de cada amostra	65
FIGURA 39 – Gráfico de partição granulométrica da amostra VRM – 190.....	66
FIGURA 40 - Gráfico de partição granulométrica da amostra VRM – 130.....	67
FIGURA 41 – Gráfico de partição granulométrica da amostra VRM – 100.....	68
FIGURA 42 – Pontos de coleta das amostra BV	69
FIGURA 43 – Tabela Granulométrica	71
FIGURA 44 – Tabela Morfo sedimentar	72
FIGURA 45 – Tabela de arredondamento de grãos das amostras VRM.....	73
FIGURA 46 – Tabela de arredondamento de grãos das amostras BV e ELT.....	74

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	III
RESUMO.....	IV
LISTA DE FIGURAS.....	VI
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Objetivo Geral.....	3
1.2. Objetivos Específicos.....	3
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
2.1. O Conceito de Paisagem.....	5
2.2. Geomorfologia do Quaternário.....	11
2.3. Mapeamento Geomorfológico.....	16
3. CARACTERIZAÇÃO ANALÍTICA DA ÁREA DE ESTUDOS.....	21
3.1. Da Compartimentação Geomorfológica	23
3.2. Da Geologia e Litologia Regional.....	33
3.3. Dos Tipos de Solos.....	36
3.4. Da Climatologia.....	44
3.5. Dos Usos da Superfície.....	49
3.6. Da Hidrologia.....	52
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	54
4.1. Das Visitas à Área de Trabalho e Coletas de Material.....	54
4.2. Dos Procedimentos Laboratoriais.....	59
4.3.1. Granulometria.....	59
4.3.2. Datação por Luminescência Óptico Estimulada.....	62
4.3.3. Construção do Banco de Dados Geográfico e Elaboração dos Mapas.....	63

5. LEITURA E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS.....	
65	
5.1. Evolução Paleoambiental.....	65
5.2. Análise Granulométrica.....	71
6. DISCUSSÃO FINAL.....	75
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	77
ANEXOS	93

1. INTRODUÇÃO

A geomorfologia estuda as formas da superfície terrestre, sua distribuição e suas relações mútuas, sua origem e sua evolução passada e atual.
Coltrinari, 2011.

A maneira como evolui o relevo terrestre configura como uma das principais preocupações do geomorfólogo, desde os primórdios da ciência. O modelado superficial da terra, mais do que belas paisagens, representa o habitat primeiro do ser humano. Dada sua importância, desvendar os processos que levam/levaram ao presente estado do modelado, se torna missão deveras salutar para contribuir com a evolução e o desenvolvimento do próprio homem (COLTRINARI, 2011). Por esse prisma, é dada atenção especial às modificações geomorfológicas dos últimos 2,5 milhões de anos, período compreendido por Quaternário, no qual a espécie humana teria sido concebida e desenvolvida nos padrões atuais.

De muitas formas, o período quaternário é substancialmente singular, seja por sua dinâmica climática variavelmente intensa, seja pela extinção dos últimos remanescentes de mega fauna ou pelo desenvolvimento biogeográfico do ser humano. Tomando pela ótica da geomorfologia, as oscilações climáticas do Quaternário são mais presentes nos tempos atuais que de qualquer outro período geológico, tal fato, pode ser evidenciado nos depósitos de sedimentos resultantes das ações conjuntas de forças como a gravidade, de eventos climáticos extremos, de oscilações e/ou rupturas climáticas menos abruptas e da ação do homem. As análises do trabalho permeiam a perspectiva conceitual da teoria geral dos sistemas (BERTALANFFY, 1975), abarcando uma visão holística sobre a paisagem, onde os sistemas ambientais naturais interagem entre si, sintetizando uma espessa gama de fatores que, interligados, configuram/configuraram as dinâmicas ambientais capazes de modelar a região estudada. (CHRISTOFOLETTI, 1980; 1999; CHRISTOFOLETTI, 2006; CORRÊA, 2001; CAVALCANTI, 2010; SOUZA, 2011)

Para tal entendimento é quase intrínseca a relação entre análise geomorfológica e a utilização de um mapeamento geomorfológico como ferramenta dessa análise, bem como um produto de um estudo detalhado (BISHOP, 2012).

O processo de construção do arcabouço gráfico é basicamente pautado no desenvolvimento de um esboço que guia o trabalho de campo e de um segundo processo com os resultados finais (CUNHA, et. al. 2003). A técnica tem sido

amplamente desenvolvida por pesquisadores de todo o mundo (BISHOP, et. al. 2012; GAO, et. al. 2013; WILSON, 2012; FONSECA, et. al. 2011), amplificando as possibilidades de mapeamentos e de aspectos analisados, de tal maneira, se tornando ínvio um estudo prático de geomorfologia que não lance mão de técnicas em Sistemas de Informações Geográficas – SIG's.

Esta pesquisa vincula-se a uma linha de trabalho ainda pouco explorada pela geografia física da região; as mudanças ambientais no Quaternário Tardio (Pleistoceno Superior/Holoceno) e sua repercussão sobre os sistemas geomorfológicos do Nordeste do Brasil, sobretudo nos ambientes continentais semi áridos. Alicerça-se também sobre a carência de mapeamentos geomorfológicos de detalhe, voltados para a elucidação de eventos recentes – Quaternário tardio – estruturadores do modelado e visa reconhecer e interpretar o significado geomorfológico de determinadas feições, de dimensões diversas, ubíquas no contexto semi árido, ao longo das quais se assenta a maior parte da população rural que tem na prática da agricultura sua sustentação econômica.

Alvo de grande especulação no campo das ciências da terra, a evolução dos depósitos de sedimento coluvial, indaga sobre a gênese do modelado superficial, ao passo que pode responder questionamentos sobre constituição litológica, geológica, pedológica e ambiental (SUGUIO, 2010). O questionamento sobre como o clima e os aspectos estruturais atuaram em conjunto na evolução ambiental da região de Garanhuns é o que moveu o interesse deste trabalho.

A dinâmica ambiental bastante ativa do período quaternário pode ser investigada e reconhecida através de análises sedimentológicas, sobretudo em sedimentos do tipo colúvio. A utilização de técnicas de mapeamento geomorfológico deve representar ferramenta para a contemplação da paisagem e compreensão dos processos que atuaram na gênese do modelado atual. Aliado a constante variação do quadro ambiental global nos últimos 1,6 milhões de anos, o fator tectônico, representado pela ocorrência de uma zona de cisalhamento transversal na área, atua como mais um controlador nas taxas de sedimentação e na dinâmica climática de micro escala o que, por sua vez, tem contribuído para a caracterização das paisagens nesta porção do Pediplano Central da Borborema. Pautado na teoria da Etchplanação (Wayland, 1933), é possível especular um balanço entre processos de pedogênese e morfogênese, de maneira à evidenciar no relevo, o reflexo deste processo.

1.1. Objetivo Geral

Elaborar uma caracterização de paleoambientes no Município de Garanhuns-PE, estabelecendo conexões com a evolução do modelado.

1.2. Objetivos Específicos

- Mapear o município de Garanhuns (PE) em escala de 1: 200.000, a partir das bases cartográficas e dados TOPODATA obtidos junto ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE .
- Estabelecer níveis de conexão entre as formas e os agentes esculturares em consonância com os controles morfoestruturais e morfoestratigráficos;
- Analisar vínculos causais para a distribuição espacial de feições geomorfológicas identificadas, bem como os padrões de drenagem e graus de equilíbrio morfodinâmico do sistema fluvial local;
- Mapear áreas de coleta dos depósitos sedimentares.
- Mapear e descrever as unidades geomorfológicas e resgatar seus processos formadores em diversas escalas espaciais e temporais (tectônica, geologia, história climática e uso do solo);
- Realizar a datação do sedimento coletado em campo, a fim de estabelecer consonância entre o período, a dinâmica ambiental contemporânea ao depósito e esboçar a evolução páleo ambiental da região.
- Analisar forma e distribuição, quantitativa e qualitativa, dos grânulos de sedimento coluvial, através de análises morfooscópicas.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. O CONCEITO DE PAISAGEM

A primeira aplicação do termo “paisagem” usado no âmbito das ciências geográficas pode ser atribuído a Alexander Von Humboldt (POZZO & VIDAL, 2010), sua gênese etimológica remete ao termo alemão *Landschaff*, que faz referência à estética e ao território. Sobre o tema, Ferraz (2013) assinala que

Houve e ainda há diversas concepções sobre a paisagem, porém a visão que foi muito difundida, principalmente durante o Renascimento, a definia como “uma porção do espaço que pode ser observada com um golpe de vista” sendo influenciada por elementos estéticos que perdurou na geografia e atualmente é revistada e discutida. (p. 02)

A evolução do pensamento nas ciências geográficas e, em especial na geomorfologia, fez transcender a noção de paisagem natural apenas como elemento estético, contexto bastante visitado nas artes plásticas europeias, pré-renascimento. Besse (2000) aborda, sob diferentes ângulos, o conceito de paisagem, este autor afirma que:

A paisagem é o produto das interações, das combinações entre um conjunto de condições e de constrições naturais (geológicas, morfológicas, botânicas, etc) e um conjunto de realidades humanas, econômicas, sociais e culturais. A paisagem é o efeito e a expressão evolutiva de um sistema de causas também evolutivas. (p. 66)

Mais do que uma definição possa abarcar, a amplitude do termo permite elaborar um sem fim de abordagens e aplicações, tão polissêmicas quanto a própria definição desse conceito-chave da geografia (CASTRO, 2007).

Ab’Saber (2003) assinala para a inevitável conclusão, a que chega o cientista após uma carreira de investigações sobre a paisagem, de esta, representar herança, o fruto de uma concatenação de fatores. Assim, a concepção ontológica da paisagem fica alicerçada sob o legado dos processos físicos, endógenos e exógenos (AB’SABER, 2003).

A concepção de fatores homogêneos dentro da definição de paisagem permitiu identificar e agrupar paisagens dentro de paisagens, embasado na diferenciação genética de sua evolução e nas diferentes características físicas e ecológicas. Para tal

situação surge a definição de paisagens de exceção. “Paisagens de exceção constituem fatos isolados, de diferentes aspectos físicos e ecológicos inseridos no corpo geral das paisagens habituais” (AB’SABER, 2003, pg. 147).

No contexto de um trabalho de busca pela elucidação dos processos que deram origem e forma ao relevo atual, é evidente a importância de uma abordagem que lide com a dinâmica das formas, pois a preservação das mesmas depende diretamente dos agentes envolvidos em seu equilíbrio (HACK, 1960). A investigação da evolução histórica de uma paisagem geomorfológica passa desde uma análise de componentes estruturais até o tipo de uso e ocupação da superfície em questão. Nesse contexto, um mapeamento geomorfológico de detalhe pode suprir carências, tanto em uma investigação científica que busca decifrar como ocorreram os processos que deram forma ao modelado, quanto no estabelecimento de conexões entre eventos passados e do presente, uma investigação fundamentada na perspectiva integradora da análise geossistêmica, e na concepção de que o relevo denuncia os fatos passados e guarda respostas para questionamentos do presente, ao passo que serve de alicerce para projetos futuros (CORRÊA, 2006; SILVA e FILHO, 2006; SUERTEGARAY, 2002; SUGUIO, 1973; TRICART, 1977).

O Processo de investigação da evolução das formas do relevo é cadenciado pelo estudo de todos os componentes que agiram/agem nesse sistema, o que permite reconstruir os cenários pelos quais foram construídas as conjunturas do modelado superficial (BACKINSALE & CHORLEY, 2003).

Para Mabesoone (2002) o método dedutivo, amplamente aplicado em geomorfologia, pode levar a erros com base em premissas equivocadas, além de existir o risco da extrapolação dos dados descritos em relação ao que se consegue provar empiricamente. A depender do tipo do clima, por exemplo, as formas finais do relevo, podem sofrer um sem-número de alterações dentro de uma lógica, sobretudo, estabelecida pela constituição climática e ambiental da paisagem em questão.

A ideia de ciclicidade deve existir não como um resgate nostálgico à teoria de Davis (1899), mas considerando as singularidades de diferentes regiões tectônicas, além de conceber os diferentes modelados superficiais através das condições ambientais com as características próprias de cada ponto da superfície terrestre.

Essa perspectiva permite, também, vislumbrar o futuro e precaver a sociedade estabelecida sobre a região estudada, no sentido de conhecer possíveis situações de

perigos, que ofereçam algum tipo de risco em âmbito social e ambiental. A seguir, exibe-se um acúmulo de relevantes contribuições ao tema proposto.

A visão de conjunto entre fatores, foi fundamental no desenvolvimento da “Teoria Geral dos Sistemas”, elaborada por Ludwig Von Bertalanffy (1975). Contudo, mais do que uma nova forma de tentar enxergar o mundo, surge aí uma tentativa do homem em compreender os processos atuantes nas paisagens naturais para, assim, encontrar a forma mais equilibrada de desenvolvimento. Christofolletti (1999) reflete sobre a visão sistêmica da paisagem falando que

Essas perspectivas surgiram considerando o desenvolvimento da biologia teórica, com as inovações introduzidas por Ludwig Von Bertalanffy, e as concepções mais recentes ligadas com o desenvolvimento observado no campo da química e da física, mormente no que se refere aos sistemas dinâmicos não-lineares, com comportamento caótico. (p. 02)

Não obstante à perspectiva de análise da paisagem sob uma ótica integradora, entre componentes processos e formas, e colocando em vislumbre a teoria sistêmica, Cavalcanti (2010) sob preceitos da escola russa (ISACHENKO, 1991; SOCHAVA, 1978), procura definir o termo paisagem como

uma área específica, homogênea em sua origem e história de desenvolvimento, com o mesmo fundamento geológico, o mesmo tipo de relevo, o clima geral, uma combinação uniforme de condições hidrotermais, solo, biocenoses e conjunto lógico de partes morfológicas – *fácies e tratos*.(p. 41)

A análise de um sistema físico, carece do conhecimento e investigação dos diversos fatores que geram energia para dinamizar e, assim, modificar esse sistema. Do tratamento da paisagem enquanto sistema ambiental ou sistema físico surge o termo geossistema, que virá a ser objeto central de análise para a geografia física integrada (CHRISTOFOLETTI, 1980; 1999; MONTEIRO, 2001; SILVA e PEREZ FILHO, 2006). Essa lógica sistemática que revolucionou a forma de enxergar o mundo, e as relações intrínsecas que todos os elementos da natureza exercem uns com os outros, acaba por permitir uma nova perspectiva na qual as paisagens funcionariam como sistemas dinâmicos, onde, para o desenvolvimento de uma etapa é necessária à existência de energia como resultado do funcionamento de uma etapa anterior (CHRISTOFOLETTI, 1980; 1999; MONTEIRO, 2001; SILVA e PEREZ FILHO, 2006).

A introdução da utilização de sistemas em geomorfologia foi feita por Chorley (1962), que procurou conhecer as interações que mantêm – ou rompem – conexão entre fluxos, processos e energia, dentro de uma bacia hidrográfica (Chorley. et. al., 1971, *apud* Christofolletti, 1999). No Brasil Monteiro (1971; 1978; 2001) foi pioneiro na introdução da abordagem geossistêmica aos seus trabalhos em geografia física mais concentradamente em climatologia.

A tentativa de compreender os processos dinâmicos dentro de uma paisagem natural comporta a análise de diversos fatores que interagem com a determinada paisagem (sistema). Nessa ótica exposta, Bertalanffy (1975) afirma que para se entender a organização da paisagem deve-se pensar essa paisagem como um todo, maior que a soma de suas partes. Essa visão influenciou, também, os esforços para elaboração de definições epistemológicas de diversas ciências. Detendo-se aos domínios das ciências geográficas, Chistofolletti (2005) considera a geografia como a ciência que estuda as organizações espaciais divididas em Geossistemas – adotando o termo elaborado por Sochava, 1962 – e os sistemas socioeconômicos. Apesar desta afirmação, Sochava, segundo Christofolletti (1999 p.40-45) preocupa-se que a concepção de geossistema deva, também, vislumbrar a conexão entre sociedade e natureza, dado que as ações e fatores componentes do sistema socioeconômico repercutem diretamente por sobre o comportamento do geossistema, devendo ser levadas, todas, em consideração no momento da análise.

O conflito central entre as duas principais concepções está relacionada à dimensão desse sistema, para Betrand (1972) os geossistema deveria ter entre dezenas e centenas de quilômetros quadrados enquanto que, para Sochava (1962), a dimensão dos geossistema é bastante variável, compreendendo mesmo a terra como um geossistema, bem como uma micro bacia métrica, com um raso solo e uma tênue cobertura vegetal. (CHRISTOFOLETTI, 1999; CAVALCANTI, 2010).

Sochava (1978, *apud* Cavalcanti, 2010) define geossistema como “uma área homogênea de qualquer dimensão onde os componentes da natureza estão em conexões sistêmicas uns com os outros, interagindo com a esfera cósmica e a sociedade humana.” (p. 34)

Em termos próprios, Monteiro (1978) define geossistema como “um sistema singular e complexo, apresentando interação de elementos físicos, químicos e biológicos, onde podem estar incluídos os sistemas socioeconômicos”. Deste modo, a observação das paisagens dispostas por toda uma área, como sistemas físicos integrados – ou Geossistemas – deve comportar também o resultado das ações

antrópicas e do sistema socioeconômico vigente, como em Botelho (2010), onde a intervenção humana fica registrada nas canalizações, retificações e barramentos dos cursos d'água, na ocupação das encostas, podendo gerar/intensificar situações de perigo e no uso do solo explorando o potencial agropecuário da área.

São perspectivas que interagem com a complexidade da natureza, o aparente estado de caos que surge para romper com o paradigma proposto pela ciência Cartesiano-Newtoniana, vigente até, pelo menos, meados do século XX (CAMARGO e GUERRA, 2007). Segundo Camargo e Guerra (2007),

Na compreensão do novo princípio da desordem, não como oposição à ordem, estão vários elementos que fazem parte da nova compreensão da realidade física. Entre eles estão as interações, o acaso, a turbulência, as estruturas dissipativas, o caos, a auto-organização e toda nova compreensão do Universo interligado microscopicamente. (p. 136-137)

Esses paradigmas compreendem perspectivas que se complementam e trazem novas abordagens de investigação, embora estejam sempre pautados sobre antigas divergências e diferentes pontos de vista que tentaram explicar a evolução dos processos que atuaram na formação e no desenvolvimento da morfologia dos geossistemas. (CAMARGO e GUERRA, 2006; VITTE, 2006; SOUZA, 2011)

Muitos são os elementos integradores de um geossistema, mas, em evidência, o clima tem papel de destaque se tratando de relevância na sua dinâmica. Christofoletti (1999) ressalta que

O clima é fator fundamental para o geossistema, pois constitui o fornecedor de energia, cuja incidência repercute na quantidade disponível de calor e água. O clima surge como controlador dos processos e da dinâmica do geossistema, mas não como o elemento intrínseco e integrante na visualização da organização espacial. (p. 42)

Em complementação a esta afirmação, observa-se em Ferreira (2002) a afirmação de que

1) os processos geomorfológicos são muito sensíveis às variações climáticas, mesmo de tempo curto; 2) pelo contrário, as formas do relevo tendem a apresentar uma certa “inércia” em relação às variações climáticas de alta frequência. (p. 15)

O clima deve ser compreendido como um sistema dinâmico, que apresenta comportamento periódico (MONTEIRO, 1971), mas que pode vir a sofrer modificações comportamentais por interferência de outros sistemas e, dessa forma, desencadear com maior eficácia processos morfodinâmicos bruscos, facilitados por zonas de fraqueza e arrasando os solos preexistentes (LIMA, 2010). Sendo a resposta, do ponto de vista da dinâmica geomorfológica, muito mais sensível a eventos com maior magnitude e menor ocorrência.

As características topográficas e demográficas em evidência no município de Garanhuns, onde sua altitude ultrapassa os 1000 m e a crescente população configuram essa, como uma cidade média em expansão e tornam clara a necessidade de classificação e identificação de sua dinâmica climática. Girão (2009) afirma que “a região nordeste do Brasil é reconhecida como uma região problemática do ponto de vista climático, com ênfase para a alta variabilidade interanual das precipitações na porção interior da região” (p. 228). Detendo-se ao mesmo autor, ele retifica que

Apesar dos índices anuais médios pluviais considerados baixos, no interior da área semi árida existem sub regiões, consideradas de exceção, como as áreas serranas e de chapadas, onde a precipitação total média anual pode ultrapassar os 1 000 mm, como na Chapada do Araripe, ao sul do Estado do Ceará. (p. 228)

Em regiões semi áridas, com vegetação esparsa e com o aumento da declividade; um dos fatores principais na modelagem do relevo é o escoamento superficial, um dos principais responsáveis, pelos processos de intemperismo /transporte/deposição (DEVINE, et. al., 1998). Tal escoamento é fator determinante no dinamismo da erosão mecânica em bacias de drenagem (Fernandes et. al., 2010). A ação das precipitações atrelada à característica topográfica marcada pela existência de encostas e a interferência antrópica nos sistemas naturais, são fatores que implicam quase que diretamente na ocorrência de acentuados processos morfogenéticos. (GUERRA, 2011; PETLEY, 2010; SOUZA, 2011; MARÇAL & GUERRA, 2006)

Uma das abordagens que tenta lidar com a evolução das formas, alcança na Teoria da Etchplanação (WAYLAND, 1933) ou redução gradual da superfície do relevo (BÜDEL, 1957; THOMAS, 1994), uma sistemática análise que lida com a equivalência e o ajuste, entre os processos de intemperismo químico e físico em um mesmo sistema. Sugerindo que a ação do intemperismo químico expande o front de alteração

que, contrabalanceado pela ação morfogenética em superfície, promovem o rebaixamento do nível de base, homogeneizando a topologia desta superfície, enquanto que os materiais mais competentes que não sofreram intemperismo químico revelam-se em *inselbergs* (VITTE, 2005; THOMAS, 1994)

Para Büdel (1957), o relevo se desenvolve sob substrato homogêneo. Contudo, Twidale (1983), defende que a associação entre as características do substrato e as propriedades químicas das rochas pode levar ao aumento na intensidade no processo de intemperismo químico, ao qual estaria atrelada a ação da morfogênese por parte dos processos fluviais e de movimentos de massa (VITTE, 2005). A presença de *inselbergs*, comumente associada à ambientes semi árido de clima seco, com precipitações concentradas e embasamento primordialmente cristalino, com desenvolvimento de arenitos e ação morfogenética (THOMAS, 1994), pode ser compreendido aqui como indício aplicável da teoria da Etchplanação. Thomas (1994), definindo a visão de Büdel (1957) afirma que

O rebaixamento progressivo da superfície de intemperismo pode isolar núcleos destacados mais resistentes, penetrando através de articulações inclinadas, o intemperismo segue, enquanto escudos maiores são formados nestes *inselbergs*. (p. 289, tradução livre do autor)

Segundo Corrêa (2008) o termo “Etchplanação” faz referência à exposição da frente de intemperismo, promovida pela remoção do regolito. Para o mesmo autor, este processo não ocorreria paralelamente ao desenvolvimento da morfogênese, sua escala evolutiva de rebaixamento do nível de base, estaria enquadrado em uma escala de 1 bi de anos. Em margens passivas, um ritmo cíclico entre a ocorrência dos processos de morfogênese e pedogênese, cadenciam a evolução desse sistema. Nessa perspectiva, portanto, o intemperismo representa a desarticulação das partículas da rocha, não afetando as características do relevo, enquanto a pedogênese transforma os produtos resultantes dessa alteração, até que, com a proximidade da superfície, processos como dissolução, hidrólise e lixiviação, representantes dessa etapa, findam por completar o ciclo de transformação (CORRÊA, 2008).

As teorias ora abordadas buscam por compreender, sobretudo, os processos e etapas pelas quais as paisagens são construídas, além de representarem uma tentativa de explanação sobre o ponto de embasamento desta evolução, identificando possíveis cenários passados e futuros.

2.2. GEOMORFOLOGIA DO QUATERNÁRIO

O período geológico compreendido entre os últimos 2,5 milhões de anos, marca a gênese de considerável porção da camada superficial dos sedimentos ao redor do mundo. A dinâmica ambiental característica do período assinala com substancial participação nos processos modeladores do relevo (SUGUIO, 2003). Tal período compreende também a participação do homem dentre os principais agentes transformadores das paisagens, fato esse que merece atenção devido à capacidade de modificação da espécie humana na terra. Especial atenção deve ser dada à ciclicidade dos fenômenos atmosféricos que atuam sobre o modelado superficial (MONTEIRO, 1969), concomitantemente às estruturas geológicas, as mudanças de uso do solo, dentre outros.

A atuação climática por sobre o modelado, implica na modificação do sistema físico estabelecido (CHRISTOFOLETTI, 1979), esse sistema deve apresentar um singular padrão de resiliência (EHART, 1956; TRICART, 1977) à mudanças nos níveis de energia dos “inputs”, toda alteração de energia em um sistema promove alteração no resultado de sua entropia, no caso de um sistema físico, esse resultado pode ser um depósito de sedimentos (CHRISTOFOLETTI, 1999), os sedimentos surgem da ocorrência do intemperismo sob uma rocha mãe, ou rocha de origem (SUGUIO, 1973), portanto, todos os depósitos de sedimento podem comportar informações quanto ao tipo de transporte ocorrido, a estrutura da rocha de origem, o tipo de ambiente ao qual estava inserido, o evento climático e/ou tectônico que acionou a ruptura no sistema (SUGUIO, 2003; CHRISTOFOLETTI, 1979, BIGARELLA & SUGUIO, 1979; LEOPOLD, et. al. 1964), entre outros. Toda a atenção voltada aos processos geomórficos ativados por atuação climática reflete a complexidade dinâmica característica do período quaternário.

O relevo terrestre conta uma história de sua evolução e o geomorfólogo busca, nas pistas deixadas pelas marcas que existem no modelado, remontar essa história (CORRÊA, 2001). Assim, cada vez há mais trabalhos sendo desenvolvidos no Brasil (SILVA, 2007; GUERRA, 2012; SALLUN, et. al. 2009; CORRÊA, 2001) e no mundo (BENNETT, et. al. 2013; CARBONI, et. al. 2010; MACFADDEN, et. al. 2013; DECKER, et. al. 2013), preocupados em investigar as modificações que ocorreram ao longo dos tempos que resultaram nos modelados superficiais atuais. Muito mais do que descritiva ou pressa a fenômenos pontuais, a ciência tem mostrado ser capaz de promover a reconstrução dos fatos, onde, com a interpretação de dados baseada em métodos de leitura que buscam compreender padrões, sobretudo no que toca à

ocorrência de ciclicidade de eventos, a geografia física reconstrói cenários e valida afirmações que embasam o desenvolvimento de modelos, propiciando um melhor planejamento de ações para o estabelecimento e desenvolvimento da sociedade no futuro.

Considerando as particularidades comportamentais, sob um ponto de vista generalizado dos geossistemas, é possível concluir que quando em se tratando de um sistema aberto, o comportamento desses sistemas físicos está ligado à coexistência entre a entrada de energia e o resultado das interações entre os componentes do sistema, configurando o modelado, ou geometria, do sistema (CHRISTOFOLTTI, 1999 p. 35 – 38). Partindo deste pressuposto, se entende que a pluralidade de componentes participantes em um sistema ambiental também deve comportar as marcas da presença destes componentes, desta forma, encontrar uma maneira de reconhecer as marcas deixadas pelos agentes atuantes em um geossistema pode ser a chave para a compreensão do processo de evolução do seu modelado.

A ênfase dada aos eventos climáticos pretéritos existe em função da característica climática do período quaternário, de onde decorre a grande maioria dos depósitos sedimentares da região de Garanhuns – PE. O período quaternário foi marcado por grande variação climática, distribuída em intervalos e eventos cíclicos, variando entre períodos de baixas temperaturas – *glaciais* – e de temperaturas mais elevadas – *interglaciais* – semelhantes ao que ocorre na atualidade (SUGUIO, 2002). Essas variações ficam registradas nas características geomorfológicas, nas camadas deposicionais e na geometria do grão de sedimento. Os processos que atuam no modelado geram produtos, como resposta do sistema físico, pelo input de energia que altera sua dinâmica, em geral, esses resultados são os sedimentos, representados por fácies e depositados ao final da dissipação de energia circundante, desta forma, esses sedimentos representam possíveis ferramentas de análise para compreensão dos processos que atuaram no desenvolvimento e controle das taxas dos depósitos e das taxas de sedimentação (CHISTOFOLETTI, 1980; SAWAKUCHI, et. al. 2008).

Os depósitos de sedimentos alúvio/coluvionares funcionam como registro dos processos geomórficos atuantes na área, Santos (2005) afirma que

Cada sub ambiente do sistema deposicional pode ser identificado por sua morfologia, geometria dos depósitos e por uma associação faciológica característica dos processos geomórficos e sedimentares atuantes durante sua formação. (p. 85)

Assim, cada desnível no relevo, pode ser um pequeno depósito, cada fragmento da paisagem é capaz de contar uma história sobre a superfície na qual está instalada; cada cobertura coluvial no sopé das encostas que formam rampas são testemunhas das oscilações ambientais quaternárias que permitiram a elaboração de períodos de deposição e erosão (MODENESI, 1993). A relevância de estudos climáticos nesse cenário, pode favorecer tele conexões com cenários climáticos atuais otimizando a prospecção do diagnóstico futuro e/ou a revisão da dinâmica ambiental. No Brasil, os trabalhos de Monteiro – sobretudo nos anos de 1960 e 1970 – relacionados à avaliação do ritmo climático, trazem uma metodologia prática que tem sido dissecada ao longo dos anos em trabalhos ligados aos processos geomórficos. Através das informações sobre as características, em ordem sucessiva, dos eventos climáticos que desencadearam processos, pode-se montar um quadro da evolução ambiental, pela qual passou o sistema em questão, em uma escala temporal recente (CHRISTOFOLETTI, 1999; CORRÊA, 2001).

Um depósito de sedimento coluvial tem sua gênese mormente atribuída à ocorrência de grandes mudanças climáticas, tornando regiões mais úmidas ou mais secas, embora pontualmente, eventos isolados de grande magnitude, podem romper um sistema de encosta e promover a geração de sedimento (THOMAS, 1994), desse modo, como resposta, esse depósito deve conter intrinsecamente as informações pelas quais se obtém as características dos processos climáticos bem como da litologia e da pedologia do momento da ruptura. A perspectiva segue, pautada na afirmação de Suguio (2003), onde colúvio e depósito coluvial,

São designações genéricas atribuídas a depósitos incoerentes de aspecto terroso, em geral localizado em vertentes e sopés de relevos mais ou menos acentuados, normalmente resultantes da movimentação declive abaixo de um elúvio.

(...)

Os colúvios apresentam, em geral, aspecto maciço e são compostos por sedimentos areno-argilosos, porém também podem conter fragmentos rochosos de vários tamanhos, mais ou menos intemperizados. (p. 19)

Para Suguio (1973) a forma do grão, os tipos de fraturas e a estrutura dos sedimentos são utilizados, através de análises morfométricas, para remontar os processos climáticos e o quadro ambiental, que funcionaram como agentes transformadores dos modelado superficiais dos depósitos sedimentares de colúvio.

Para Corrêa *et. al.* (2008) o termo “colúvio” é aplicado para “qualquer depósito sedimentar que se acumule ao longo de uma encosta em consequência do transporte gravitacional, a despeito do conteúdo original de água nesses materiais” (p. 100). Ratificando a afirmação de Suguio (op. cit.) Corrêa (op. cit.) afirma que

Os colúvios têm sido usados como fonte de dados para reconstruir a história geomórfica das paisagens. A evidência para eventos pretéritos pode ser reconhecida pelo desenvolvimento de horizontes incipientes, estratificação ocasional do depósito ou sobrevivência de estruturas sedimentares, separação de depósitos por lentes de materiais de outras origens (Stone-lines) e incorporação de materiais datáveis. (p. 100)

Essa perspectiva justifica a utilização dos depósitos de sedimento coluvial como os de maior significância neste trabalho, na investigação dos processos formadores do modelado no passado recente, além do que, a justaposição entre esses depósitos e o ponto de origem do seu material pode configurar uma interseção entre sua existência e a ocorrência de eventos no presente.

Os depósitos de colúvio têm sua gênese intimamente relacionada com a ocorrência de movimentos de massa, estes, por sua vez, ocorrem sob influência de movimentos gravitacionais gerados, dentre outros, pela ação da água. Os tipos de movimentos de massa são variados, dentre os mais comuns pode-se destacar: Queda/deslizamentos – compostos por fragmentos de rochas de variados tamanhos em decorrência da ação da gravidade; Fluxo de detritos – movimentação rápida, por sobre a encosta, de um fluxo composto por material de natureza plástica; Corrida de lama – composto por material variado com predominância de silte e argila em uma solução com cerca de 30% de água (GUERRA, 2004; 2006; 2011).

A acentuação dos declives associados ao direcionamento da vertente à barlavento, são os principais fatores que propiciam ocorrência de depósitos coluviais em áreas de exceção do semi árido Pernambucano, onde seus depósitos correlativos representam provas de dinâmica ambiental variada, marcada pela alternância entre extremos de umidade e aridez (CORRÊA, *et. al.* 2008).

A possibilidade de determinação da idade dos depósitos sedimentares é fundamental para a reconstrução dos paleoambientes. Assim, a técnica de datação por Luminescência Óptica Estimada – LOE – se torna uma ferramenta importante

neste trabalho. Datação por Luminescência é um método de datação que determina idades no intervalo de algumas centenas até um milhão de anos aproximadamente, abrangendo, desta forma, o período do Quaternário (CORREA, et. al. 2008). Huntley (et. al. 1985) foram pioneiros no desenvolvimento de métodos de datação por luminescência, utilizando cristais de quartzo estimulados por laser de argônio (SILVA, 2007). Correa (et. al. 2008) afirmam que

As vantagens do método da LOE sobre os demais procedimentos de datação de sedimentos recentes, como o C14, por exemplo, advém do fato de este explorar uma propriedade física – a luminescência – inerente aos sólidos cristalinos (minerais) encontrados no próprio depósito, prioritariamente o quartzo e o feldspato. (p. 09)

O método de datação por luminescência explora a carga radioativa de elétrons em minerais cristalinos – mais comumente utilizando o quartzo e o feldspato – em decaimento, sendo contabilizados para datação a carga potencial reclusa no último momento de iluminação natural recebida por esses elétrons, antes do instante em que foram recobertos por nova camada sedimentar, compreendido como o momento da estabilidade do depósito no ambiente (WAGNER, et. al.1996; FORMAM, et. al. 2000; CORREA, 2001; PEIXOTO, et. al. 2003).

A principal vantagem deste método, em relação aos métodos de datação por termoluminescência e para a datação por C14, mais frequentemente utilizada até então (WAGNER, et. al. 1996) é a abrangência maior de tempo que podem ser contabilizadas as idades dos depósitos, bem como a precisão dos resultados por compreender análise de um aspecto físico do material cristalino (FORMAM, 2000; CORREA, 2001; AITKEN, 1998, *apud* SILVA, 2007).

O método consiste na ativação radioativa de uma quantidade de elétrons mantida no material cristalino, recorrente à última exposição à luz natural, através de um estímulo luminoso (SILVA, 2007). Schmidt (et. al., 2013) assina que os componentes do quartzo podem fornecer diferentes níveis de branqueamento e fotoionização, influenciando a dose de saturação e consequentemente no desenvolvimento do processo de estímulo, segundo conclusões do autor, amostras contendo sílex, seguindo o protocolo SAR – Single Aliquot Regenerative –, encontram menos distorção/ruído durante o procedimento o que favorece a utilização do quartzo e reforça o protocolo SAR como capaz de fornecer maior precisão (Schmidt, et. al. 2013).

2.3. MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO

Em geomorfologia a utilização de mapeamentos configura uma ferramenta de ordem primeira. A utilização de desenhos elaborados à mão para os primeiros estudos geomorfológicos, mesmo por grandes nomes como W. M. Davis (MONTEIRO, 2001) exemplifica o grau de necessidade de uma representação gráfica na pesquisa geomorfológica. Os avanços tecnológicos permitiram a melhoria na qualidade da representação cartográfica, dando vez a uma discussão mais profunda, no que tange a padronização da cartografia geomorfológica (CUNHA, et. al. 2003). No trabalho ora citado, Cunha (et. al. 2003) ainda reiteram que

A geomorfologia, entendida como o estudo das formas de relevo e dos processos responsáveis por sua elaboração, tem na cartografia geomorfológica um dos mais importantes veículos de comunicação e análise dos resultados obtidos. (p. 02)

Partilhando desta ótica, Kohler (2002) ratifica a ênfase da representação cartográfica do espaço e sua profunda caracterização como ferramenta de análise, quando afirma:

A melhor maneira de se representar uma análise geomorfológica é através da cartografia. O mapa constitui a melhor ferramenta do geógrafo. Um mapa geomorfológico, com uma boa resolução cartográfica, é um instrumento de leitura universal, acessível a qualquer profissional, mesmo que não geógrafo. Seus elementos devem estar devidamente georreferenciados no espaço e no tempo. (p. 21)

A forma de compreender a paisagem sempre esteve atrelada à maneira como o homem conseguia representá-la. As descrições cartográficas pautam dois princípios fundamentais - mas não únicos - a saber: Análise e Comunicação (SOUZA, et. al. 2004). Sobre a afirmação os autores ratificam

A “análise” representa o primeiro estágio da concepção de um mapa, pois se encontra diretamente ligada a Cartografia Geográfica ou seja, a representação gráfica dos fenômenos espaciais em diferentes escalas. A “comunicação” corresponderia ao “como fazer” e “como ler e interpretar” o documento cartográfico. (p. 134/135)

O desenvolvimento de novos métodos de mapeamento pode ser correlacionado com a preocupação de inserir nas representações, uma distinção técnica clara das feições e/ou dos processos, tendo correlação com cronologia e gênese. Desta afirmação, Coltrinari (2011) reitera que “a necessidade de representação desses fatos conduziu, mais tarde, ao desenvolvimento da cartografia temática específica onde, aos elementos descritivos já citados, foram incorporadas informações genéticas e cronológicas.” (p. 02)

Apesar de já ser entendido como ferramenta imprescindível na análise da superfície terrestre o mapeamento geomorfológico, que teve seus primeiros esboços no fim do século XIX, vai passar pela sua primeira tentativa de padronização, apenas, em meados do século XX (MONTEIRO, 2001; THIESEN E OLIVEIRA, 2010; COLTRINARI, 2011). Foi, de fato, nos idos de 1950 que a União Internacional Geográfica – UGI, compreendeu a necessidade e a relevância de uma padronização para a cartografia geomorfológica (COLTRINARI, 2011). Essa discussão fica na nuance de duas escolas de produção cartográfica e geográfica; uma, no Leste Europeu, principalmente na Polônia e na Rússia; e outra, no Oeste Europeu, concentrada na França (COLTRINARI, op.cit.).

O desafio encontrado à concepção do mapa geomorfológico, pautado na discussão metodológica da sua elaboração, existe quando da tentativa de consolidar os parâmetros estabelecidos por ambas as escolas – que incluem dados morfográficos, morfométricos, morfogenéticos e morfocronológicos, defendido por Klimaszewsk, e a adesão de dados litológicos estes, proposto por Tricart –, de maneira clara e que não se apresente com sobrecarga de informações, a ponto de comprometer sua interpretação (THIESEN E OLIVEIRA, 2010).

O avanço tecnológico e computacional ajuda a elucidar algumas dessas questões, do ponto de vista da praticidade, valendo salientar que de nada adianta uma sofisticada composição informática se não houver operador com capacidade intelectual de compreender as necessidades e detalhamentos do que se objetiva com o trabalho de representação cartográfica. Dado isso, é, ainda corriqueiro, observar concepções geomorfológicas que esbarram nas interpretações espaciais e/ou temporais de determinada região. Diversos trabalhos (GAO, et. al. 2013; PETLEY, 2010; FITZ, 2008; SAADAT, ET. AL. 2008; WANG, ET. AL. 2008; WILSON, 2012) enxergam a importância da utilização dos chamados “Modelos Digitais de Elevação” – MDE’s – elaborados através de softwares desenvolvidos para facilitar e aprimorar a descrição das feições geomorfológicas. Entretanto, persiste a problemática da

padronização das cartas, estabelecidas entre os paradigmas que compreendem a prévia discussão sobre análise da paisagem física, uma discussão que alcança outros campos da ciência e parece, ainda, não vislumbrar consenso.

Embora englobe conceitos, métodos e um sem fim de termos possíveis de assimilações descritivas, o mapeamento geomorfológico, deve antes de tudo, configurar uma representação segura e confiável do espaço real. Assim, Rodrigues (2009) afirma que

O processo de mapeamento compreende desde os levantamentos e observações diretas no campo, técnicas de representação cartográfica, análise de documentação, linguagem visual, até a interpretação, publicação e impressão definitiva do mapa. (p. 02)

Ratificando o mapa como resultado de um complexo processo analítico.

Qualquer representação cartográfica sofre influência da percepção, onde, a escala de representação varia de acordo com o objetivo de sua elaboração (AUGUSTIN, et. al. 2011), logo, é imprescindível ter noção clara e objetiva do que se pretende representar. Surge então a questão da escala de representação cartográfica, como uma problemática quanto à sua variação em função do alvo em apreço.

Tema sumariamente discutido na segunda metade do séc. XX, a escala de representação cartográfica em um mapeamento geomorfológico que busca compreender a dinâmica dos processos que deram origem às formas em um período de, aproximadamente, 1,6 mi de anos, como é o objetivo deste estudo, deve servir como ferramenta e resultado, cadenciado pela distribuição indiscriminada de sistemas em uma mesma paisagem, por tanto, variando sua escala de aproximação, bem como de representação cronológica (GUSTAVSSON, et. al. 2009). Parece cada vez mais claro a premissa de que “diferentes tipos de relevo requerem diferentes métodos de tratamento” (VALERIANO, 2003), está assegurada. Esta afirmação valida as inovações conceituais e processuais no desenvolvimento de sistemas de mapeamento geomorfológico (GUSTAVSSON, et. al. 2008; BISHOP, et. al. 2012), incrementado neste início de século pela indexação da utilização dos Sistemas de Informação Geográfica – SIG’s (DRAGUT, et. al. 2012; SAADAT, et. al. 2008; ROMSTAD, et. al. 2012).

A representação gráfica dos processos geomorfológicos, quanto ao tempo, ainda é complexamente trabalhada em geomorfologia (RODRIGUES, 2009). Para uma análise de evolução quaternária é pressuposto uma escala geológica, muito embora o

quaternário engloba ações do homem, em uma escala de atuação muito menor e, mesmo, própria. Em suma, é necessário clareza quanto ao alvo do mapeamento, para tomar providências quanto aos padrões processuais e de escala (LEITE & BRITO, 2012). Essa dicotomia expressa o limiar de enfoque da escala temporal deste trabalho.

A ferramenta de síntese aplicada com mais ênfase, a esta problemática tem sido representada cada vez mais pelos dispositivos informáticos e os seus recursos de software (DRAGUT, et. al. 2012; SAADAT, et. al. 2008; BISHOP, et. al. 2012).

Os Sistemas de Informação Geográfica, ou SIG's, são uma composição de dados integrados, aliados à Layout gráfico em uma plataforma de software que facilita a utilização do operador (GUSTAVSSON, et. al. 2009), representando hoje a base de dados fundamental para elaboração de mapas geomorfológicos, no mundo (GUSTAVSSON, et. al. op. cit.).

A transformação que o material digital deu aos trabalhos em geomorfologia fez valer o aumento na velocidade de desenvolvimento destes trabalhos, bem como da maior exatidão e diminuição de erros nos produtos. Muito utilizado nos estudos sobre planejamento territorial (BOCCO, et. al. 2001), o mapeamento geomorfológico vem utilizando GIS como base de desenvolvimento desde a década de 1970 (SOUZA, 2010). Para Evans (2012)

O mapeamento geomorfológico está cada vez mais especializado, e suas legendas estão mais simplificadas. Sua incorporação aos sistemas de informação geográfica (SIG) tem exigido uma maior precisão com definições e separação das “layers” temáticas, de modo que é convergente com a geomorfometria específica e torna-se mais flexível e aplicável, com uma ampla gama de técnicas de visualização. (p. 94, tradução do autor)

Aliado ao desenvolvimento digital dos produtos cartográficos, os SIG's, amplificam e potencializam as análises, possibilitando um maior desenvolvimento aplicável dos produtos desenvolvidos. A utilização de SIG para desenvolvimento dos resultados em pesquisas na área da geomorfologia é tamanha que alguns pesquisadores (GUSTAVSSON, et. al. 2008; GUSTAVSSON & KROLSTRUP, 2009; BISHOP, et. al. 2012; MISATOVA, 2012; GAO, et. al. 2013) se apropriam do termo “science” na designação da aplicação desses sistemas. Utilizando a base de dados em SIG, é cada vez mais comum a elaboração de Modelos Digitais de Elevação – MDE's – como ferramenta de análise do relevo (GAO, et. al. 2013). Por definição, há algumas discordâncias entre conceitos para sua aplicação. Autores como Souza (et.

al. 2009) defendem a abordagem de Felgueiras (1997) em que abordam três nomenclaturas distintas para modelos tridimensionais ambientados em SIG, a saber: Modelos Digitais de Terreno (MDT), Modelo Numérico de Terreno (MNT) e Modelo Digital de Elevação (MDE), distribuídos de acordo com sua aplicação. Outros pesquisadores como Azpiasú (et. al. 1990) definem MDE como

Todas as expressões acima fazem referência à aquisição, processamento e utilização de dados digitais para a elaboração de modelos que representem, graficamente, o relevo da superfície terrestre.

...

Além da elevação, podem ser incluídas, nos modelos, muitas outras feições do terreno. Essas se referem a tipo de solo, posse, valor da propriedade, profundidade do leito da rocha matriz, uso da terra e outros (p.28)

Gao (et. al. 2013) ainda afirma que o aumento da disponibilidade de softwares GIS embasa uma, cada vez mais plural, diversidade de métodos de construção e aplicação de MDE's pelo mundo, afirmação embasada por Petley (2010) e Westen (2010). A tecnologia informática aplicada ao desenvolvimento cartográfico tem se mostrado prática, sendo mesmo atualmente, praticamente, imprescindível sua utilização em procedimentos de cartografia temática. Segundo Kohler (2002)

Para representar a forma do relevo, que é tridimensional, recorre-se ao emprego de um conjunto de curvas de nível, que são linhas formadas por pontos (x, y) com uma mesma cota (z). Embora esta forma de representação não seja contínua, pois não há registro no espaço compreendido entre uma isolinha e outra, ela permite a análise geomorfológica, mediante a percepção de uma série de superfícies mais ou menos planares, côncavas ou convexas. Esta percepção tem sido ultimamente muito auxiliada pelo uso, em meio computacional, dos chamados Modelos Digitais de Terreno MDT, uma vez que técnicas a eles aplicadas permitem uma visualização mais integrada do espaço tridimensional. (p.21)

Mapas desenvolvidos com novas bases em SIG e diferentes metodologias, como explorados por Misatova (2005; 2012), visam por aprimorar essa técnica bem como ampliar o campo de aplicação dos resultados, como avaliação de padrões

altimétricos e morfológicos em áreas que abarcam mapeamentos analíticos na ordem de 1: 250 000 (MISATOVA, 2012).

3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudos (Figura 1), o município de Garanhuns-PE, situada sobre o terreno Borborema, é exemplo de como a complexa teia de processos

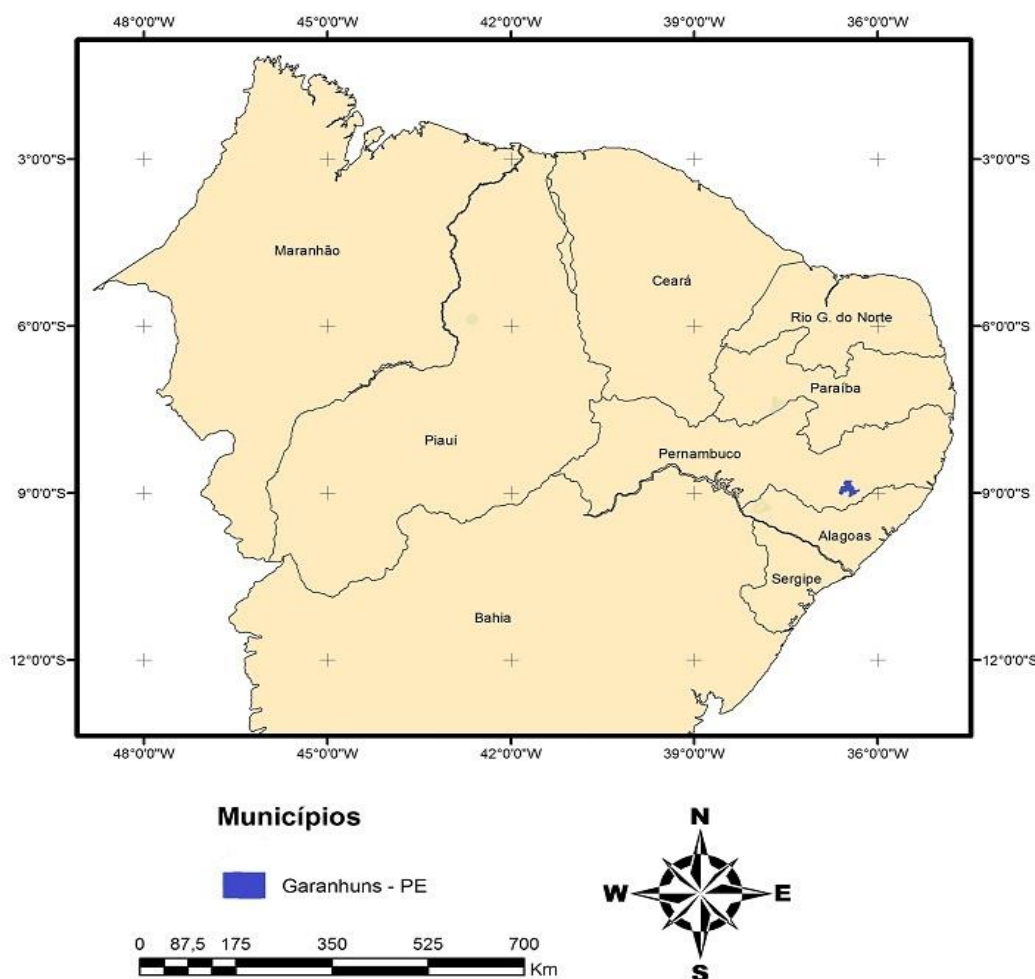
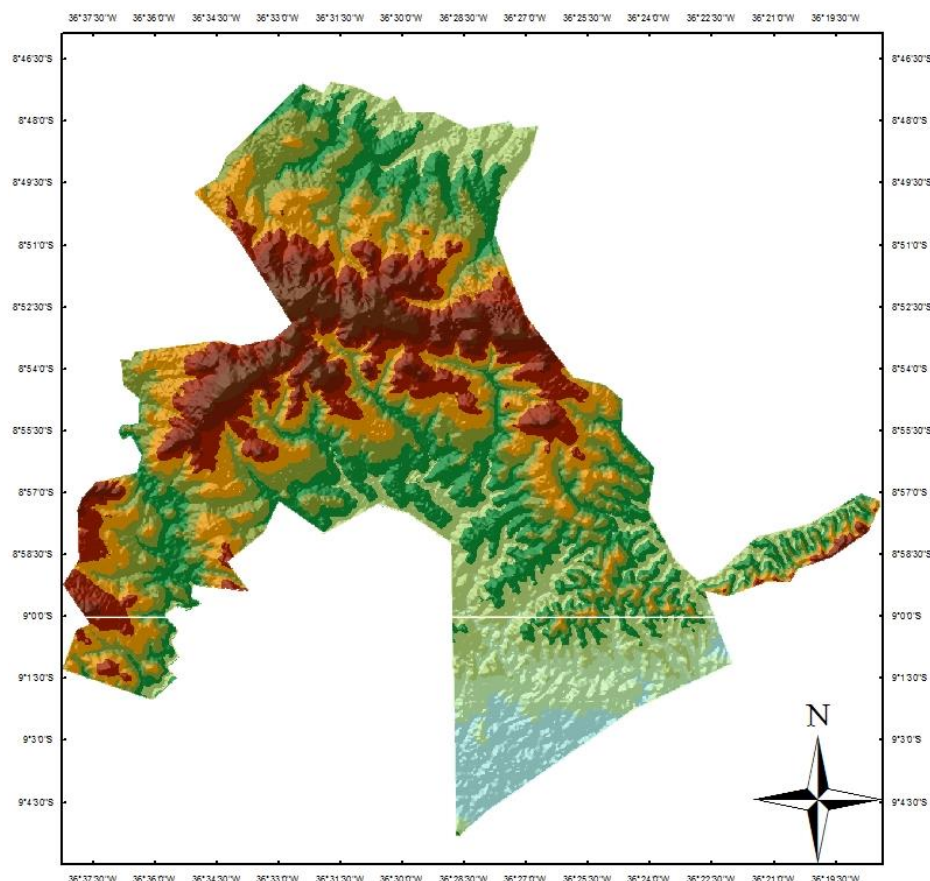


Figura 1: Localização do município de Garanhuns no contexto Região/País. Fonte: ZANI 2001.

físicos/ambientais podem, sob atuação mútua, transformar e influenciar a paisagem e a dinâmica ambiental de determinada porção da superfície da terra. A configuração do encaixe estrutural, entre camadas sobrepostas e falhas geológicas, levou à construção de um conjunto de morros e serras que contrabalanceiam com rebaixamentos do terreno e áreas onde as linhas erosivas deixaram cicatrizes de sua ação no modelado superficial – e, mais recentemente, a participação da sociedade ali estabelecida.

Com o Modelo Digital de Elevação – MDE – (Figura 2) é possível perceber a sinuosidade do relevo decorrente desse engendrado sistema de processos.



Hipsometria (m)

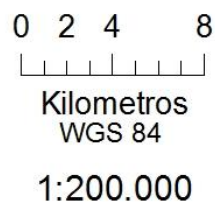
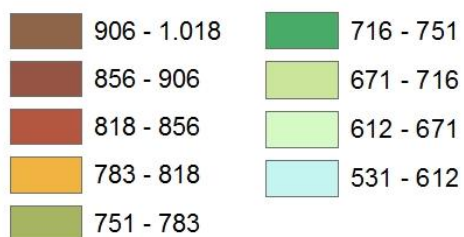


Figura 2: Modelo Digital de Elevação - MDE - do Município de Garanhuns- PE. Fonte: Autor.

Neste cenário, a variação topográfica existente também faz parte dos grupos condicionantes da gênese ambiental e morfológica da região. Assim, a formatação das características ambientais da área de trabalho respeita alguns agrupamentos lógicos, a seguir dispostos, distribuídos em áreas de investigação.

3.1. Da Compartimentação Geomorfológica

Os compartimentos foram distribuídos de acordo com sua composição altimétrica e estrutura fisiológica (figura 3), onde sua interpretação possibilita a compreensão dos processos que intervêm no desenvolvimento do modelado.

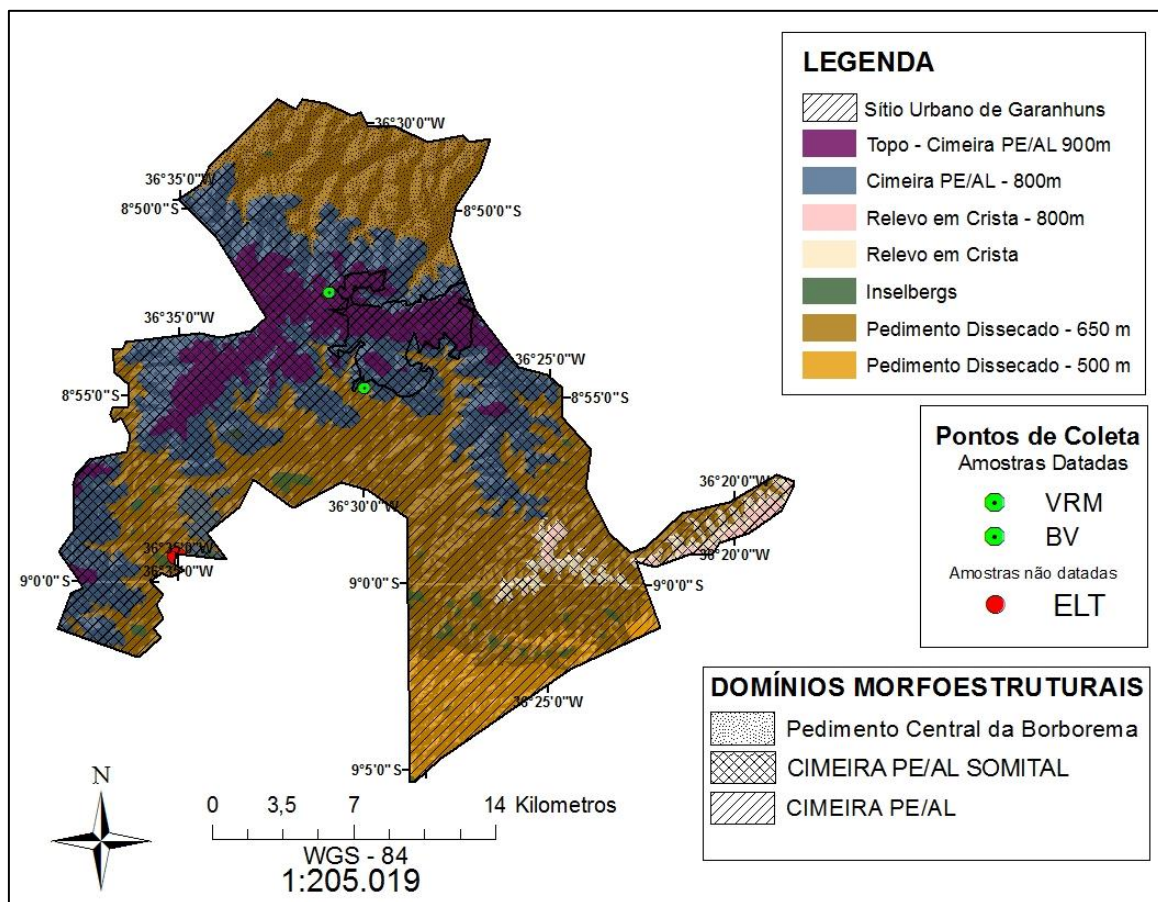


Figura 3: Mapa geomorfológico do município de Garanhuns em escala 1:200 000. Fonte: Autor.

Topos e Cimeiras

As áreas de cimeiras e topos estão caracterizadas pela altitude culminante com relação ao entorno. Tendo seus pontos mais elevados dispostos ao longo de um lineamento de direção E-W (figura 4). Nestes setores topográficos, caracterizados por uma maior umidade, os processos de morfogênese são cadenciados pela relação entre pedogênese, intemperismo e transporte.

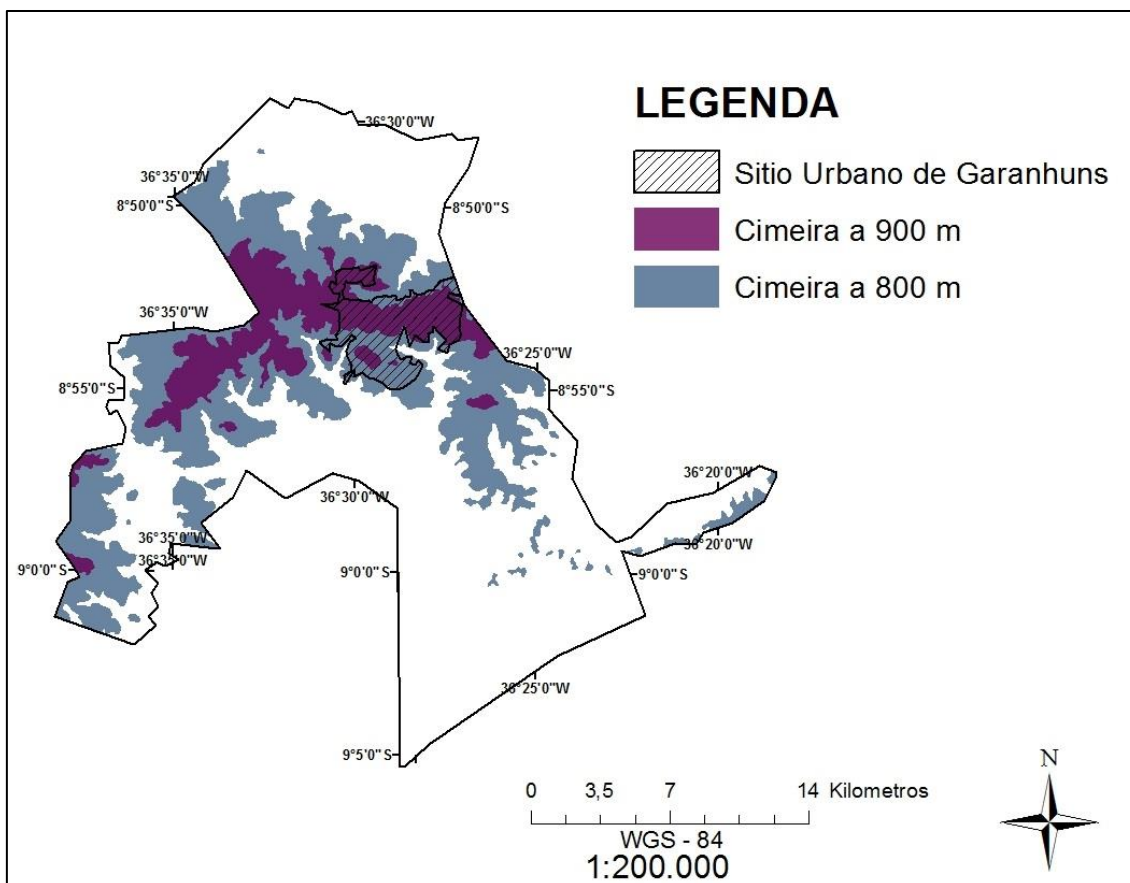


Figura 4: Cimeira PE/AL. Faixa de maior elevação local. Fonte: Autor.

A forma ondulada dos topos e suas encostas suavemente convexas contrasta com pontos de ruptura, com inclinação acentuada, marcados pela presença de páleo-incisões da drenagem e desníveis acentuados, provavelmente decorrente da sua sobreposição a linhas de falhas/fraturas. A ascensão e basculamento do bloco oriental da Borborema favoreceram o desenvolvimento de uma topografia em degraus, no sentido reverso deste basculamento.

Em toda a parte central – mais elevada – é verificada a ação da erosão linear, em uma área que contrapõe baixadas e encostas íngremes. As incisões de drenagem deixadas por paleovoçorocas estabilizadas atestam a dinâmica ambiental pretérita. Nestes pontos, nos quais a vegetação ocupou os espaços em que a pecuária não alcança, há formação de alvéolos vegetados devido à deposição dos sedimentos advindos dos movimentos anteriores. No sopé dessas encostas, os depósitos sedimentares também vêm sendo retrabalhados. Sob esse aspecto presume-se que a reativação tectônica das zonas de cisalhamentos presentes na área, provoca o soerguimento das superfícies enquanto a pedogênese fornece material para a erosão e transporte para os níveis de base locais (Figura 5). Por seu turno, as encostas

íngremes e seus mantos de intemperismo são remodelados pela precipitação, havendo mantido, possivelmente, certo nível de equilíbrio dinâmico ao longo das mudanças climáticas cíclicas do pleistoceno.



Figura 5: Sopé de um alvéolo, resultado da elevação das cimeiras, enquanto o intemperismo trabalha na manutenção dos níveis de base e no controle de sedimentação em superfície. As linhas em verde marcam as linhas de ruptura na inclinação. Indícios de retrabalhamento dos depósitos no sopé das encostas. Fonte: Autor.

A prevalência de Latossolos e Argissolos na área facilita a remoção do material superficial quando da remoção da vegetação. Via de regra, os depósitos de colúvio na área são delgados, não ultrapassando cerca de um metro de espessura. Através do perfil em transecto apresentado (figuras 6 e 7), é possível visualizar as marcas das incisões de drenagem – suaves – em justaposição aos desníveis mais abruptos provavelmente oriundos controle estrutural.

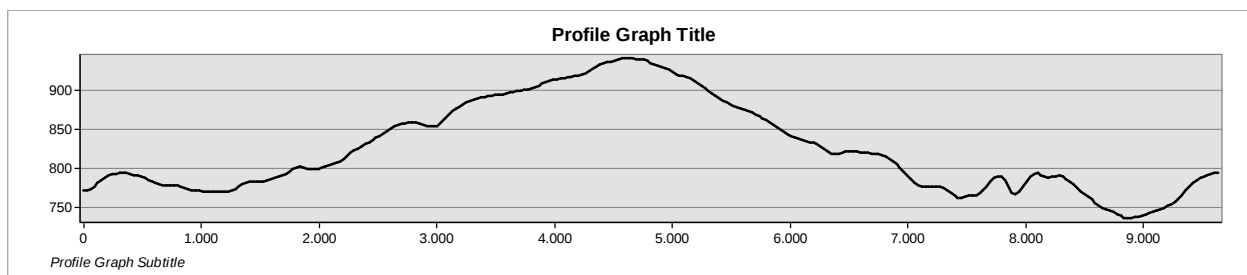


Figura 6: Perfil do modelado, onde o ponto "0" está ao Norte, a suave ondulação aqui visualizada expressa a ação conjunta e continuada dos fatores estruturais e intempéricos sobre a morfogênese.

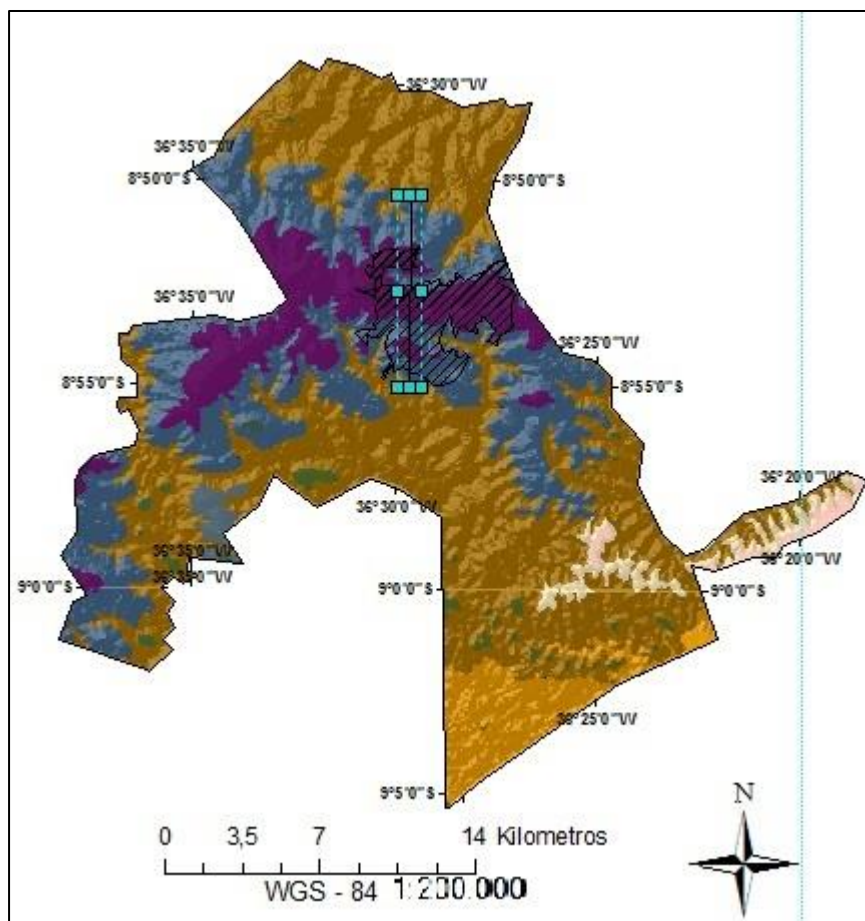


Figura 7: Marcação no mapa do perfil exposto. Fonte: Autor.

Pedimentos

Segundo Oberlander (1989, apud Thomas, 1994)

O termo 'pedimento' é geralmente usado em geomorfologia para descrever inclinações suaves, encostas em 'piemonte', entre 0,5° e 7,0° de inclinação (mais ocorrente entre 2° e 4°), que conectam encostas erosivas ou escarpas com áreas de deposição sedimentar em níveis rebaixados. (p. 244)

A dissecação da superfície, pelo escoamento superficial ora canalizado ora difuso, elabora um relevo suavizado com feições aplainadas e encostas pouco íngremes. Apenas a ação dos principais cursos hídricos resulta em uma incisão maior entre topo e vale.

Dois patamares de pedimentos são identificados na área em apreço. Ao sul da Cimeira PE/AL Somital, o patamar aos 700 m revela formas suavemente onduladas. Aqui duas configurações distintas podem ser identificadas com maior clareza: um pedimento ao Sul da cimeira, dissecado, sendo elaborado a partir de uma estrutura

escalonar, com declive de N para S. Neste ponto é possível identificar movimentação lenta do manto de intemperismos e dos sedimentos de encosta por meio da ocorrência de *creeping* (figura 8). A forte ação transformadora da paisagem, de caráter antrópico, é a principal responsável pela transmissão de energia no sistema geomorfológico atual. Os pacotes sedimentares rasos apresentam-se submetidos a dinâmica superficial constante, pois a pouca cobertura vegetal aliada a um regime concentrado



Figura 8: Pedimento dissecado, com ocorrência de rastejo e cicatriz de processo erosivo linear. Fonte: Autor.

de precipitações, e à inclinação das encostas, facilitam o movimento em superfície e o truncamento do saprolito. O gado presente em toda área também contribui com a movimentação descendente do material através do pisoteio que promove a impermeabilização da superfície, facilita a desagregação de superfície pelo efeito *splash* da água da chuva, a remoção do material e a formação do escoamento superficial.

Ao Sul das áreas de topo, a pedogênese passa a ter maior relevância no arrasamento das estruturas aliada à intervenção antrópica para criação bovina. A cobertura edáfica desprotegida entra em contato direto com a pluviosidade, podendo gerar pontos de incisão erosiva.

Na área de pedimentos dissecados ao Norte da Cimeira PE/AL, no mesmo patamar de 700 m, o volume menor de precipitação aliado ao componente geológico presente, permitiu, através de elaboração pedogenética, a ocorrência de Neossolos ricos em Quartzo. A retirada da vegetação mais espessa, para desenvolvimento da

pecuária, contribui para a erosão e a perda da cobertura sedimentar das superfícies que estão submetidas às chuvas concentradas, em sua maioria, nos meses de Janeiro à Abril, em decorrência da atuação da Zona de Convergência Intertropical – ZCIT – e, sob condições anômalas, das ondas de leste, nos meses de Maio a Julho/Agosto. Tal fato, explica a ocorrência de delgadas acumulações sedimentares nos recortes investigados; enquanto podem ser verificados margens largas e acumulação latente nos leitos dos cursos hídricos. A dinâmica climática acima descrita é considerada recente, possivelmente estabelecida já durante o próprio holoceno.

Um dos fatos que embasam a hipótese de uma crescente perda de umidade na área no transcurso do holoceno apoia-se na transição, quase imediata, de duas coberturas pedológicas com aspectos biopedoclimáticos antagônicos: Latossolos Vermelho/Amarelo e Neossolos Regolíticos – quartzitos (figura 9).



Figura 9: Área de transição entre Latossolo Amarelo e Neossolo Regolítico. Perda de ferro, através da elaboração pedogenética forma areiais de quartzitos por toda faixa de Neossolos. Fonte: Autor

Os latossolos são caracterizados como solos de climas quentes e úmidos, onde, para seu desenvolvimento, a precipitação deve ser bem distribuída durante o ano. Os neossolos, por sua vez, exemplificam os solos com pouca elaboração pedogenética, podendo também ser fruto de ambientes semi áridos com precipitação reduzida e concentrada em um curto espaço de tempo, este tipo de solo se

desenvolve em vertentes angulosas. Estas duas ocorrências de forma contemporânea em uma área muito próxima podem ser entendidas como reflexo de que a dinâmica ambiental atual é recente, do ponto de vista geológico, havendo se estabelecido apenas a partir do holoceno – últimos 10 mil anos.

A ação continuada de aplainamento das superfícies só é interrompida por pontos de maior resiliência geológica ou de controle morfoestrutural, o que por sua vez dará origem a Inselbergs e Cristas, respectivamente. Tais feições ocorrem indiscriminadamente por toda a área de pedimentos ao sul do município.

O segundo patamar de pedimentos, a 600 m, está situado numa faixa de mobilização constante do material em superfície. Nele, as incisões fluviais são menos significativas, o trabalho do transporte sedimentar está intimamente ligado ao fluxo hídrico canalizado e, uma vez que sua inclinação é menor, acentua-se a sedimentação de fundo, o que torna a paisagem menos ondulada, com exceção dos knick-points estruturais (figuras 10 e 11).

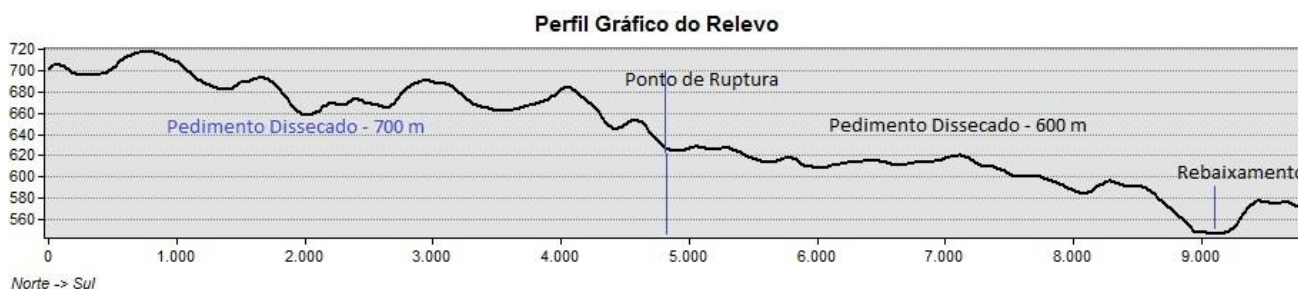


Figura 10: Perfil do ponto de transição entre os dois patamares de pedimentos. Fonte: Autor.

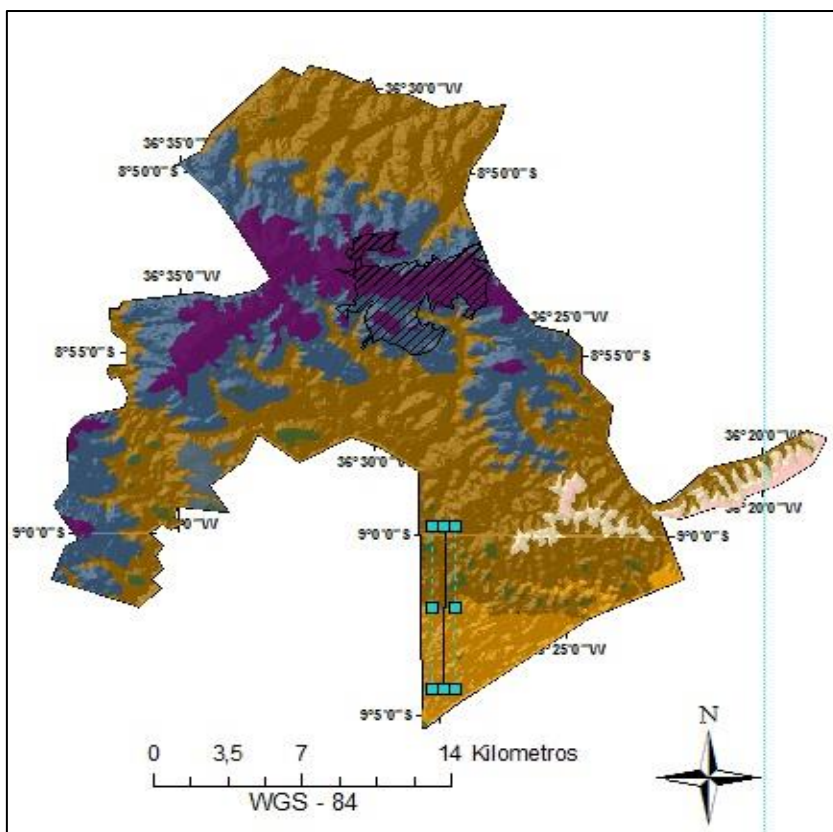


Figura 11: Recorte no mapa do perfil exposto. Fonte: Autor.

Com as condições encontradas nestes ambientes é possível admitir que sob ocorrência de um evento de precipitação de grande magnitude, a movimentação sedimentar é menor, ao passo que os setores de acumulação não permitem o arrasamento das feições tão rapidamente. Degraus de acumulação de sedimentos se desenvolvem ao sopé dessas encostas, uns sobre os outros, de maneira que, com a retomada do ritmo de precipitação, essas acumulações, antes mais íngremes, se tornam suaves e geometricamente adaptadas aos fundos dos vales, marca comum da ação de climas mais úmidos do Holoceno no modelado superficial.

Cristas e Inselbergs

As cristas e inselbergs que ocorrem de forma ubíqua, sobretudo, a Sul e Sudeste, no município de Garanhuns, representam pontos de resiliência geológica. O processo para elaboração de tais feições sob climas tropicais foi descrito por Thomas (1994) como resposta ao processo de Etchplanação. Enquanto o intemperismo químico rebaixa o nível de base, através da elaboração do saprolito; em superfície, o intemperismo físico arrasa as formas pré existentes, liberando sedimento para os sistemas de drenagem e níveis de base locais. O desenvolvimento desse processo acentua a existência de pontos de maior resiliência que irão se sobressair, permitindo

a sobrevivência de estruturas abruptas sobre pontos isolados da paisagem – Inselbergs – (THOMAS, 1994) (figuras 12 e 13) ou extensões íngremes e lineares – Cristas – (BISHOP, 2007).

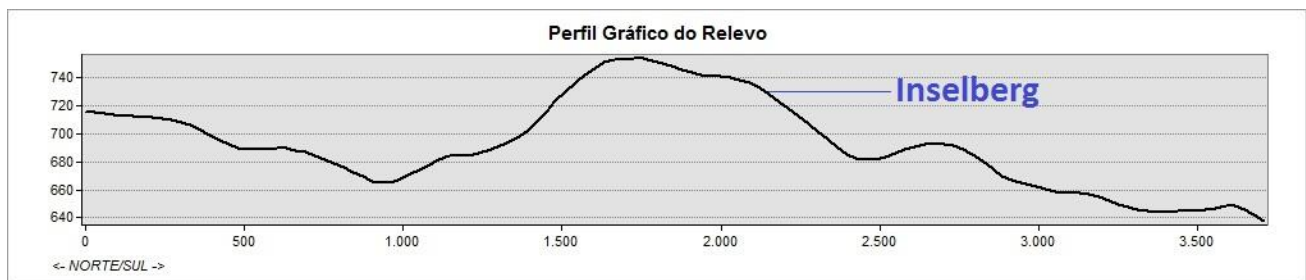


Figura 12: Perfil expondo inselberg sobressalente à superfície.

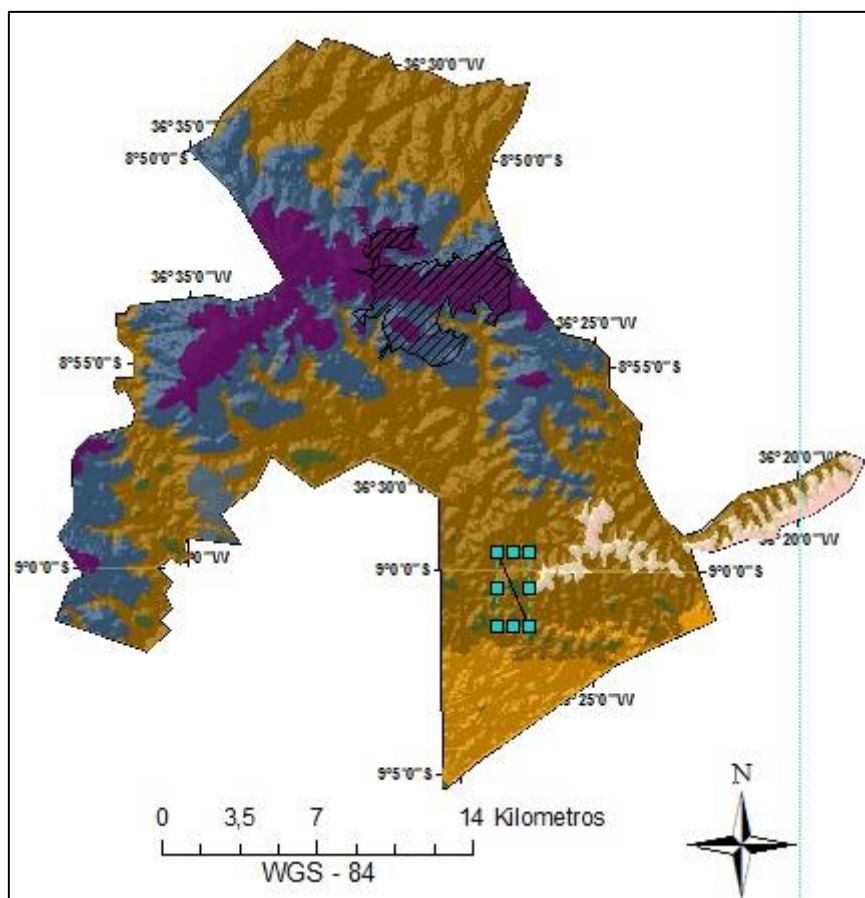


Figura 13: Acima, perfil gráfico do relevo com exibição de um Inselberg. Fonte: Autor.

Estudos recentes, como o de Decker (Et. al. 2011; et. al. 2013), exemplificam a atuação, por vezes quase simultânea, de eventos climáticos, tectônicos e denudacionais. Mais que uma simples evidência de intemperismo, a presença de inselbergs e relevos em cristas, pode atestar a ocorrência de fatores importantes como o rebaixamento do nível de base em função da ação do intemperismo químico. Essa

evidência pode ser identificada nos inselbergs encontrados ao sul do município de Garanhuns, corroborando a tese da necessidade de ocorrência de um período de umidade elevada com expansão das manchas de latossolos e argissolos que, ao serem submetidas ao processo de denudação física favorece o desenvolvimento dos Inselbergs e níveis aplainados.

Outro fator de relevância nesta análise é a predominância de um relevo estrutural pois, a disposição espacial das cristas balanceada com o registro das ocorrências de falhas, sugere que, nos pontos de ruptura tectônica, formaram-se áreas de resiliência, de tal forma que, apesar dos processos ambientais concorrerem para o desgaste da superfície, essas áreas mantêm, estruturalmente, um aspecto saliente em relação às demais. Esta situação assemelha-se ao movimento de uma gangorra; ao passo que a ação dos fatores exógenos arrasa a superfície, a força endógena superpõe a estrutura exposta que resiste ao desgaste.

3.2. Da Geologia e Litologia Regional

A composição da geologia regional do Agreste Pernambucano comporta, em sua maioria, rochas remanescentes do período pré-cambriano (AZAMBUJA, 2007).

Tal estrutura compõe a porção meridional da província Borborema, “um cinturão orogênico meso/neoproterozóico que se estende por grande parte do Nordeste, desde Sergipe até a parte oriental do Piauí” (CPRM, 2001, p. 07). Mabeoone (2002) resume a composição histórica da Borborema como

resultado do desenvolvimento de uma área de terrenos de diversas litologias, amalgamados no Paleoproterozóico e colados aos crátons adjacentes (Oeste-Africano, Amazônico, São Francisco-Congo) para formar o super continente Atlântica (p. 119).

A área de estudos está situada sobre o domínio externo da província Borborema, caracterizado pelo Terreno Pernambuco-Alagoas (figura 14).

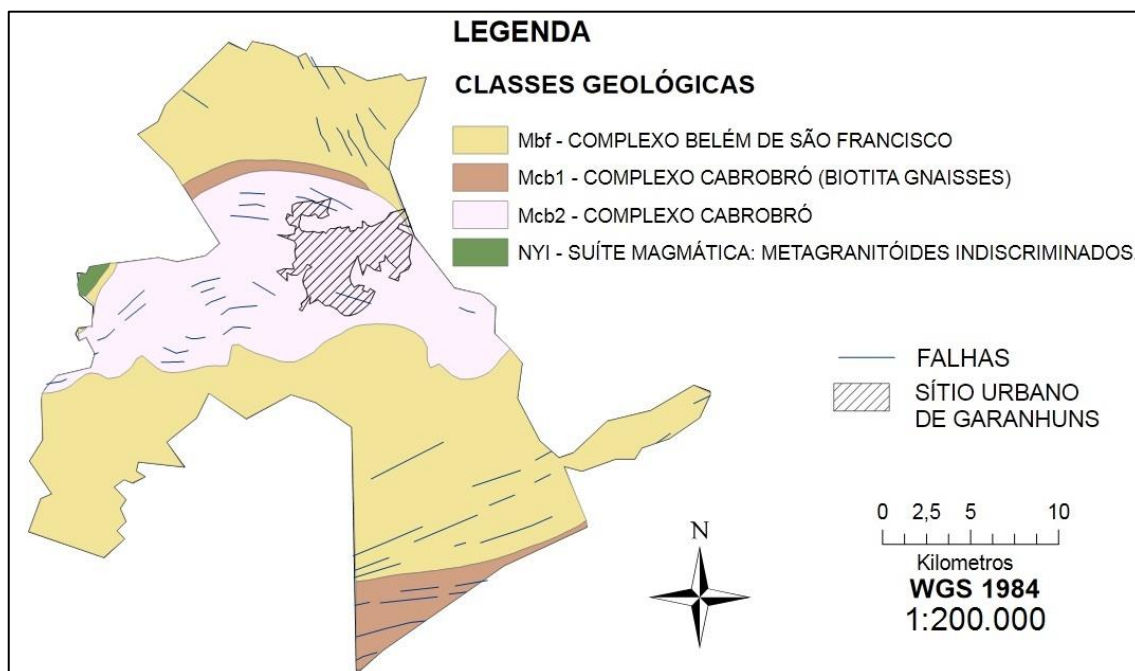


Figura 14: Mapa do complexo Lito Geológico do município de Garanhuns. Fonte: Autor.

O limite a Norte deste Domínio é a zona de cisalhamento chamada de Lineamento Pernambuco, “uma zona de cisalhamento transcorrente de regime dúctil e extensão superior à 900 km, que continua no continente africano como lineamento Norte dos Camarões” (Castaing *et al.*, 1994, *Apud*, CPRM, 2001).

O Terreno Pernambuco-Alagoas também representa um eixo de divisão ambiental em superfície. É sobre ele que está constituído o grupo Cabrobó, o qual, segundo a Companhia de Pesquisas em Recursos Minerais (2001), “constitui-se numa unidade supracrustal, onde pode-se distinguir uma seqüência metavulcano-sedimentar e uma seqüência metassedimentar.” (p. 14). Neste contexto dois complexos geológicos configuram a maior parte da estruturação petrográfica da área de interesse, são eles, o complexo Cabrobó e o complexo Belém de São Francisco.

O primeiro desses é composto basicamente por Biotita e Muscovita gnaisses, migmatizados, ora apresentando níveis quartzíticos, rochas metamáficas/anfibolíticas e rochas calcissilicáticas (McB3) bem como, quartzo-feldpáticos, contendo granada, micaxistos, metagrauvacas, paragnaisses, anfibólios e calcários mámoreos. O segundo complexo é composto por biotita ortognaisses tonalíticos/granodioríticos, leucocráticos acinzentados, migmatizados e migmatitos com mesossoma quartzo diorítico/tonalítico a anfibólio, biotita bem como porções anfibolíticas (CPRM, 2001).

Outras duas unidades bastante significativas são as suítes magmáticas formadas por Metagranitóides indiscriminados, de gênese Neoproterozóica, que se distribuem pela porção Leste da área de estudo, e a suíte leucocrática peraluminosa, constituída por rochas metaplutônicas leucogranitóides contendo biotita e muscovita (M), e/ou granada ou cordierita (M), identificadas em duas ocorrências ao Sul da área em questão (CPRM, 2010). Além destes, uma unidade bastante representativa aflora como uma faixa transcorrente ao terreno, na direção NE-SO. Segundo Azambuja (2007) essa unidade comporta “quartzitos fortemente intemperizados que se sobrepõem discordantemente às unidades meso-proterozóicas” (p. 59). No que toca a feição litológica a área de interesse, é perceptível a ocorrência de dois grandes complexos cisalhantes (Figura 15), percorridos preponderantemente, na direção NE-SW. O primeiro complexo à Norte, posiciona-se sob o sítio urbano das Cidades de São João, Garanhuns, Paranatama e Salóá.

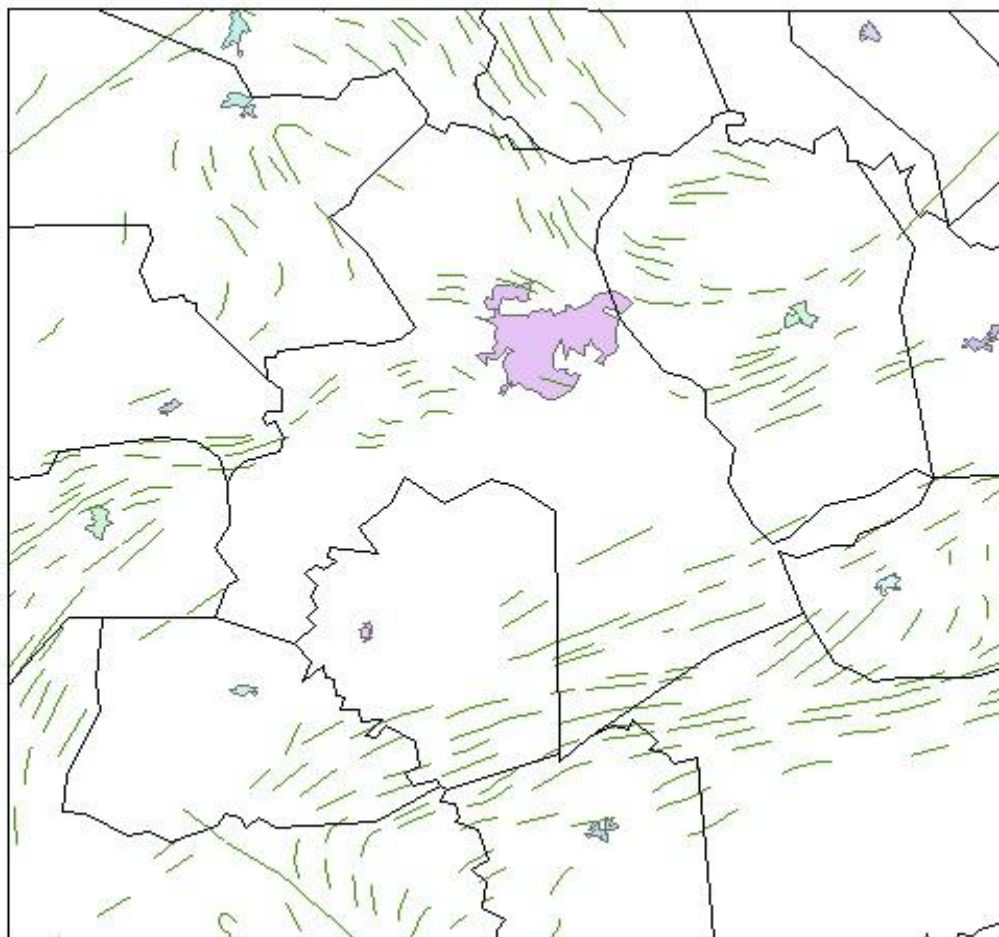


Figura 15: Croqui com a representação da localização das zonas de falhas na região de estudos. Fonte: ZAPE, 2001.

Em superfície, a topografia nesta área alcança pontos culminantes que ultrapassam a marca dos 1.100 m de altitude. Esta faixa marca a transição de dois patamares paralelos à sua disposição, ou seja, um destes à N-NW, configura-se pelo

terreno PE/AL, marcando a cimeira da porção Sul do Pediplano Central da Borborema, enquanto outro na direção S-SE, apresenta uma superfície de degradação, formando patamares altimétricos escalonados, sugerindo uma regressão condicionada pela alternância entre processos pedogenéticos e morfogenéticos.

O segundo complexo de cisalhamento, embasa uma superfície elevada com a parte ocidental configurada pela ocorrência de um ponto soerguido com alcance superior aos 950m de altitude, situado no extremo Sul da área de interesse. Esta zona de cisalhamento alicerça uma superfície soerguida que se estende na direção E-W, representando importante ponto de ruptura no direcionamento das drenagens locais.

3. 3. Dos Tipos de Solos

A composição estrutural, mineralógica e morfológica do relevo, embasa o arranjo pedológico que vai ser consolidado e/ou modificado de acordo com a dinâmica ambiental (AZAMBUJA, 2007; ARAÚJO FILHO, et. al. 2000). A caracterização do tipo de solo quanto à suas características de desenvolvimento está intrinsecamente relacionada, como o seu horizonte de identificação (JACOMINE, 2009), consistindo em uma região identificada no perfil do solo, com as características singulares de sua gênese (JACOMINE, op. cit.).

Desta forma, esta análise busca identificar os tipos de solos reconhecidos na porção Sul do Pediplano Central da Borborema, pautado na bibliografia disposta sobre o tema e nas observações de campo.

A expectativa das investigações prévias foram suprimidas ao passo que algumas lacunas deixam dúvidas e questionamentos sobre a evolução ambiental da região, sobretudo, em função do desenvolvimento de algumas classes de solos de aspecto antagônico em contato quase imediato, onde sua faixa de transição é curta. Sendo clima o principal agente de intemperismo e pedogênese, as possibilidades de indução dos processos recorrentes nesta região levam a acreditar no crescimento continuado da umidade nas zonas de cimeira e na vertente ao Sul, enquanto que a área do Pediplano central, ao Norte, estaria sujeita à atuação final das massas de ar e, assim, apresenta aspecto mais seco, próximo ao de ambientes semi áridos; sendo creditado esse arranjo ao desenvolvimento do período holoceno – últimos 10 mil anos.

À *priori*, a distribuição dos tipos de solos parece corroborar a perspectiva da elaboração pedológica pela mudança nos padrões climáticos holocênicos. Após a

exposição do mapa de solos (figura 16) serão explanadas as características de cada tipo e sua disposição encontrada no município de Garanhuns.

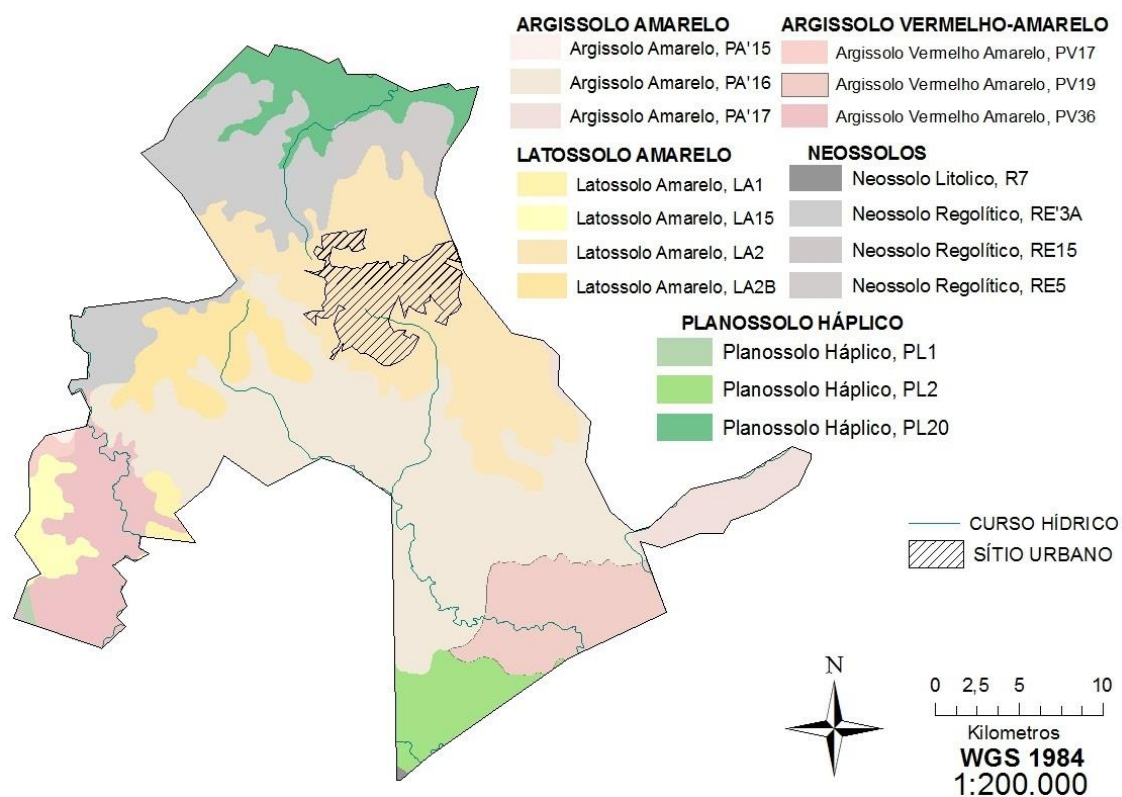


Figura 16: Mapa das principais classes de solos presentes na região de Garanhuns-PE, elaborado com base na plataforma do software ArcGis 9.3, a partir de dados obtidos no ZAPE (2001).

ARGISSOLO AMARELO – Tem sua origem derivada de rochas cristalinas nesta região, apresentando um horizonte de acumulação de argila – B textural (Bt) – convencionalmente apresentam perfis profundos, onde, na investigação de campo, podem-se observar perfis expostos com variação maior que 5 metros de espessura (figura 17), contrastando com situações de profundidades mais rasas.



Figura 17: Perfil de argissolo amarelo, localizado no km 5 da PE-218, entre Garanhuns e Brejão. Fotografia por Jéssica Oliveira.

Em geral os argissolos apresentam horizonte B textural, abaixo do horizonte A ou E (EMBRAPA, 2006).

Na região, os argissolos amarelos estão distribuídos acompanhando a vertente Sul da cimeira PE/AL. Essas faixas recebem influência climática das frentes de E-SE percebendo um índice pluviométrico na ordem de 1.100 mm/ano, bem distribuídos durante o ano, o que favorece os processos de pedogênese e o desenvolvimento de solos úmidos como os argissolos. A sua transição com latossolo amarelo ao Norte, enfatiza a atuação dos principais cursos hídricos, que drenam para o Sul formando a cabeceira/baixo curso da bacia do rio Mundaú; em congruência está o componente litológico que beneficia a elaboração de hidróxidos de alumínio e acúmulo de argilo minerais. Dentro das classes de argissolos que ocorrem na região, é identificada também, a ocorrência de outro tipo de argissolo, o argissolo vermelho-amarelo.

Segundo o Zoneamento Agroecológico de Pernambuco – ZAPE – as três sub classes encontradas se dividem em PA'15, PA'16 e PA'17; horizonte A húmico proeminente, textura média-argilosa e rico em argila, podendo apresentar índices de latossolização, a manchas de latossolo amarelo álico; é comumente reconhecido em ambientes de desenvolvimento de florestas subcaducifoleas.

ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO – A principal característica deste tipo de solo é a não semelhança entre os outros da mesma classe, de forma muito heterogênea, este tipo de argissolo tem difícil caracterização, sendo apenas

identificado, pelo reconhecimento da sua coloração vermelho-amarelada e amarelo-avermelhada (EMBRAPA, 2006). Sua ocorrência na área de estudos é registrada em diversos locais, sempre próximo às áreas SW e S (figura 18).



Figura 18: Exposição do horizonte diagnóstico do argissolo vermelho-amarelo, localizado no km 7 da PE-218, no município de Brejão. Foto: Autor.

A possível explicação desta distribuição se dá pela influência de processos hídricos no desenvolvimento de sua pedogênese, sobretudo à lavagem dos minerais mais finos, permitindo separação do Fe, bem como a constituição do horizonte Bt, maior que 1 m (EMBRAPA, 2006; SILVA, et. al. 2007).

São identificadas 3 sub classes no município de Garanhuns; PV17, PV19 e PV36. Suas características principais são a variação de texturas entre média e argilosa; momentos de desenvolvimento de PVabr e não ábrico e plíntico e não plíntico. São tipicamente identificados embasando relevos ondulados. O PV36 vai também apresentar índices de eutrofização, mesclando o desenvolvimento de litossolos – neossolos litólicos – com forte presença de cascalhos além da manutenção *in situ* de gnaisses, xistos e quartzitos.

LATOSSOLO AMARELO – Apresentam estrutura normalmente bem aprofundada e de boa drenagem, por esta razão, são considerados solos frios. Normalmente apresentam grande profundidade e alto grau de intemperismo. A EMBRAPA (2006) conceitua a ordem “LATOSSOLO” todos os “solos constituídos por

material mineral, com horizonte B latossólico imediatamente abaixo de qualquer um dos tipos de horizonte diagnóstico superficial, exceto hístico.” (p. 82)

Os latossolos amarelos (figura 19), especificamente, apresentam coloração amarelada no horizonte B latossólico (diagnóstico), apresentando tonalidade 7,5 YR até mais amarelo no primeiro metro deste horizonte (EMBRAPA, 2006)

Para Silva (et. al. 2007) latossolos amarelos

São solos profundos, porosos, bem drenados, friáveis e, em geral, com média disponibilidade de água para as plantas. Apresentam textura variando de média a muito argilosa e estrutura granular ou em blocos, conferindo ao solo aspecto maciço poroso “in situ” (p. 02).



Figura 19: Perfil de Latossolo Amarelo exposto, próximo à Barragem do Cajueiro II, zona rural ao Sul da Cidade de Garanhuns. Fonte: Jéssica Oliveira.

Na área de estudos ocorrem 4 tipos de latossolos amarelos. Os tipos LA1 e LA15, estão mais próximos, na faixa mais ao leste. LA1 apresenta horizonte A húmico, textura argilosa e variação com argissolo amarelo e vermelho-amarelo; Enquanto o tipo LA15 é caracterizado como Álico e Distrófico, apresentando variação com Argissolo vermelho-amarelo não plíntico e textura média.

Os outros dois tipos são os LA2 e LA2B; Apresentam horizonte A proeminente além de variação com argissolos amarelo e vermelho-amarelo, sendo todos álicos e distróficos.

NEOSSOLOS LITÓLICOS – Neossolos em geral, são solos pouco desenvolvidos, com alguns centímetros de espessura, não apresentando horizonte B característico de qualquer ordem, podendo conter horizontes incipientes das classes glei, plíntico, vértico e A chernozêmico, contudo, o baixo grau de desenvolvimento impede que configurem material suficiente para caracterização de outra ordem (EMBRAPA, 2006).

Das duas subordens com ocorrências registradas na região em apreço, os neossolos litólicos ocorrem com menor frequência. Estes solos apresentam uma configuração grosseira, estabelecidos sobre contato direto com a rocha e/ou com horizonte C/Cr (EMBRAPA, 2006). Baseados, sobretudo, quartzitos e gnaisses (Silva, et. al. 2010) seu desenvolvimento pode se dar também sob um horizonte B incipiente/ em desenvolvimento (EMBRAPA, op. Cit.), no município de Garanhuns, o Zoneamento Agroecológico de Pernambuco – ZAPE – identificou apenas uma ocorrência, no extremo Sul, entretanto é sabido outras manchas de Neossolo Litólico na região..

NEOSSOLOS REGOLÍTICOS – Uma característica presente nestes solos jovens é a textura arenosa com presença de minerais de feldspato pouco resistentes à intemperismos (SILVA, et. al. 2007). Estes solos são associados à ocorrência de climas semi áridos, fator que se mostra relevante quando da sua distribuição na porção Norte da área de estudos, região com cotas altimétricas mais elevadas e regime hídrico menos volumosos (SILVA, et. al. 2007, EMBRAPA, 2006)

Na região de interesse, há ocorrência de neossolos regolíticos por toda a área Norte e extremo leste, com três subdivisões; RE'3A, RE15 e RE5.

RE5 marca a zona de transição com o argissolo amarelo (figura 20), apresentando maior profundidade e textura arenosa à média/argilosa. RE15, configura a zona de contato com planossolo. Apresentando um solos distrófico/eutrófico com variações com Neossolo Litólico. RE'3A, configura uma zona marcada por areias quartzosas, com e sem fragmentação e presença de gnaisses e granitos.



Figura 20: Perfil, situado em meio à zona de transição entre Neossolo e Argissolo, Centro/Norte da região. Foto: Autor.

Sugere-se neste ponto uma discussão sobre a gênese pedológica em concordância com a evolução ambiental regional. Verificar a caracterização pedológica e ambiental da área, induz ao raciocínio do desenvolvimento intrínseco entre o aplainamento progressivo destas superfícies e o seu desenvolvimento pedogenético, numa espécie de correlação funcional de evolução. Aqui, cabe à investigação, questionar se a presença de Neossolos (regolítico e litólico) representa uma resposta física às mudanças ambientais ocorridas e se, neste caso, o soerguimento progressivo, aliado ao contínuo processo de aplainamento superficial, podem ser identificados com base na verificação da evolução pedológica regional?

PLANOSSOLOS HÁPLICOS – São solos rasos cuja característica primordial é uma rápida mudança entre aspectos do horizonte A e o horizonte B, de textura permeável para uma pouco permeável, de difícil aprofundamento. Segundo Silva (et. al. 2007) os planossolos háplicos,

Apresentam as seguintes características: a) mudança textural abrupta entre o horizonte superficial (A ou E) e o de subsuperfície (horizonte B); b) texturas principais: franco-arenosa no horizonte A e textura média a argilosa, com argila de atividade alta, no

horizonte B; c) drenagem imperfeita, dando ao solo cores bruno-acinzentadas no horizonte B; d) estrutura fraca ou maciça no horizonte A, contrastando com estruturas grandes, em blocos e/ou em prismas no horizonte B, o que torna os solos muito endurecidos neste horizonte. (p. 04)

Em ambientes de caatinga hipoxerófila, este tipo de solo pode ser associado à congruência entre os fatores climáticos, ambientados em pouca precipitação e temperaturas menores, variando em torno dos 20 °C de média (EMBRAPA, 2006).

Três tipos de planossolo são identificados no município de Garanhuns; PL1, PL2 e PL20. Apresentam uma configuração que mescla suas características às do neossolo Litólico eutrófico, com desenvolvimento de cascalheiras marcadas pelo intemperismo sobre gnaisses e granitos e textura média, nos 3 tipos.

3.4. Da Climatologia

A análise dos sistemas climáticos que atuam no município de Garanhuns, devem comportar também o fator topográfico local, como partícipe na elaboração ambiental desta região. Os sistemas sinóticos mais relevantes que atuam na área são a Zona de Convergência Inter Tropical – ZCIT – (figura 21) e a Massa Equatorial Atlântica – MEA (AZAMBUJA, 2007) dois dos principais sistemas atuantes no NE do Brasil (MOLION & BERNARDO, 2002).

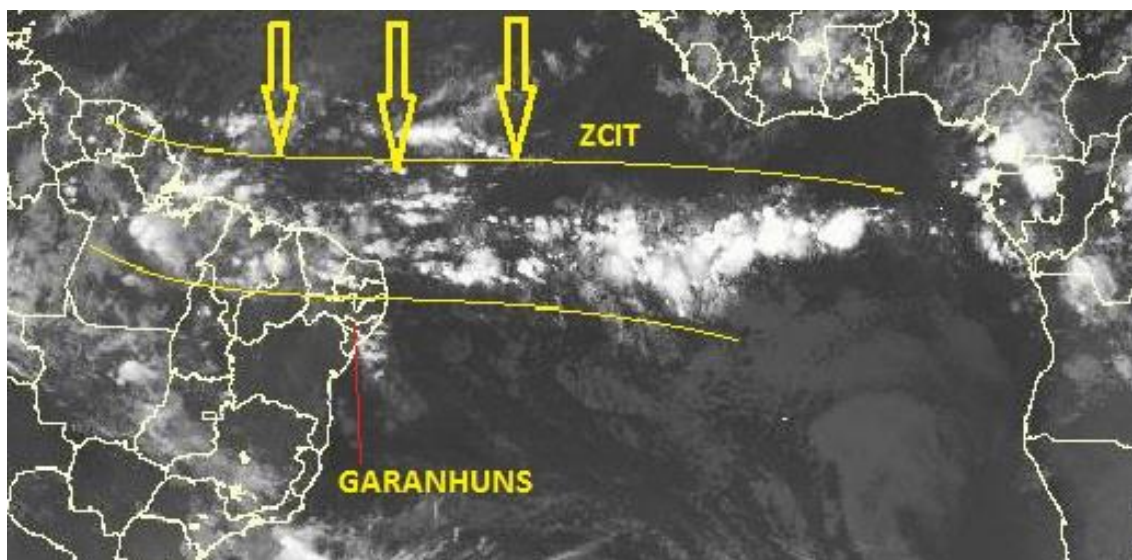


Figura 21: Zona de Convergência Inter Tropical - ZCIT. Fonte: INPE.

O deslocamento setentrional da ZCIT ocorre durante os meses de Janeiro à Abril, em condições normais. Nos meses em que a Zona de Convergência não está situada sobre o NE do Brasil se estabelece nesta região um Vórtice Anti Ciclônico de

baixa pressão, caracterizado por dispersar a umidade do centro para a margem, favorecendo a ocorrência de estiagens prolongadas, sobretudo entre os meses de Junho à Dezembro, quando sua atuação é mais presente. Nas margens desse sistema, concentram-se complexos convectivos promovendo precipitação (figura 22).

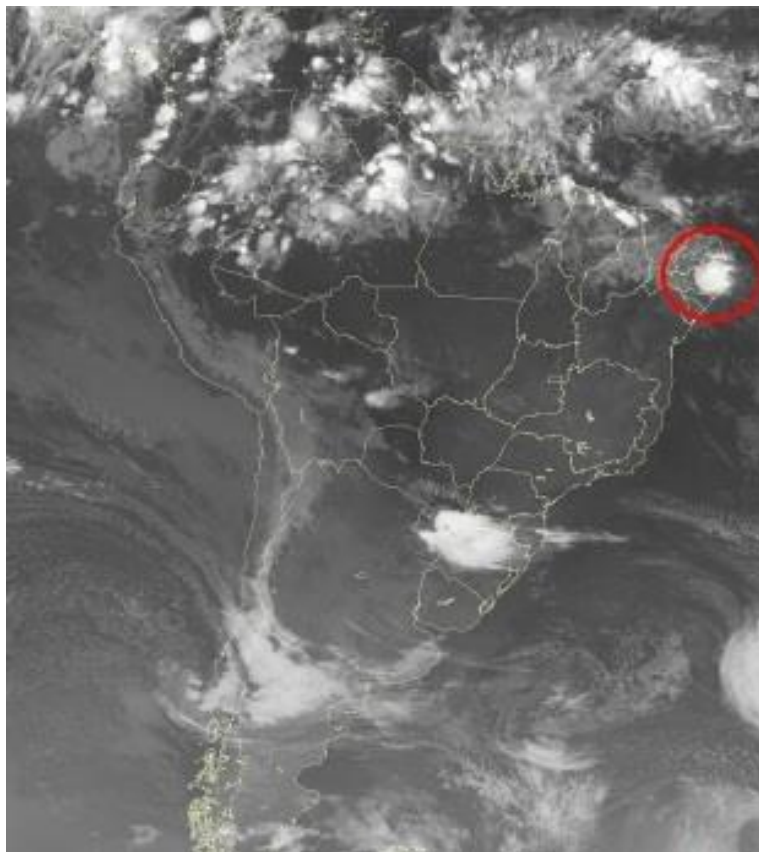


Figura 22: O círculo em vermelho marca a ocorrência de um complexo convectivo à margem Leste do Vórtice AntiCiclônico de Baixa Pressão. Fonte: INPE.

A região em apreço apresenta variação topográfica elevada, alcançando patamares desde os 550m até a casa dos 1100m de altitude (ZAPE, 2001), essa característica configura a área um divisor climático de micro escala. A zona de cisalhamento transversal que representa a cimeira do terreno PE-AL ilustra o limiar desse divisor, no qual, a parte Sul da área é significativamente mais úmida que a parte Norte. A configuração pedológica local evidencia este fato quando da mudança de solos próximos em tipos de solo, caracteristicamente, antagônicos (ZAPE, 2001).

Uma averiguação pontual dessa variação exige a constatação das variantes médias de temperatura e precipitação dos municípios vizinhos a Garanhuns. Segundo dados obtidos junto ao Instituto Nacional de Meteorologia – INMET – a variação milimétrica de precipitação anual ficou estabelecida em torno dos 900 mm/ano, tendo as cidades da porção ao Norte do município de Garanhuns uma estação chuvosa bem

definida, sendo a concentração maior de precipitação nos meses entre Fevereiro e Julho. No inverno, a temperatura registrada nas cidades ao Norte é notoriamente menor, do que a registrada nas cidades ao Sul, do terreno compreendido como Cimeira PE/AL. (figura 23)

Médias de Temperaturas (°C)		
Cidades	Temp. Máx.	Temp. Mín.
Garanhuns	26,2	17,2
Brejão	28,1	17,1
São João	26,7	17,5
Angelim	28	18,1
Jucati	26,5	15,5
Capoeiras	26,1	15,2
Médias da Região	26,9	16,7

Figura 23: Médias de temperaturas anuais nas cidades da região que dispõem de medição do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET –, na ultima linha é possível visualizar o calculo com as médias acima, em uma tentativa de conceber um quadro exclusivo para a região. Fonte: INMET.

Neste diagnóstico claro, há dois municípios (Jucati e Capoeiras) localizados ao Norte da Cimeira PE/AL e dois, que têm suas sedes urbanas situadas exatamente nessa faixa (Garanhuns e São João), onde, não por coincidência, estas quatro cidades apresentam, num comparativo de suas médias, temperaturas gradualmente mais baixas que as demais, com variação aproximada de cerca de 2 graus centígrados.

Quanto ao volume das precipitações e sua distribuição, a análise buscou conhecer o ritmo climático da área (MONTEIRO, 1971) onde, dentro dessa concepção analítica coube também uma rápida avaliação dos últimos eventos de alta magnitude. O quadro do volume de precipitações foi distribuído segundo a possibilidade de obtenção de dados do município de Garanhuns.

O município de Garanhuns tem na sua ambientação climática poderoso aporte econômico com o turismo de temporada (inverno). A sede municipal encontra-se estrategicamente posicionada por sobre a porção mais elevada do terreno PE/AL, sendo mesmo o 3º ponto mais alto do Estado de Pernambuco, conhecido como “Alto do Magano”, um dos bairros da cidade.

Sem impedimentos físicos que poderiam desviar a ação, em micro escala, dos sistemas frontais, ou frentes frias, normalmente originadas no extremo Sul do Hemisfério Sul, onde, no inverno, alcançam baixas latitudes (MOURA & KAGANO, 1986; MOLION & BERNARDO, 2002), sua ação fica evidenciada quando da distribuição pluviométrica média deste município. Segundo Molion e Bernardo (2002)

Entre Abril e Julho, observou-se que uma zona de convergência se instala sobre a costa leste do NE (ZCEN) e constitui-se no mecanismo dinâmico mais importante para a produção de chuvas sobre o ENE, que apresenta seus quatro meses mais chuvosos nesse período. A maior parte da umidade, que converge sobre o continente e alimenta a ZCEN, é originada no Atlântico Sul e, se as temperaturas da superfície do mar (TSM) apresentarem anomalias positivas, o transporte de umidade é maior e a ZCEN mais intensa. (p. 02)

Um processo que pode incrementar este fenômeno são os chamados distúrbios ondulatórios de Leste, ou ondas de Leste, que dinamizam complexos convectivos formados no Leste do Nordeste (ENE) fazendo sua ação penetrar até mais de 250 km da costa (GIRÃO, 2009; MOLION & BERNARDO, 2002; MOURA & KAGANO, 1986). Na região de interesse tal fato pode ser constatado em Junho de 2010, nos Estados de Pernambuco e Alagoas – alcançando inclusive a parte sul da região estudada – o que gerou diversos distúrbios sociais e acidentes naturais (DIÁRIO DE PERNAMBUCO, 2010), provocados pelo evento de alta magnitude desenvolvido por esta confluência de fenômenos climáticos, normais aos meses de Maio (5) à Julho (7).

Apesar de sua menor intensidade, é possível verificar a atuação da Zona de Convergência Intertropical – ZCIT – registrada nos primeiros meses do ano, de Janeiro (1) à Abril (4), numa espécie de segundo patamar de precipitações no Município.

Em termo de dinâmica climática uma curiosidade marca esta área. A parte Norte, apresenta características de ambiente semi árido, com predominância de Neossolos Regolíticos e litólicos, vegetação menos abundante e pouco desenvolvimento morfológico, enquanto que a porção Sul deste município apresenta temperaturas mais elevadas, maior volume pluviométrico e o desenvolvimento pedogenético bem mais marcante com registro de pelo menos 4 tipos diferentes de solos, dentre esses, variedades de latossolos e argissolos bem desenvolvidos, também ocorrem cotas menores de altitude, marcando a fase de rebaixamento Sul do Pediplano Central da Borborema.

Com relação aos índices pluviométricos médios de Garanhuns (Figura 24) colhidos na sede do Município, portanto, uma faixa de transição ambiental, os registros apontam para uma maior atuação dos sistemas frontais, originados à Leste deste posicionamento, principalmente sobre os meses de Maio (05) à Julho (07) (MOLION &

BERNARDO, 2002; MOURA & KAGANO, 1986). Há ocorrência de um segundo patamar no volume de precipitações entre os meses de Janeiro (01) à Abril (04),

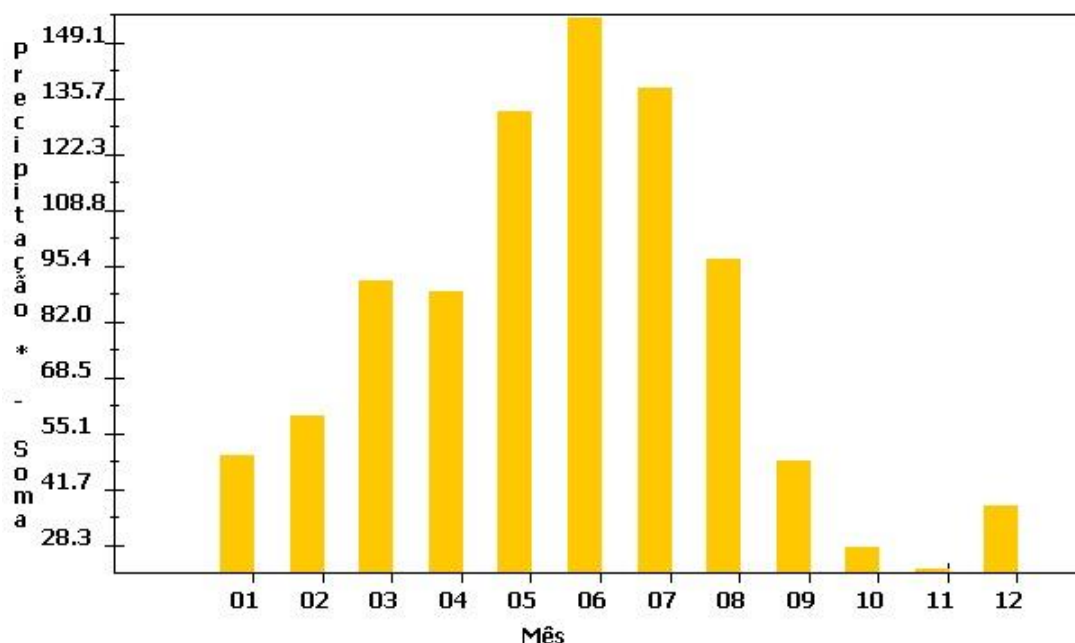


Figura 24: Histograma do volume médio de precipitações no Município de Garanhuns. Fonte: INMET.

associado nesta região ao deslocamento para Sul da Zona de Convergência Intertropical – ZCIT – (MOLION & BERNARDO, 2002).

É possível que a associação entre o fim da atuação da ZCIT e o início da atuação dos Sistemas frontais, possa aumentar significativamente o volume das precipitações nos meses de Abril (04) e Maio (05), sobretudo quando da ocorrência excepcional de distúrbios ondulatórios de Leste, ou ondas de Leste, ativando eventos de alta magnitude como o registrado, neste período, no ano de 2004 (AZAMBUJA, 2007), que provocou uma série de danos, sobretudo, econômicos ao município. A questão de riscos ambientais tornou-se evidente após os eventos de junho/julho de 2010 no Estado, onde a averiguação de possíveis indicadores de perigo tem ganhado atenção de pesquisadores nos últimos anos no Brasil (GUERRA, 2008; 2010; MARÇAL & GUERRA, 2006) bem como para estudos na própria região de Garanhuns (AZAMBUJA, 2007; LIMA, 2012).

Ao final desta análise climática, fica evidente uma relação entre a diferenciação altimétrica da região e seus índices climáticos e ambientais. A região ao Sul da área apresenta características de ambientes úmidos e sub úmidos, o desenvolvimento de floresta caducifólia e solos friáveis com recorrente desenvolvimento de horizontes de argilas expansivas e drenagem inferior, enquanto que na região ao Norte, as cotas

altimétricas muito mais elevadas dificultam a penetração de umidade, aumentando a possibilidade de secas maiores, aproximando suas características à de um ambiente semi árido. Ocorre o desenvolvimento de solos rasos e bem drenados, sendo comum a apreciação da rocha fresca exposta, bem como indícios de vegetação típica de cerrado e caatinga brasileira.

3.5. Usos da Superfície

O município de Garanhuns concentra a principal cidade da bacia leiteira do estado de Pernambuco (www.pe.gov.br), por influência desse fator a maior parte da região é lotada para a criação bovina compondo uma sucessiva extensão de campos de pastos (figura 25), sendo praticamente não encontrado espécimes de flora local.



Figura 25: Fazenda de Gado entre os municípios de Garanhuns e Brejão. Fonte: Autor

Os ambientes que não estão lotados para a pecuária extensiva são as encostas íngremes – normalmente situadas em alvéolos resquícios de movimentos de massa, pretéritos que formaram feições que dificultam o desenvolvimento de uma cultura ou da criação de animais – e os pontos de agricultura familiar – comportando terrenos de pequenos lotes que abastecem famílias e servem de produção para

comércio na feira da cidade, entretanto tais lotes estão espalhados aleatoriamente, impossibilitando uma caracterização espacial.

O único ponto de desenvolvimento agrícola voltado para o abastecimento local que comporta uma área suficiente para um reconhecimento exato é a comunidade quilombola do Castainho. Nessa comunidade são produzidos tubérculos como a mandioca (figura 26), batata e batata doce.



Figura 26: Lavoura de mandioca na Comunidade Quilombola do Castainho, Zona Rural de Garanhuns. Fonte: Autor.

Sobre a cobertura vegetal natural – sem influência antropogênica – os poucos resquícios de espécimes resistentes variam entre exemplares de floresta subcaducifolia nos ambientes mais úmidos e de exemplares de caatinga nas regiões mais secas. No trabalho de Azambuja (2007), sobre o Município de Garanhuns, a autora afirma que

Fatores como altitude, pluviometria e tipo de solo, conferiram à região em questão uma cobertura vegetal com espécies de Mata Serra. Entretanto, a ocorrência de um maior adensamento populacional resultante do processo de ocupação do Agreste Pernambucano, permitiu que reservas arbóreas fossem retiradas, em favor da expansão agropecuária. (p. 72)

Ainda segundo Azambuja (2007) foram encontradas espécies características do ambiente de matas serranas, embora não existam mais exemplares de benefício econômico proveniente da extração da madeira. A ocupação das lavouras de café na primeira metade do século XX até meados dos anos 1980 e, posteriormente, de fazendas de gado, praticamente excluiu a possibilidade de desenvolvimento arbóreo, reduzindo à vegetação verificada a vastos campos arbustivos, gramíneos, com registros aleatórios de indivíduos de vegetação típica da região (Figura 27).



Figura 27: Campos de pastos no município de Garanhuns, com algumas manchas de vegetação espessa, com árvores frutíferas comumente plantadas pelos habitantes locais. Fonte: Autor.

3. 6. Da Hidrologia

Buas bacias principais e uma micro bacia compõem o embasamento do sistema de drenagem no município de Garanhuns (AZAMBUJA, 2007).

O rio Mundaú sua nascente próximo ao sítio urbano da cidade, surge através de uma série de córregos que afloram de mais de 10 nascentes espalhadas por toda zona da cimeira, sendo os riachos “São José” e “Da rua nova”, os de maior significância neste recorte, pois funcionam como os seus primeiros afluentes. Entre os primeiros tributários dois estão represados formando as barragens do Cajueiro e de Inhumas.

A faixa soerguida, que detém maioria das nascentes, estabelece um parâmetro para a compreensão do desenvolvimento ambiental local. Presume-se que, com a mobilização ascendente dos blocos, o lençol freático foi movido para uma situação a

qual a pressão interna torna-se superior aos impedimentos geológicos e a água começa a ascender à superfície, formando as nascentes e córregos.

Assumindo a validade da afirmativa anterior, o caso do Riacho Seco, toma atenção pela elaboração da drenagem através da zona de cimeira, em corrente fluxo para a direção Sul, de tal maneira, que a sua imposição sobre o relevo, teria concorrido para a elaboração de um vale que divide essa porção mais elevada da superfície. Sendo essa premissa confirmada, o riacho Seco pode ser considerado o fluxo hídrico mais antigo em atividade na região.

O volume de precipitações, mais elevado na Porção Sul da região, é importante fator de condicionamento do volume dos corpos hídricos ali presentes. Sendo a água, o principal fator de dinamização de um sistema físico, ou geossistema, (CHRISTOFOLETTI, 1999) é salutar compreensão dos níveis de precipitação locais para o entendimento mecânico dos atuais processos modeladores do relevo, bem como é possível a indagação entre co-participação destes processos integrados quando da transformação do modelado em escala de tempo geológica, em compreensão com ação de intemperismos e remobilização do material desagregado, articulando e desarticulando conexões fluviais e sistemas de deposição (LEOPOLD, WOMAN & MILLER, 1964; BIGARELLA & CHISTOFOLLETTI, 1979; FRYIRS & BRIERLEY, 2005; SOUZA, 2010), bem como, potencializando o desequilíbrio de sistemas através, ou não, da participação antropológica, decorrendo em acidentes e desastres naturais (DREW, 1994; GUERRA, 2010; PETLEY, 2010; BORGATTI & SOLDATTI, 2010).

A seguir (figura 28), é exposto o mapeamento das principais bacias e drenagens no município de Garanhuns com base nos dados do Zoneamento Agroecológico de Pernambuco – ZAPE.

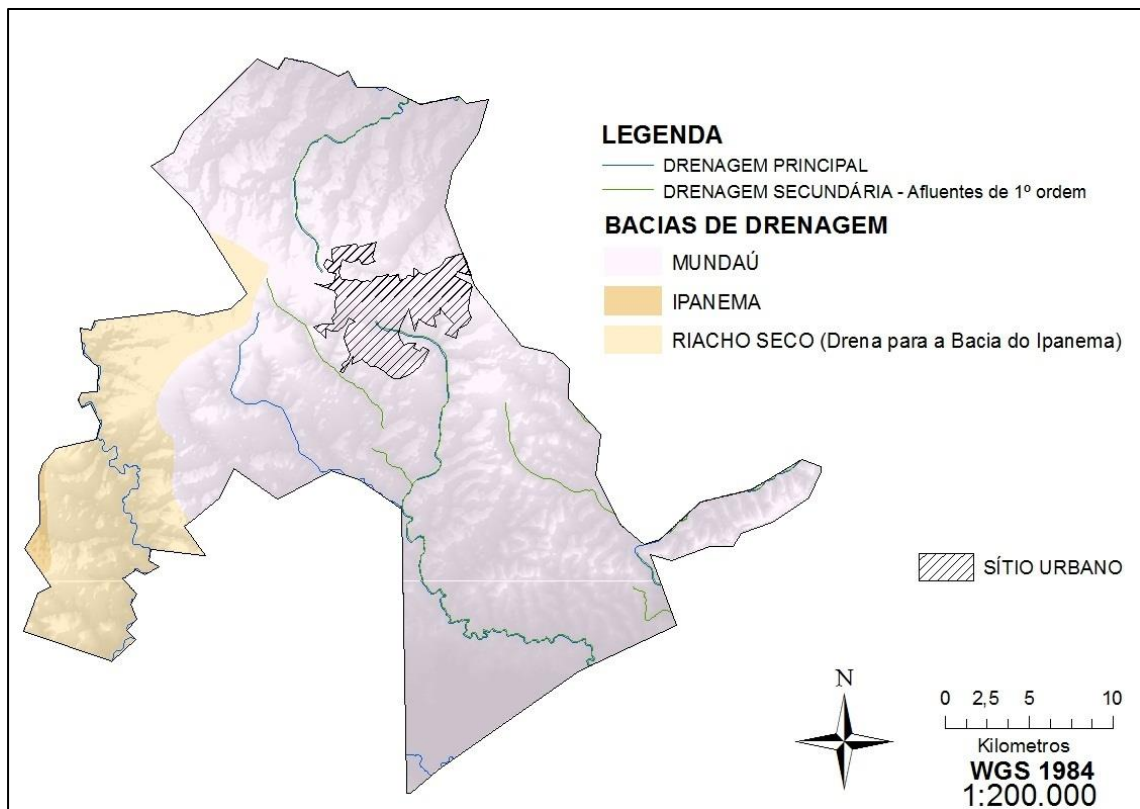


Figura 28: Mapa hidrográfico, com as principais bacias participantes da região de Garanhuns-PE, desenvolvido na plataforma do software ArcGis 9.3, a partir de dados ZAPE (2001).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Das Visitas à Área de Trabalho e Coletas de Material

No mês de Janeiro de 2013 foi realizada a primeira visita ao campo de trabalho, de cunho exploratório. Esta primeira incursão teve o objetivo de reconhecer o interior das paisagens na região do pedimento central da Borborema, na área da Cimeira PE/AL, no município de Garanhuns, a fim de identificar possíveis áreas de coletas de amostras de colúvio. No mês de Maio, nos dias quatro, cinco e seis, foi realizado o campo de análise e coleta de material para realização de procedimentos laboratoriais da pesquisa. Tal trabalho, permitiu a visualização da área de apreço bem como a montagem do esquema de caracterização geográfica das paisagens ali encontradas. Todas as incursões tiveram suporte metodológico de equipamentos de localização e referência espacial, tais como; GPS's, Mapas de localização e temáticos. Houve suporte logístico com a utilização de automóveis. As amostras de material sedimentar foram coletadas com equipamentos básicos de escavação e coletas, tais como, pás, enxadas, picaretas, sacos plásticos, etiquetas, lacres e fitas adesivas.

Em campo, foram coletadas amostras do terreno para os procedimentos laboratoriais de granulometria e datação por Luminescência Óptica Estimulada – LOE. As coletas foram realizadas de acordo com a delimitação de rupturas para os depósitos sedimentares encontradas nos perfis analisados (figuras 28 e 29).



Figuras 29 e 30: Exemplos de perfis utilizados para coleta de amostras. Foto: Autor

Cada amostra respeitou padrões metodológicos estipulados e de eficácia já comprovada (CORREA, 2001; CINTRÃO, 2003; SILVA, 2007; AZAMBUJA, 2007).

O procedimento de amostragem para granulometria ocorreu da seguinte forma:

- As coletas em perfis expostos respeitou uma média de aproximadamente 3kg de material para cada amostra.
- As rupturas nos padrões de sedimentação foram identificadas através das descontinuidades visuais nas deposições.
- Essas rupturas funcionaram como delimitadoras das regiões de coleta das amostras.
- A profundidade das amostras respeita a disposição da superfície do solo, aumentando a metragem à medida do aprofundamento.
- Canos pretos de PVC foram inseridos nos perfis para coletar o material para datação, enquanto que, na mesma profundidade, cerca de 2 kilos de sedimentos foram retirados para análise granulométrica.

A análise sedimentológica foi feita segundo proposta desenvolvida por Suguio (1973), onde a primeira etapa consistiu no reconhecimento da área deposicional através da visita ao campo.

Foram coletadas 7 amostras para realização de análise granulométrica, destas, apenas a amostra ELT não foi datada, devido sua disposição não atender as exigências metodológicas (figura 31).

TABELA DE AMOSTRAS DE SEDIMENTO COLUVIAL					
Amostra	Coordenada E	Coordenada S	Altitude	Perfil	Profundidade da Coleta (m)
VRM	774880	9013685	767 m	2 m	0.5/1/1.3/1.9
FBV	773218	9018628	846 m	1,10 m	0.45/1
ELT	764602	9006014	727 m	0,60 m	0.4

Figura 31: Tabela com representação dos pontos de coleta, sua localização e profundidade de coleta no perfil.

Afim de distribuir as coletas ao máximo do espaço estudado, a seleção dos pontos de coletas buscou, além de tudo, cenários de diferentes ambientações, mas com aproximações morfológicas. Desta forma, os cinco pontos coletados podem ser atribuídos, pós análise, com as seguintes características:

- Ponto 1 (VRM): O ponto mais próximo de área urbana, está situado no início da estrada que liga a zona Sul da cidade de Garanhuns ao povoado de Miracica, sua proximidade com o Campus da Universidade Federal Rural /Unidade Acadêmica de Garanhuns – UFRPE/UAG, bem como de uma marca de paleovoçoroca no relevo próximo, foi parâmetro de decisão da escolha do seu título de reconhecimento como “Voçoroca Rural-Miracica”, ou VRM.

Neste ponto amostral foram recolhidas 4 amostras em um perfil com exposição de 2 metros de altura, com medição feita do ponto superficial ao encontro com a rocha de origem ou, como neste caso, com a frente de intemperismo. Neste ponto, as amostras foram colhidas a 0,5m, 1 m, 1,30 m e 1,90 m.

- Ponto 2 (FBV): Localizado à N-W da Cidade de Garanhuns, este ponto encontra-se em uma área de densa remobilização estrutural, sendo 1 de 2 pontos situados sob a área de Cimeira do terreno PE/AL, a uma altitude de 846 m, numa área privada da Fazenda Bela Vista, motivo pelo qual ficou atribuído seu título de reconhecimento (FBV).

Em uma área marcada como um fundo de vale, se esperava a ocorrência de um depósito sedimentar maior do que o encontrado, com perfil de 1,10m, com medição inicial em superfície até o ponto de encontro com a rocha fresca, ou frente de intemperismo.

A área configura uma zona de transição entre latossolo amarelo e neossolo regolíticos, solos de aspecto antagônicos (EMBRAPA, 2006) que formam um complexo arranjo, justificando assim, a ocorrência de depósitos muito rasos nessa porção da Área. Foram coletadas duas amostras neste ponto, aos 45 cm de profundidade e à 1 m (figura 32).



Figura 32: Ponto de coleta Fazenda Bela Vista - FBV - localizado mais ao Norte de todos, representa um ponto de transição para um ambiente com características semi áridas. Foto: Autor.

- Ponto 3 (ELT): Este ponto encontra-se ao extremo leste da área de estudos. Em uma faixa de argissolo vermelho amarelo, na micro bacia do riacho seco. Sua proximidade às torres de transmissão localizadas na área serviu de referencial para seu título de identificação. O ponto “ELT” no contato entre o depósito e a rocha alterada existe uma linha de rochas, ou *Stone line* (Figura 32), marcando um momento de transição climática de um período úmido para um mais seco, é possível que este processo dinâmico esteja associado á uma mudança no cenário global ou em escala regional (THOMAS, 1994; 2004; SUGUIO, 1999; CORREA, 2001). Enquanto a linha de rochas é marca de uma mudança ambiental para ambiente mais seco, o desenvolvimento de depósitos sedimentares e dinâmica pedogenética intensa, sinalizam com o processo oposto, ou seja, a retomada de uma modificação ambiental para um cenário mais úmido (THOMAS, 1994; 2004).



Figura 32: Ponto de coleta Estrada da Linha de Transmissão - ELT - na área Leste da região, entre os municípios de Brejão e Garanhuns. Foto: Autor.

4.3. Dos Procedimentos Laboratoriais

4.3.1. Granulometria

O estudo da distribuição dos depósitos sedimentares quaternário, exige uma análise granulométrica de amostras desses depósitos (SUGUIO, 2010; 2003) a fim de conhecer, pelo transtorno sofrido pelo grão, o tipo de transporte, a que foi condicionado tal material, e, enfim, reconhecer o aspecto ambiental ao qual estava inserida esta paisagem (CORRÊA, 2001; SUGUIO, 2010) nos momentos das ocorrências desses processos de erosão e deposição. As informações obtidas nestes processos são de fundamental importância para a construção do mapeamento geomorfológico das áreas de sedimentação de uma região.

Por partes, identifica-se na análise granulométrica uma das principais etapas de um processo de uma investigação sedimentológica. Para Suguio (2003)

O princípio básico dessa metodologia é que os sedimentos de ambientes modernos têm os seus parâmetros granulométricos condicionados pelos níveis de energia característicos de cada ambiente. Então se as diferenças entre os parâmetros granulométricos de diversos ambientes puderem ser quantitativamente estabelecidas, torna-se possível comparar os resultados de análises de sedimentos antigos de origem desconhecida com o de sedimentos modernos de ambientes conhecidos, para a interpretação dos paleoambientes deposicionais. (p. 61-62)

Além de funcionarem como parâmetros ambientais (SUGUIO, 2003) o estudo dos grãos de sedimentos busca conhecer parâmetros homogêneos em busca de compreender um padrão para distribuição dos processos, neste caso, a análise morfoscópica é uma das principais etapas do processo de investigação granulométrica (SUGUIO, 2003; BARROS, 2003; SALLUN & SUGUIO, 2010).

Os procedimentos granulométricos foram distribuídos em 3 etapas principais, consistidos de duas etapas de peneiramento (com material não lavado e depois com o material lavado) e análise morfoscópica, com amostras lavadas.

A análise granulométrica é essencial quando da investigação sobre os processos de evolução ambiental de uma determinada área, pois, os traços encontrados nos grãos dão indícios sobre sua gênese (BLOSS, 1957), seu transporte

(WAYLAND, 1939) e o ambiente deposicional (SUGUIO, 1971), sendo um ótimo indicador ambiental, trabalhado intensamente no século XX, por pesquisadores como Folk(1966), Kolduk (1968), Tanner (1991), Suguio (1971, 1999), dentre muitos outros (SUGUIO, 2003).

O procedimento adotado se deu em concordância com a proposta de Suguio (1973), desta forma, as amostras foram selecionadas, segundo o processo de “quarteação” (figura 34), que consiste na separação do total da amostra em 4 partes aproximadamente equivalentes, deste quarto de total são retirados 100g, ressecadas artificialmente à uma temperatura de sessenta graus centígrados durante um período de vinte e quatro horas.

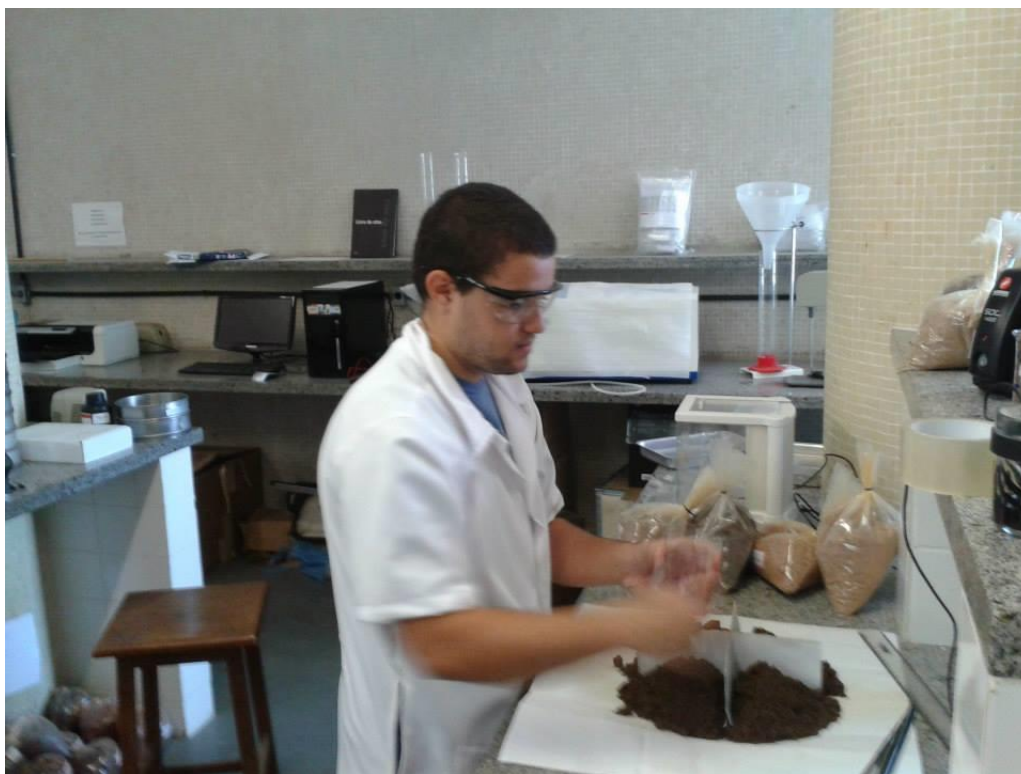


Figura 34: Processo de quarteação das amostras, realizado nas dependências do LabGEQUA/UFPE. Foto: Msc. Antonio Carlos Rocha da Paz.

As amostras ressecadas, foram peneiradas, por 10 minutos, em uma agitação de “nível 2” para uma escala de força de “0 à 10”. Para tanto utiliza-se uma sequência de peneiras escalonadas em um agitador (figura 35).



Figura 35: Agitador e jogo de peneiras, semelhante ao utilizado nos procedimentos laboratoriais. Fonte: Bertel Indústria Metalúrgica LTDA. (www.bertel.com.br)

A ordem das peneiras é posta na seguinte disposição: 2 mm (cascalho), 1 mm, 0.5 mm, 0.25 mm, 0.125 mm, 0.063 mm (Areias) e 0.038 (para seleção entre silte e argila). Este processo foi responsável pela distribuição de material como na origem.

A segunda análise ocorre após a lavagem das amostras em uma solução de Hexametáfosfato, para que seja retirada a argila excedente do material. Assim, após o período de secagem, o peneiramento é feito para separação das frações 0.250 e 0.125, para seleção das areias finas, que serão expostas à lupa óptica (figura 36).



Figura 36: Realização dos procedimentos de seleção e análise dos grãos de areia fina - 0.125mm, nas dependências do LABGEQUA/UFPE. Fotografia por Msc. Antonio Carlos Rocha.

O objetivo destas análises é identificar padrões de transporte dos sedimentos, seu material de origem e a averiguação da taxa de exceções ou de material exótico à população homogênea. Neste ponto são observados grau de arredondamento, angulação, brilho e textura, em 100 grãos recolhidos de areia fina sem argila.

4.3.2. Datação por L.O.E.

Para os procedimentos de datação por Luminescência, as amostras foram coletadas e enviadas para o laboratório “Datação: Comércio e Serviços, LTDA” na cidade de São Paulo – SP.

O procedimento consiste na emissão de energia ao sistema em que o elétron está inserido, essa energia radiativa vai gerar o decaimento dos elétrons recombinados, liberados em forma de fótons. A emissão de energia aceita duas formas: Uma em onda infravermelho para feldspato e outra por emissão de luz verde de argônio para o quartzo.

O cálculo da idade no método da luminescência é feito pela relação Paleodose/Dose Ambiental; em que a paleodose será o decaimento dos isótopos radiados e a Dose Ambiental consiste na taxa de radiação ionizante acumulada. Segundo Peixoto (et. al. 2003)

“Na natureza, a radiação ionizante que atinge os minerais advém da radiação cósmica e de materiais radioativos que se encontram ao seu redor, essencialmente o Urânio, o Tório e seus isótopos radioativos de longa vida, bem como o Potássio, presentes em grande parte dos materiais sedimentares e solos, ao menos como traços, bombardeando-os com radiação α , β e γ .” (p. 02)

Segundo método proposto por Aitken (apud Thamó-Bozsó, et. al. 2007) a preparação das amostras envolve a imersão em H₂O₂ para a retirada que quaisquer resquícios de matéria orgânica; uma solução de 10% de HCl para a dissolução dos carbonatos. Em seguida é adicionada uma mistura a 40% de HF para remoção do feldspato restante. O material resultante de desse processo é o que recebe altas taxas de radiação alfa.

As amostras foram identificadas no laboratório como 4071 até 4076, para VRM-190, VRM-130, VRM-100, VRM-50, BV-100 e BV-45, respectivamente. A tabela a seguir (figura 37), mostra as concentrações medidas dos isótopos radioativos ²³²Th,

$^{238}\text{U} + ^{235}\text{U}$, ^{40}K utilizados para calcular a dose anual que é a taxa pela qual a população de elétrons foi acumulada durante o período de um ano (SILVA, 2007).

Amostra	Th (ppm)	U (ppm)	K (%)
4071	$17,605 \pm 0,634$	$4,284 \pm 0,233$	$0,134 \pm 0,019$
4072	$21,070 \pm 0,759$	$4,464 \pm 0,443$	$0,287 \pm 0,042$
4073	$18,311 \pm 0,659$	$4,612 \pm 0,256$	$0,512 \pm 0,074$
4074	$13,210 \pm 0,476$	$2,854 \pm 0,092$	$0,178 \pm 0,026$
4075	$6,450 \pm 0,232$	$1,360 \pm 0,020$	$0,383 \pm 0,55$
4076	$6,964 \pm 0,251$	$1,729 \pm 0,178$	$0,084 \pm 0,012$

Figura 37: Amostra, Th (Tório), U (Urânio), K (Potássio). Fonte: Datação LTDA.

4.3.3. Construção do Banco de Dados Geográfico e Elaboração dos Mapas

A elaboração de bancos de dados e utilização de SIG's – Sistema Digitais de Geoinformação – em pesquisas na área de geomorfologia tem se tornado cada vez mais popular em trabalhos diversos (FITZ, 2008; PETLEY, 2010; GAO, et. al. 2013). Para elaboração do mapa geomorfológico, foram utilizados métodos baseados na plataforma do software ArcGis 9.3. A elaboração dos mapas segue as definições estabelecidas pela comissão de mapeamento geomorfológico de detalhe da UGI (União Geográfica Internacional), como detalhado em Demek (1972), e as recomendações procedimentais de Verstappen (1983) para mapeamentos de dinâmica geomorfológica recente. As técnicas de construção e desenvolvimento dos procedimentos cartográficos têm sido sumariamente repetidas com sucesso em estudos de geomorfologia fluvial (SOUZA, 2011), sobre teoria de evolução do relevo (CORREA, 2001; SILVA, 2007), entre outros temas, desenvolvidos no âmbito do Laboratório de Geomorfologia do Quaternário – LABGEQUA.

O material digital utilizado para elaboração dos mapas deste trabalho foi obtido no Zoneamento Agroecológico de Pernambuco – ZAPE – e junto à Empresa Brasileira de Pesquisa Agroecológica – EMBRAPA, quando das informações em dados SIG. Estas imagens foram obtidas junto ao Instituto Brasileiro de Pesquisas Espaciais – INPE.

A base de dados utilizada foi do tipo .TIFF TOPODATA, obtida junto à National Aeronautics and Space Administration – NASA, onde toda esta confluência de dados e informações foi trabalhada e desenvolvida em âmbito SIG. Mapeamentos de suporte foram elaborados segundo forma de Modelos Digitais de Elevação – MDE. A elaboração desses mapeamentos utiliza uma base de dados matemáticos concatenados de forma gráfica pela utilização de SIG's, assinalados por GAO (et. al., 2012) como ferramenta já comum em diversos trabalhos que buscam pela cartografia geomorfológica e na construção de mapeamentos auxiliares.

Informações extraídas do Software Google Earth, foram projetadas em dados gráficos do tipo “.Shp”, através da utilização do software livre Quatum Gis 1.8.0. Gustavsson (et. al. 2008) enfatiza a busca por fontes confiáveis em plataformas distintas que possam ser mensuradas e concatenadas a fim de esboçar um objetivo comum.

Por fim, a orientação de Demek (1972) para mapeamento geomorfológico consiste nas funções do mapa, que seriam: Reconhecer a forma do relevo e analisar a área mapeada a fim de estabelecer a morfometria, a morfologia, a gênese e a geocronologia. Rodrigues (2009) esboça que a funcionalidade dos mapeamentos geomorfológicos pode abranger diversos patamares de utilização desde que sejam confeccionados segundo os padrões indicados. Para este trabalho, a legenda abordará três grupos divididos em domínios morfoestruturais, compartimentação morfológica (Altimetria e Topografia) e modelados.

Outras classificações ainda abordam os tipos de mapeamentos propostos para este trabalho, a exemplo de ROSS (1992). Segundo esta classificação nos mapas na escala de 1:200.000 são privilegiados os 1º e 2º táxons, segundo o autor, esses táxons comportariam a morfoestrutura (1º táxon) e os processos de elaboração do relevo no período cenozoico atribuídos às unidades morfoesculturais (2º táxon). A medida que evolui a classificação por táxons (ROSS, 1992) evolui também a escala gráfica.

5. LEITURA E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

A finalidade de qualquer trabalho que procura pela clareza de informações ambientais pretéritas estabelece-se sobre a finalidade a interpretação dos resultados de quem propõe tal trabalho. Assim, a proposta de anúncio dos resultados procurou estabelecer informações factuais sobre os dados obtidos incorporando, paralelamente, a perspectiva do autor para a lucidez e arranjo destas informações.

Em pauta a transformação ambiental da área de estudos, o município de Garanhuns-PE, será possível visualizar que os processos atuantes na transformação do relevo local seguem seu curso evolutivo até o presente, estando agora associado a um fator condicionante de transformação significativo nesta escala de análise que é o sistema socioeconômico ali estabelecido.

5.1. Evolução Paleoambiental

A partir da datação de amostras de sedimentos de colúvio por L.O.E. (Luminescência Opticamente Estimada) foi possível estabelecer 4 momentos distintos de evolução paleoambiental na área de estudo (figura 38).

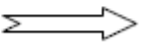
Código Datação	Amostra	Dose Anual ($\mu\text{Gy/ano}$)	Dose Acumulada (Gy)	Idade (anos)
4071	VRM - 190 cm	2.720 ± 130	114,1	42.000 ± 4.070
	DESVIO PADRÃO 		8,5	
4072	VRM - 130 cm	3.200 ± 215	107,5	33.580 ± 3.920
	DESVIO PADRÃO 		13,1	
4073	VRM - 100 cm	3.260 ± 190	99,6	30.550 ± 3.320
	DESVIO PADRÃO 		9,2	
4074	VRM - 50 cm	2.100 ± 85	14,8	7.060 ± 640
	DESVIO PADRÃO 		2,9	
4075	BV - 100 cm	1.420 ± 80	12,2	8.580 ± 910
	DESVIO PADRÃO 		2,2	
4076	BV - 45 cm	1.250 ± 75	6,9	5.540 ± 620
	DESVIO PADRÃO 		1,6	

Figura 38: Tabela das idades encontradas para as amostras coletadas em campo. Fonte: Datação Ltda.

A amostra mais antiga datando de cerca de 42.000 anos, acena para a saída de um período menos seco conhecido como interestadial para a entrada no período mais seco do último máximo glacial (UMG). Em afloramento o material em questão apresenta domínio de frações granulométricas finas, com presença de clastos flutuantes dispersos de maneira caótica. A análise granulométrica revelou índices percentuais mais acentuados na fração das areias finas (0.500 mm/y) à fração silte (0.063 mm/y), conforme gráfico abaixo (figura 39). Esta amostra – VRM 190 – foi coletada do perfil a uma profundidade de 190cm, próximo ao contato com o *front* de alteração.

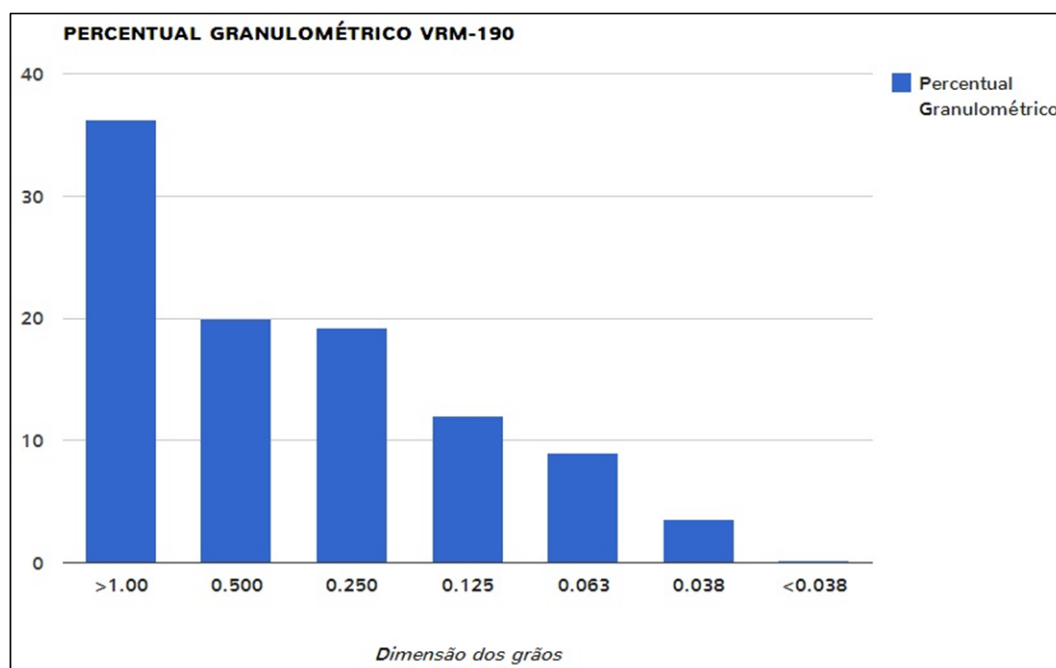


Figura 39: Gráfico do percentual granulométrico encontrado após peneiramento dos sedimentos para a amostra VRM-190. Fonte: Autor.

Neste ponto se presume o trabalho de transformação química maior do que no presente. Os grânulos retrabalhados apresentam maior grau de opacidade, quando levado em consideração as outras amostras. A pedogênese e remobilização são fundamentais para acentuar o padrão arredondado identificado nos grãos. Apesar da atuação continuada do intemperismo químico, ainda há presença de material grosseiro, indiferenciado, reforçando a tese de que o período em questão teria sido úmido, ao ponto de que a manutenção das precipitações ajudaram a manter o controle no fluxo sedimentar dos depósitos de encosta.

O segundo evento identificado foi observado a partir de duas amostras coletadas a 130 cm e 100 cm de profundidade, respectivamente, no ponto VRM. Na primeira dessas foi observada uma cascalheira interpretada como linha de pedras –

stone line – derivada de possível flutuação climática local pontuando a modificação ambiental resultante da transformação relacionada à entrada no último máximo glacial. Essa cascalheira estabelece o limite entre dois pacotes sedimentares mais finos, ambos apresentando clastos flutuantes com dispersão caótica. Segundo Corrêa (2001) as cascalheiras “intermediárias”, como esta verificada,

“...não só atestam sua formação a partir da remobilização do material como também indica que elas registram eventos ocorridos em curto espaço de tempo; logo descarta-se a ideia de que as mesmas tenham evoluído como paleo-pavimentos, pela remoção dos finos e concentração dos grossos.” (p. 367)

O gráfico de percentual granulométrico (figura 40) para essa amostra, elucida a presença de material grosseiro, além da dificuldade de separação de material fino para análise, a concentração do material amostrado ocorre na fração superior a 0.250 mm/y (areia média), as frações de areia fina, silte e argila, apresentam índices progressivamente menores.

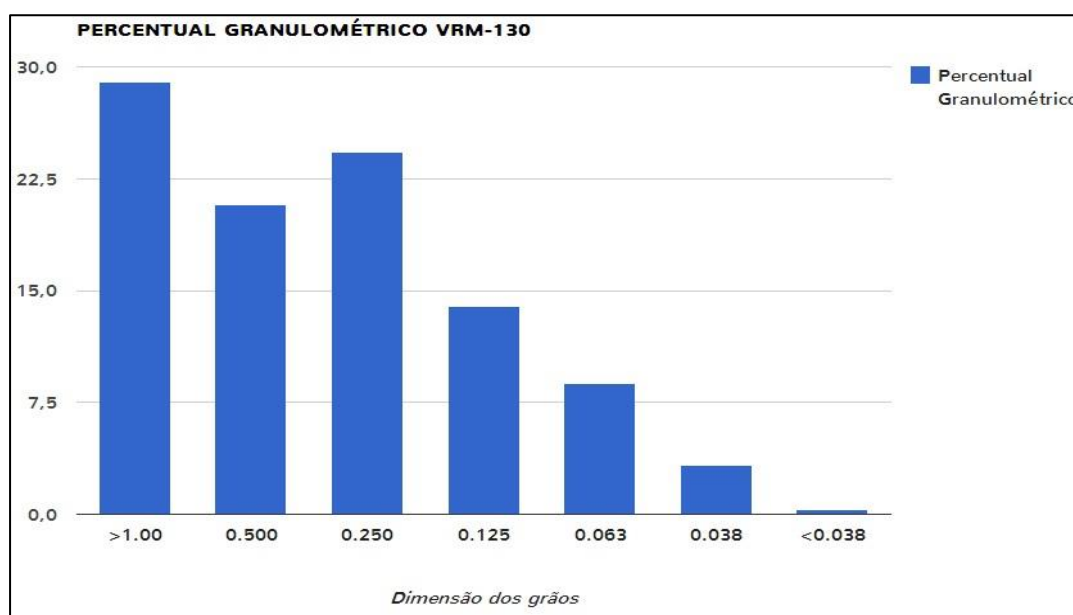


Figura 40: Gráfico com o percentual granulométrico da amostra VRM -130. Fonte: Autor

Aos 100 cm a amostra VRM 100 revelou a presença de areia grossa com ocorrência de clastos de quartzo bastante angulosos (figura 41).

Em relação à granulometria, há maior concentração de areias grossas. Os grãos mantiveram-se entre a fração 0,250 mm/y e 1,00 mm/y.

O material pouco intemperizado acena para a ocorrência de eventos climáticos de forte magnitude, pontuais e cadenciados entre períodos secos, se aproximando do regime pluvial existente hoje na região semi árida de Pernambuco. É possível ainda interpretar o pacote sedimentar específico como resultado de transporte curto em função da presença de muitos clastos de quartzo com forte angulosidade.

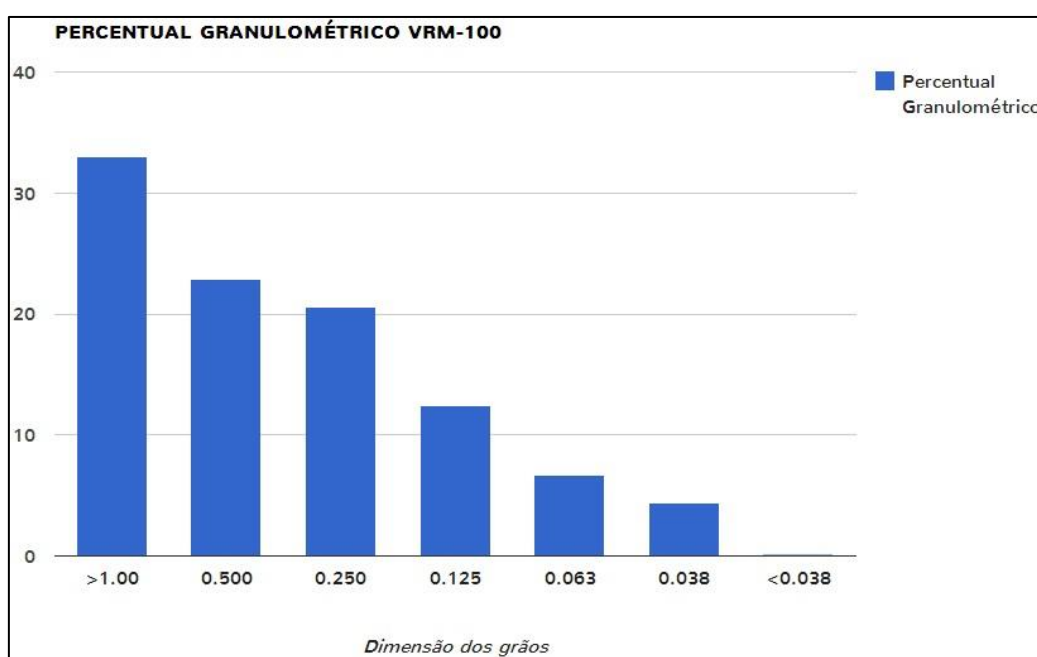


Figura 41: Gráfico do percentual granulométrico da amostra VRM 100. Fonte: Autor

A existência de latossolos na mesma região pode ser um reflexo da mudança ambiental ocorrida com a chegada do holoceno e o aumento da precipitação ao longo dos últimos 10 mil anos, o que coincide com o período interglacial onde, segundo SUGUIO (2010) as temperaturas mais elevadas influenciariam positivamente as médias de precipitação, sobretudo nas regiões tropicais, acentuando, assim, o intemperismo químico e a pedogênese; aliado a elevação da temperatura, decorre o aumento na variedade biológica. Assumindo-se que os solos típicos de ambientes úmidos são jovens nesta região, a contraposição entre as características dos sedimentos e do material pedogenético pode ser encarada aqui como mais uma evidência da dinâmica ambiental quaternária sobre a distribuição dos tipos de solos na área.

A data de deposição da amostra VRM-100 ficou em 30 mil anos, o que a coloca dentro do último máximo glacial. O avanço das camadas de gelo para as médias latitudes representou um período de menor umidade no mundo tropical, tal fato é constatado quando são investigados os sedimentos contemporâneos em outras regiões do Estado de Pernambuco (SILVA, 2007; CORREA, 2001; LIRA, 2014). Assim a formação de colúvios sob essas condições climáticas está vinculada a ocorrência de ventos máximos, extremos, isolados, dentro de uma dinâmica climática tipicamente marcada pela maior aridez. Tal processo faz referência a um intercurso de calor atuando de forma pontual em diversos ambientes no globo, esse período de curta duração dentro da era glacial é denominado interestadial.

O momento de transição entre o período Pleistoceno e Holoceno foi observado com as datações realizadas na amostra BV-100 (figura 42). Idades na faixa dos 8 mil anos AP marcam um momento mais úmido compreendido no Holoceno Superior. O recuo das camadas de gelo nas latitudes média favoreceu a precipitação nas zonas tropicais, esses ambientes começam a se tornar mais úmidos, há diferenciação no processo de intemperismo, os sedimentos de encosta passam à perder material e a sedimentação de fundo de vale começa a se desenvolver. Sob tais influências, diversas pequenas cascalheiras podem ser observadas sugerindo pavimentos detríticos desenvolvidos pela transição climática local. A flutuação local no regime pluvial beneficia a perda de ferro pelo pouco desenvolvimento pedogenético, o quartzo é mantido pelo quadro rítmico nas precipitações, o que implica na fraca elaboração do material *in situ*.



O

Figura 42: Pontos de coleta de material no perfil BV. As linhas em amarelo marcam o posicionamento das cascalheiras, possivelmente, fruto da sobreposição de paleo pavimentos detríticos.

ponto VRM-50 situado ao sul, também marca uma de idade situada no final da transição Pleistoceno/Holoceno, já caracterizada como Holoceno superior.

As características granulométricas deste material, com areias muito grossas e muitos clastos flutuantes, seriam reflexo de um ambiente seco com chuvas concentradas e pontuais, gerando movimentos rápidos e de curta duração. As areias grossas estão mais presentes neste pacote, correspondendo às datações realizadas. A análise morfológica revela grãos pouco arredondados, com presença de clivagem bem preservada, na maioria dos grãos observados.

O aspecto maciço do depósito BV – sendo quase imperceptível uma descontinuidade interna significativa – é um fato assinalado como decorrência do ritmo climático que fora desenvolvido na região durante o período Holoceno. Com pouca flutuação ambiental, praticamente não houve mudança nos processos de intemperismos na área fonte, o que preserva as características litoestatigráficas e possibilita a uniformidade do pacote sedimentar.

O depósito BV apresenta idade típica das elaborações recentes de sedimento de encosta do Agreste Pernambucano, possivelmente de escala holocênica. Percebem-se influência dos sistemas climáticos atuais ajustados ao posicionamento do terreno que, por suas características topográficas pode funcionar como barreira climática em micro escala cadenciando a atuação das massas de ar de Norte e de Leste.

O que difere este espaço com relação à sua elaboração do modelado diz respeito ao fato de que durante o último máximo glacial (UMG), a atuação morfogenética do clima esteve intensificada pelas massas de ar de Oeste, o que pode ser constatado em alguns estudos realizados no Sertão de Pernambuco (LIRA, 2014; GALVÃO, 2012) que remontam idades do final do pleistoceno, para seus pacotes sedimentares. Com o início do Holoceno, nos últimos 10 mil anos, a atuação da ZCIT se fez mais presente nas regiões do Sertão e do Agreste de Pernambuco, enquanto as encostas a E/NE, da última, vêm perceber a atuação das ondas de Leste através da maior penetração para oeste da umidade oceânica.

Sob presença dessa maior umidade a sedimentação de encosta dá lugar a um maior volume no transporte o que favorece a sedimentação de fundo de vale, o preenchimento dos sopé e a suavização das encostas. Um fator que pode beneficiar o desenvolvimento de superfícies de aplainamento; existência de inselbergs pela denudação e rebaixamento do nível de base; e o desenvolvimento de rios com leitos mais rasos onde as incisões seriam menos preservadas, com propensão à mudança na direção do curso, em função do transporte/deposição sedimentar cada vez maior.

5.2. Análise Granulométrica

O resultado dos procedimentos de análise granulométrica (figura 43), aponta

Tabela Granulométrica								
Amostra	> 1.00 mm/y	0.5 mm/y	0.250 mm/y	0.125 mm/y	0.063 mm/y	0.038 mm/y	<0.038 mm/y	Peso 100%
VRM - 50	31.448 g	22. 226 g	21.466 g	13.759 g	6.508 g	3.833 g	0.917 g	100.006 g
VRM - 100	33.041g	22.904 g	20.586 g	12.487 g	6.650 g	4.438 g	0.138 g	100.004 g
VRM - 130	28.977 g	20.749 g	24.255 g	13.979 g	8.781 g	3.255 g	0.284 g	100.008 g
VRM - 190	36.252 g	19.955 g	19.170 g	11.995 g	8.946 g	3.595 g	0.155 g	100.008 g
ELT - 40	17.211 g	24.504 g	22.972g	15.752 g	9.369 g	7.822 g	2.241 g	100.006 g
BV - 45	59.598 g	21.952 g	11.098 g	3.411 g	3.592 g	0.500 g	0.020g	100.004 g
BV - 100	61.9	19.7	9.2	4.4	2.5	1.8	0.061	100.010 g

Figura 43: Tabela com o percentual granulométrico de todas as amostras coletadas.

Fonte: Autor.

para os processos de transporte que deram origem aos depósitos coluviais.

Na tabela, a distribuição granulométrica mostra a prevalência de areias, de finas a grossas, com pouca presença de grânulos nas frações silte e argila (< 63mm/y). A única exceção é a amostra ELT – 40, que exibe uma quantidade significativa de grãos nas frações inferiores a 0,125 mm/y.

Na amostras VRM, o material recolhido em uma zona de cascalheira – VRM-130 – datado de 33.000 anos apresenta uma disparidade com relação aos demais, identificada pela transição ambiental pela qual passava no momento de sua deposição. Este fato influenciou no transporte e consequentemente na elaboração do material depositado, resultando em uma ligeira desarticulação dos percentuais de areias, que pode ser o sintoma da pouca elaboração do material in situ, causado pelo período menos úmido em que está inserido, na entrada do último máximo glacial.

A amostra ELT-45 apresenta uma grande diferença na sua distribuição granulométrica. A presença de material fino, pode ser o indício de um trabalho mais elaborado na fonte do material, facilitando o transporte dos finos junto à corrente. No perfil, há presença de clastos intemperizados o que favorece a assimilação de um desenvolvimento sob condições ambientais próximas às atuais, ou seja, em presença de um volume de umidade maior.

A precipitação ao promover o intemperismo físico, particiona o material de origem, entretanto, o transporte vai determinar o aspecto morfológico dos grãos que são depositados. Esses pacotes podem apresentar diversos tipos de acordo com o volume de água envolvido, o percurso e a influência da gravidade nesse processo.

Analisando a tabela pode-se perceber que há uma certa padronização no tipo de transporte das amostras no ponto VRM, única mudança de angulosidade ocorre com a amostra VRM-130. Aos 33.000 AP aparentemente o modelo de transporte parece sofrer uma alteração, a angulosidade destes grãos revela-se mais acentuada que as demais, podendo indicar menor presença de água e maior impacto no seu transporte. O nível de arredondamento das amostras nesse ponto parece sofrer uma mudança (figura 44).

Tabela Morfo Sedimentar										
Amostra	Esfericidade			Arredondamento			Textura		Opacidade	
	Discoidal	Esférico	Prismoidal	Anguloso	Intermediário	Arredondado	Polida	Fosco	Transparente	Opaco
VRM - 50	33%	51%	16%	48%	27%	25%	87%	13%	42%	58%
VRM - 100	38%	50%	12%	39%	31%	30%	71%	29%	40%	60%
VRM - 130	52%	33%	15%	30%	31%	39%	75%	25%	47%	53%
VRM - 190	29%	40%	21%	40%	23%	37%	79%	21%	51%	49%
BV - 45	41%	26%	23%	22%	32%	46%	80%	20%	39%	61%
BV - 100	35%	41%	24%	30%	35%	35%	73%	27%	47%	53%
ELT - 40	18%	27%	55%	41%	30%	29%	91%	9%	36%	64%

Figura 44: Tabela Morfo Sedimentar, com as características morfológicas dos grãos de sedimentos das 7 amostras dos 3 pontos coletados em campo. Fonte: Autor.

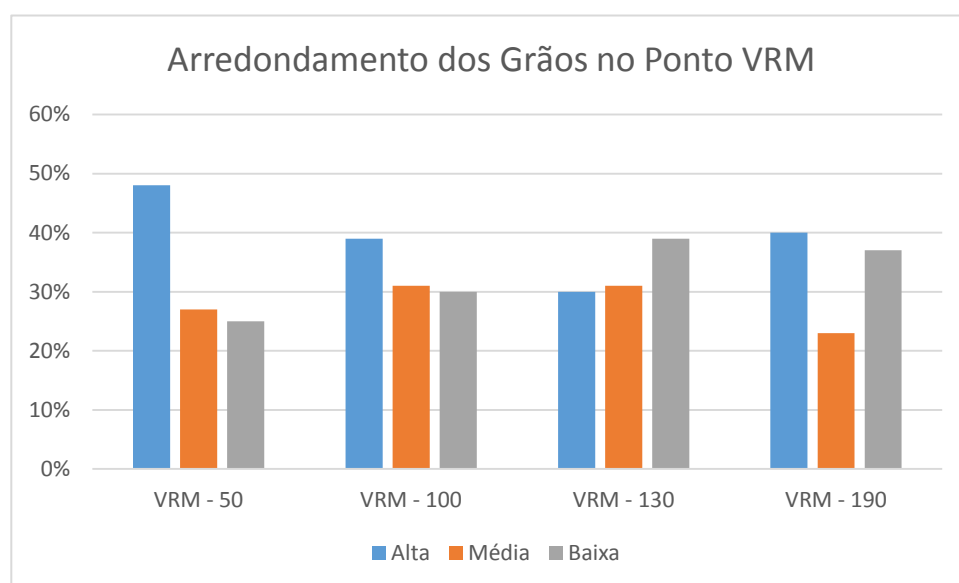


Figura 45: Gráfico com a distribuição pro nível de arredondamento dos grãos, no ponto VRM.

O ponto VRM-190 apresenta percentual de arredondamento aproximado entre os mais e os menos arredondados, presumindo ação da pedogênese para este resultado, pois estando em uma área marcada por manchas de argissolos é possível assumir a transformação morfológica através do intemperismo químico. Ocorrência similar à que parece existir na amostra BV-100.

O ponto BV está situado em uma faixa de transição. Percebe uma menor influência da umidade que vem E-SE e pouco alcance da ZCIT (figura 46). Contudo, analisando-se a configuração regional dos outros pontos investigados e datados, depreende-se que esta zona complexa está passando por um momento de definição pedológica, começado desde o início do Holoceno, que tende a configurar dois ambientes fundamentalmente distintos, mas praticamente colados um ao outro.

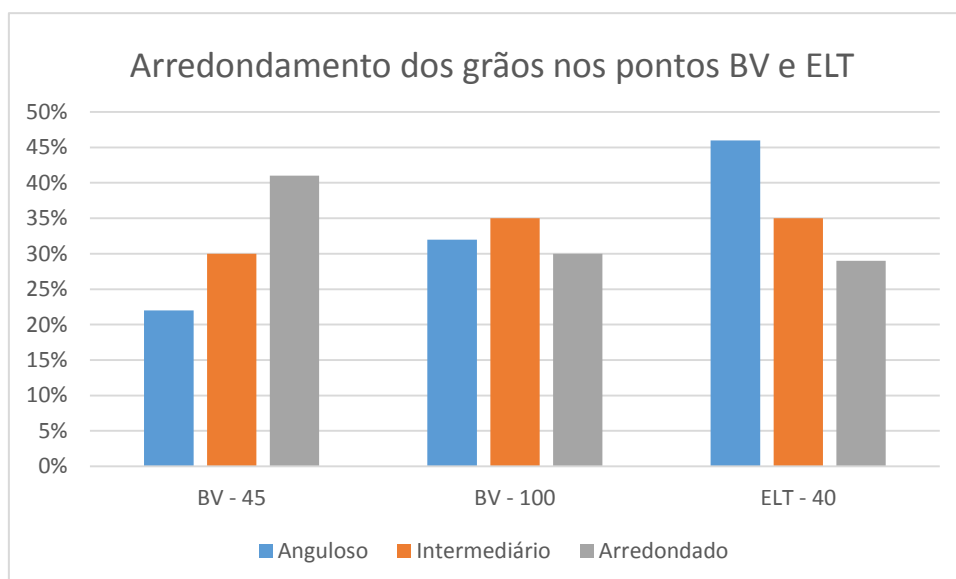


Figura 46: Gráfico de arredondamento dos grãos nos pontos BV e ELT.

Observando o gráfico acima é possível perceber que o padrão de transporte implica na inversão do aspecto dos grãos. A amostra BV-45 que datou 5 mil anos, apresenta maioria dos grãos próximo à padrões de arredondamento menos angulosos, enquanto que a amostra BV-100, com idade de 8 mil anos, apresenta certo equilíbrio na distribuição morfométrica dos seus grãos, apresentando um número maior de grãos anguloso, em relação ao depósito mais recente, o que leva a crer no aumento de água envolvendo e o transporte de material para essa região.

A amostra ELT, apresentou índices de angulação maior que de arredondamento, indicando o transporte desse material envolveu um volume menor de água. Por inferência lógica, se pode aferir que os padrões de precipitação atuais da região sul, são recentes, possivelmente holocênicos e que o desenvolvimento

pedológico regional pode responder por um padrão de umidade relativamente jovem, estando ainda situado em um momento de transição ambiental.

Ao Norte do ponto BV existe uma área marcada pela ocorrência de neossolo regolítico e intemperismo físico acentuado, que contribui para a existência de grânulos maiores, frações cascalhosas e movimentos bruscos nas encostas mais íngremes. Sobre o último aspecto, é possível identificar na forte angulosidade dos grãos de sedimento que houve pouco transporte – mesmo o ponto BV estando, ainda inserido numa mancha de Argissolo – provavelmente em função da menor presença de precipitação, o transporte se dá por força gravitacional, gerando quebra dos grãos maiores a partir de seus planos de clivagem.

6. DISCUSSÃO FINAL

As técnicas de mapeamento sempre foram ferramentas importantes de análise e exposição de resultados no campo da geografia física. Neste trabalho, os mapeamentos realizados tiveram papel imprescindível na composição dos resultados. A exposição gráfica das respostas ambientais, atestadas pelos procedimentos realizados em laboratório, enfatizam a importância desta técnica na realização deste tipo de trabalho. Em suma, desde os primórdios da geomorfologia (MONTEIRO, 1974) até as técnicas computacionais utilizando softwares de última geração e modelos matemáticos complexos (GAO, et. al. 2012) a técnica do mapeamento geomorfológico têm sua eficácia continuamente comprovada.

Além da eficiência da técnica de mapeamento, o presente trabalho permitiu elucidar uma série de questionamentos acerca da evolução do relevo no município de Garanhuns-PE, dissecando algumas das complexas e imbricadas relações sistêmicas que existem naquela paisagem e, por fim, trazendo à luz a evolução dos sistemas ambientais que resultaram na elaboração de peculiar sistema físico contemporâneo.

A evolução ambiental quaternária teve um papel de destaque no desenvolvimento do modelado. A influência da dinâmica ambiental global pontuada com flutuações climáticas regionais, funcionaram juntas, na elaboração do relevo daquele município, permitindo que, através da datação sedimentar pelo método da Luminescência Opticamente Estimulada – LOE –, o resultado do seu trabalho, o depósito sedimentar de colúvio, seja a fonte de respostas sobre os processos que pontuaram essas paisagens.

A investigação granulométrica fez saber que a variação entre os períodos de máximo glacial e interglacial, gerando mudança no volume das precipitações locais, foi responsável pela elaboração de micro ambientes peculiares, balanceados pela ação do componente lito-estrutural. Esses agindo em consórcio fizeram da região central do município de Garanhuns um divisor ambiental de micro escala, onde a mudança rápida entre ambientes biopedoclimáticos quase antagônicos sugere uma influência significativa do componente geomorfológico na dinâmica ambiental, principalmente em micro escalas.

Ao final, a compreensão dos processos atuantes na área em apreço, deve fazer referência à teoria da etchplanação (WAYLAND, 1933). Neste caso, os complexos cisalhantes empurram as áreas mais elevadas, promovendo o rebaixamento do nível de base nas encostas, principalmente na vertente ao Sul, intensificado pela maior umidade que vem de E/SE e consequente atividade pedogenética. Em superfície, processos erosivos ativados e/ou intensificados pela precipitação elevada, intemperizam as camadas superficiais, rebaixando a superfície e aplainando as encostas. O componente litológico, atuando em pontos de ruptura, reforça a capacidade de resiliência de alguns setores da paisagem que, sobre domínio generalizado da denudação, revela relevos em inselbergs e cristas.

Ao passo que a localização do Município de Garanhuns marca a atuação dos principais sistemas sinóticos que alcançam a região - como as ondas de Leste e o deslocamento da ZCIT para Sul - o contraste com o embasamento estrutural forma vertentes bastante angulosas, sugerindo um “efeito gangorra” entre atuação desses diferentes processos. Tal efeito revela materiais mais resistentes ao intemperismo enquanto os demais sofrem quebra e remobilização. Os menores índices pluviométricos ao Norte expõem com ênfase o trabalho dos cursos fluviais na dissecação dessas áreas que passam parte do ano com pouca ou nenhuma cobertura vegetal. Esse processo intensifica a lavagem da cobertura superficial e perda de ferro, além da quebra do quartzo que não é remobilizado, formando neossolos regolíticos.

Na contramão de um ambiente semi árido, com precipitação concentrada e elaboração pedológica sutil, está uma paisagem característica de clima úmido de ambientes tropicais e subtropicais, onde o ponto de determinação desta significativa mudança fica estabelecido pela topografia elaborada pela elevação de blocos. Oferecendo muito mais questionamentos sobre o futuro desse sistema, além de algumas indagações como: Qual seria o ponto de partida dessa evolução, como essa reflete os processos que atuam contemporaneamente e o que se pode esperar desses

ambientes frente às condições dinâmicas dos sistemas ambientais globais hodiernos? Esses e outros tantos temas ainda restam por ser deslindados pela pesquisa geomorfológica na área foco deste trabalho.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SÁBER, A. N. **Os Domínios de Natureza no Brasil**. Ed. Ateliê Editorial, São Paulo, SP. 2003.

AMARAL, C; FEIJÓ, R. L. **Aspectos Ambientais dos Escorregamentos em Áreas Urbanas**. VITTE, A. C. Contribuições à História e a Epistemologia da Geografia Física. Rio de Janeiro, RJ. Ed. Bertrand Brasil, 2006.

ANDERSON, M. G.; HOLCOMBE, E.; BLAKE, J. R.; GHESQUIRE F.; HOLM-NIELSEN, N.; FISSEHA, T. **Reducing landslide risk in communities: Evidence from the Eastern Caribbean**. Applied Geography. Elsevier. n,31, 2011.

ARAÚJO FILHO, J. C.; BURGOS, N.; LOPES, O. F.; SILVA, F. H. B. B.; MEDEIROS, L. A. R.; MÉLO FILHO, H. F. R.; PARAHYBA, R. B. V.; CAVALCANTI, A. C.; OLIVEIRA NETO, M. B.; SILVA, F. B. R.; LEITE, A. P.; SANTOS, J. C. P.; SOUSA NETO, N. C.; SILVA, A. B.; LUZ, L. R. Q. P.; LIMA, P. C.; REIS, R. M. G.; BARROS, A. H. C. **Levantamento de reconhecimento de baixa e média intensidade dos solos do estado de Pernambuco**. Recife: Embrapa Solos – UEP Recife; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2000. 252 p. (Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa, 11). 1 CD-ROM.

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

AZAMBUJA, R. N. **Análise Geomorfológica em áreas de expansão urbana no município de Garanhuns – PE**. Dissertação de Mestrado. UFPE, Recife, 2007.

_____; **Dinâmica Superficial em uma Bacia de Drenagem Semi árida: Um Estudo de Caso da Bacia do Riacho Salgado – PE**. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Pernambuco, UFPE. 2012.

_____; LIMA, E.M. & CORRÊA, A.C.B. **Análise de eventos climáticos cíclicos em uma microbacia do semi-árido nordestino e sua repercussão no balanço de erosão e sedimentação de canais efêmeros**. XIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada: *Anais do VIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada*: Viçosa, 2009, pp. 4-10.

BECKINSALE, R. P.; CHORLEY, R. J. **The History of the Study of Landforms - Volume 3: Historical and Regional Geomorphology, 1890-1950.** Routledge books, UK, 2003.

BARBOSA, T. F; CORREIA, M. de F. **Sistemas convectivos intensos no semi árido brasileiro: O controle da grande escala.** Revista Brasileira de Meteorologia, **v.20, n.3**, 395-410, 2005.

BARROS, A C M; CORREA, A C B. **Avaliação das modificações processuais e geomórficas do Açude do Saco (Serra Talhada-PE) – a questão dos açudes no semi-árido nordestino.** Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica – PIBIC. UFPE, Recife, 2011.

BARROS, L. C. **ESTUDOS SEDIMENTOLÓGICOS NA PLATAFORMA CONTINENTAL INTERNA ADJACENTE ÀS DESEMBOLCADURAS SUL DO CANAL DE SANTA CRUZ E DO RIO TIMBÓ, NORTE DO ESTADO DE PERNAMBUCO.** Dissertação de Mestrado. Pós Graduação em Geociência, Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, 2003.

BARROS, N. C. C. **Quatro comentários sobre Paisagem e Região.** In: Sá, A.; Corrêa, A.C.. (Org.). Regionalização e Análise regional: perspectivas e abordagens contemporâneas. 1a ed. Recife: Editora Universitária da UFPE. 2006.

BENNETT, G.L.; MOLNAR, P.; McARDELL, B. W.; SCHLUNEGGER, F. BURLANDO, P. **Patterns and controls of sediment production, transfer and yield in the Illgraben.** Geomorphology, nº 188, 2013. Pág. 68-82

BERTALANFFY, K. L. V. **A Teoria Geral dos Sistemas.** Ed. Vozes. 1975.

BESSE, J. **Ver a Terra: Seis ensaios sobre a paisagem e a geografia.** Ed. Perspectiva, São Paulo. 2000.

BERTRAND, G. **Écologie d'un espace géographique: Les géossistemes du Valle de Prioro.** Espace Géographique, 2, 1972. p.100 – 128.

BISHOP, P.; **Long-term Landscape evolution: Linking tectonics and surface processes.** Earth Surface Processes and Landforms. Wiley interscience, 2007. P. 329-365.

_____; JAMES, L. A.; SHRODER JR. J. F.; WALSH, S. J. **Geospatial technologies and digital geomorphological mapping: Concepts, issues and research**. *Geomorphology*. Nº 137, 2012, pág. 5-26.

BIGARELLA, J. J.; SUGUIO, K. **Ambiente Fluvial**. Ed. UFPR, Curitiba-PR. 1979.

BOTELHO, R. G. M.; SILVA, A. S. da. **Bacia hidrográfica e qualidade ambiental**. In: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. Reflexões sobre a geografia física no Brasil. Rio de Janeiro. Ed. Bertrand Brasil. 3º edição. 2010.

BOCCO, G.; MENDOZA, M. VELAZQUEZ, A. **Remote sensing and GIS-based regional geomorphological mapping—a tool for land use planning in developing countries**. *Geomorphology*, nº 39, 2001. Pág. 211-219.

BRIERLEY, G. J.; FRYIRS, K. A. ; **Geomorfology and River Management**. Ed. Blackwell Publishing, Calrton, Victoria 3053, Austrália. 2º Ed. 2006.

BÜDEL, J. **Die doppeleten Einebnungsflächen in den feuchten Tropen**. *Zeitschrift für Geomorphologie*, Stuttgart, n. 1, 1957, p. 201-288.

CAMARGO, L. H. R; GUERRA, A. J .T. **A Geografia da Complexidade: Aplicação das Teorias da Auto-organização ao Espaço Geográfico**. In: VITTE, A. C. Contribuições à História e a Epistemologia da Geografia Física. Rio de Janeiro, RJ. Ed. Bertrand Brasil, 2006.

CARBONI, M. G.; BERGAMIN, L.; BELLA, L.; SEU, D.; CERONE, E. P.; ANTONIOLI, F. VERRUBBI, V. **Palaeoenvironmental reconstruction of late Quaternary foraminifera and molluscs from the ENEA borehole (Versilian plain, Tuscany, Italy)**. *Quaternary Research*, nº 74, 2010. Pág. 265-276.

CARDINALI, M.; REICHENBACH, P.; GUZZETTI, F.; ARDIZZONE, F.; ANTONINI, G.; GALLI, M.; CACCIANO, M.; CASTELLANI, M. **A geomorphological approach to the estimation of landslide hazards and risks in Umbria, Central Itay**. *Natural Hazards and Earth System Sciences*. European Geophysical Society. n.2, 2002, 57 – 72.

CASTRO, D. G. **Patrimônio Histórico-arquitetônico como Marca de Qualificação da Paisagem de Quissamã: Identidade cultural, poder e consumo**. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual do Rio de Janeiro – UERJ. 2007.

CAVALCANTI, L. C. **Geossistemas do Estado de Alagoas: Uma contribuição aos estudos da natureza em Geografia**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós

graduação em Geografia – PPGE. Universidade Federal de Pernambuco – UFPE. Recife, 2010.

CHORLEY, R. J. **Geomorfology and general systems theory**. U.S. Geological Survey, 1962.

_____; KENNEDY, B. A. **Physical geography: A systems approach**. Englewood Cliffs, Prentice Hall, 1971.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo Ed. Edgard Blucher, 1980.

_____. **Modelagem dos Sistemas Ambientais**. São Paulo Ed. Edgard Blucher, 1999.

CHRISTOFOLETTI, A. L. H. **Sistemas Dinâmicos: As Abordagens da Teoria do Caos e da Geografia Fractal em Geografia**. In: VITTE, A. C. Contribuições à História e a Epistemologia da Geografia Física. Rio de Janeiro, RJ. Ed. Bertrand Brasil, 2006.

COLTRINARI, L. **Geomorfologia: Caminhos e Perspectivas**. In: Revista Brasileira de Geomorfologia, V. 1, Nº1, 2000, pág. 44-47.

_____; **Cartografia Geomorfológica Detalhada: A Representação Gráfica do Relevo entre 1950-1970**. Revista Brasileira de Geomorfologia. V. 12, nº 3, 2011.

CORRÊA, A. C. B. **Mapeamento geomorfológico de detalhe do maciço da Serra da Baixa Verde, Pernambuco: estudo da relação entre a compartimentação geomorfológica e a distribuição dos sistemas geoambientais**. Recife. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Pernambuco. 1997. 183p

_____; **História Geomorfológica dos Compartimentos Elevados do planalto da Borborema; NE do Brasil: A Perspectiva da Etchplanação**. 2006

_____; TAVARES, B. A. C.; MONTEIRO, K. A.; CAVALCANTI, L. C. S.; LIRA, D. R.; **Megageomorfologia e Morfoestrutura do Planalto da Borborema**. Revista do Instituto Geológico, São Paulo, SP, V. 31(1/2). 2010, p. 35-52.

Companhia de Pesquisa em Recursos Minerais – CPRM. **Zoneamento Agroecológico de Pernambuco – ZAPE**. 2001.

CUNHA, C. M. L.; MENDES, I. A.; SANCHEZ, M. C. **A Cartografia do Relevo: Uma Análise Comparativa de Técnicas para a Gestão Ambiental**. Revista Brasileira de Geomorfologia, ano 4, nº 1, 2003. Pág. 01-09.

DAVIS, W. M. **The Geographical Cycle**. The Geographical Journal, Vol. 14, No. 5, 1899, pág. 481-504.

DEMEK, J. **Manual of Detailed Geomorphological Mapping**. Prague: Academia, 1972. 520 p.

DEKER, J. E.; NIEDERMANN, S.; de WIT, M. J. **Climatically Influenced Denudation Rates of the Southern African Plateau: Clues to Solving a Geomorphic Paradox**. Geomorphology, V. 190, 2013, p. 48 – 60.

DEVINE, D. L.; WOOD, M. K.; DONART, G. B. **Runoff and erosion from a mosaic tobosagrass and burrograss community in the northern Chihuahuan Desert grassland**. Department of Animal and Range Sciences, New Mexico State University, Las Cruces, New Mexico 88003, U.S.A.

DRAGUT, L.; EISANK, C. **Automated object-based classification of topography from SRTM data**. Geomorphology, nº141-142, 2012. Pág. 21-33.

ERHART, H. **La théorie bio-rhexistasique et les problèmes biogeographiques et paléobiologiques**. C. R. soc. de Biogéogr. 1956, nº 288, pp. 43-53.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Governo Federal. 2º Ed. Brasília, DF, 2006.

FEITOSA, A.; FECHINE, J. A. L.; FERREIRA, C. W. S.; ARAÚJO, M. do S. B. de. **Modelagem dinâmica de escoamento superficial influenciando a susceptibilidade a erosão dos solos num município do semiárido Pernambucano**. Revista Brasileira de Geomorfologia - v. 11, nº 2 (2010).

FELGUEIRAS, C.A. **Análises sobre modelos digitais de terreno em ambientes de sistemas de informação geográfica**. In: VIII Simpósio Latino Americano de Percepción Remota y Sistemas de Información Espacial. Mérida, Venezuela, 1997

FERREIRA, A. B. **Variabilidade Climática e Dinâmica Geomorfológica**. Publicações da Associação Portuguesa de Geomorfólogos, Vol. 1, APGeom, Lisboa, 2002, p.7-15.

FERNANDES, A. M., NOLASCO, M. B., MORTATTI J. **Estimativa do escoamento superficial rápido e sua carga em suspensão com a aplicação do modelo de separação de hidrogramas com filtros numéricos: Bacia do rio Sorocaba – SP.** Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA)/USP, 2010.

FONSÊCA, D. N.; CORRÊA, A. C. B. **Uso de MDE na Extração de Lineamentos para Detecção de Reativações Neotectônicas na Bacia do Rio Preto, Serra do Espinhaço Meridional, MG.** Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR, Curitiba-PR, 2011.

GAO, M.; ZEILINGER, G.; XU, X.; WANG, Q.; HAO, M. **DEM and GIS analysis of geomorphic indices for evaluating recent uplift of the northeastern margin of the Tibetan Plateau, China.** *Geomorphology*, nº 190, 2013. Pág. 61-72

GENOVEZ, A. B. **Vazões máximas.** In: PAIVA, J. B. D.; PAIVA, E. M. C. D. (Org.). *Hidrologia aplicada à gestão de pequenas bacias hidrográficas.* Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2001. cap 3, p. 33-112.

GIRÃO, O. **Mudanças climáticas globais: Impactos sobre o espaço nordestino – O aumento dos eventos pluviais extremos.** *Revista de Geografia.* UFPE/DCG-NAPA, Recife, 2009. Pág. 216-255.

GUERRA, A. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia do Brasil,** Edit. Betrand Brasil, São Paulo, 2002.

GUERRA, A. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia: Uma Atualização de Base e Conceitos do Brasil,** Edit. Betrand Brasil, São Paulo, 2001.

GUERRA, A. J. T.; MARÇAL, M. S. **Geomorfologia Ambiental.** Rio de Janeiro: Bertrand do Brasil, 2006.

GUERRA, A.J.T. **Encostas Urbanas.** *In: Geomorfologia Urbana.* Ed. Bertrand Brasil. Rio de Janeiro, 2011, p. 13 – 39.

GUSTAVSSON, M.; Seijmonsbergen, A. C.; KOLSTRUP, E. **Structure and contents of a new geomorphological GIS database linked to a geomorphological map — With an example from Liden, central Sweden.** *Geomorphology*, nº 95, 2008. Pág. 335-349

GUSTAVSSON, M. KOLSTRUP, E. **New geomorphological mapping system used at different scales in a Swedish glaciated area.** Geomorphology, nº110, 2009. Pág. 37-44.

HACK, J. T. **Interpretation of erosion topography in humid temperated regions.** *Am. J. Sci.*, **258A**:80-97. (Bradley volume), 1960.

HETÚ, B. **Uma geomorfologia socialmente útil: Os riscos naturais em evidência.** Revista de Geografia da Universidade Federal do Ceará. Mercator. Fortaleza, CE. Ano 02, n. 03, 2003.

HUDAK, P.F. **Principles of hydrogeology.** Boca Raton, Flórida: CRC Press LLC, 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Estimativa para o ano de 2011, **CENSO** 2010.

_____; **Manual Técnico de Pedologia.** Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Governo Federal, Rio de Janeiro, RJ. 2º Ed. 2007.

ISACHENKO, A.G. **Landscape Science and Physical-Geographic Regionalization.** Moscou: Vyshaya Shkola. 1991.

JACOMINE, P. K. T. **A Nova Classificação Brasileira de Solos.** Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica. Vol. 5 e 6, 2008-2009, Recife. Pág.161-179.

KOHLER, C. H. **A escala na análise geomorfológica.** Revista Brasileira de Geomorfologia, Uberlândia: UFU, ano 03, nº 01, p. 21-31. 2002.

LIMA, É. M. **Análise do ritmo climático na micro-bacia do riacho Salgado, Belém de São Francisco – PE e mudanças na geomorfologia fluvial dos canais efêmeros.** PIBIC/FACEPE.UFPE, Recife, 2010.

MACFADDEN, B. J.; ZEITLER, P. K.; ANAYA, F. COTTLE, J. M. **Middle Pleistocene age of the fossiliferous sedimentary sequence from Tarija, Bolivia.** Quaternary Research. Nº 79, 2013. Pág. 268-273.

MABESOONE, J. N. **História geológica da província borborema (ne brasil).** Universidade Federal de Pernambuco. Revista de Geologia, Recife, 2002, Vol. 15: 119-129.

MITASOVA, H., OVERTON, M., HARMON, R.S. **Geospatial analysis of a coastal sand dune field evolution: Jockey's Ridge, North Carolina**. *Geomorphology*, nº 72, 2005. Pág.204–221.

MITASOVA, H.; HARMON, R. S.; WEAVER, K. J.; LYONS, N. J.; OVERTON, M. F. **Scientific Visualization of Landscapes and Landforms**. *Geomorphology*, nº 137, 2012. Pág. 122-137.

MOLION, L. C. B.; BERNARDO, S. O. Uma Revisão da Dinâmica das Chuvas no Nordeste Brasileiro. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 17, n. 1, p 1-10, 2002

MONTEIRO, C.A.F. **Análise rítmica em climatologia: problemas da atualidade climática de São Paulo e achegas para um programa de trabalho**. São Paulo: Universidade de São Paulo, Instituto de Geografia, 1971, *Climatologia*, 1.

_____. **Derivações antropogênicas dos geossistemas terrestres no Brasil e alterações climáticas: Perspectivas agrárias e urbanas ao problema da elaboração de modelos de avaliação**. Simpósio Sobre a Comunidade Vegetal, como Unidade Biológica, Turística e Econômica. São Paulo, ACIESP, 1978.

_____. **Geossistemas: a história de uma procura**. São Paulo, Contexto, 2001.

MONTEIRO, C.A.F.; MENDONÇA, F.; **Clima Urbano**. São Pulo. Ed. Contexto. 2003.

MORAES, M. C.; GABAS, S. G.; MELO, M. S.; FERNANDES, L. A.; COIMBRA, A. M.; **Sedimentologia dos depósitos cenozóicos continentais do Baixo Vale do Rio Ribeira do Iguape, SP**. *Revista do Instituto de Geologia*, São Paulo, 12 (1/2), Jan./Dez./1991. P. 39-53.

MORELLI, S.; SEGONI, S.; MANZO, G.; ERMINI, L.; CATANI, F. **Urban planning, flood risk and public policy: The case of the Arno River, Firenze, Italy**. *Applied Geography*. Elsevier. n. 34, 2012, 205 – 218.

MOUNTZ, B.E.; TOBIN, G.A. **Natural hazards: An evolving tradition in applied geography**. *Applied Geography*. Elsevier, 2010.

MOURA, A. D.; KAGANO, M. T. **A Distribuição da Precipitação para os Anos Extremos do NEB**. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 1, 1986, pág. 1-9.

NIRUPAMA, N.; SIMONOVIC, S. P. **Increase of Flood Risk due to Urbanisation: A Canadian Example**. *Natural Hazards*, 2007. n, 40, 25–41.

PETLEY, D. **Landslide Hazards**. In: Geomorphological Hazards and Disaster Prevention. Cambridge, UK, 2010. Pág. 63-73

POZZO, R.R.; VIDAL, L.M. **O Conceito Geográfico de Paisagem e as Representações sobre a Ilha de Santa Catarina Feitas por Viajantes dos Séculos XVIII E XIX**. Revista Discente Expressões Geográficas, nº 06, ano VI, p. 111 – 131. Florianópolis, junho de 2010.

RODRIGUES, S. C. **Cartografia e Simbologia Geomorfológica: Evoluindo da Cartografia Tradicional para o Uso de Simbologia Digital**. Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 11, nº1, 2010. Pág. 3-10.

RODRIGUES, S. C.; BRITO, J. L. S. **MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO DE DETALHE - UMA PROPOSTA DE ASSOCIAÇÃO ENTRE O MAPEAMENTO TRADICIONAL E AS NOVAS TÉCNICAS EM GEOPROCESSAMENTO**. Caminhos da Geografia, v. 1, nº1, 2000. Pág. 1-6.

ROMSTAD, B.; ETZELMÜLLER, B. **Mean-curvature watersheds: A simple method for segmentation of a digital elevation model into terrain units**. Geomorphology, nº 139-140, 2012. Pág. 293-302.

ROSS, J. L. S. **O registro cartográfico dos Fatos Geomórficos e a Questão da Taxonomia do Relevo**, Revista do Depto. Geografia, FFLCH-USP, São Paulo, n.6, p.17-29, 1992.

SAADAT, H.; BONNELL, R.; SHARIFI, F.; MEHUYS, G.; NAMDAR, M.; Ale-EBRAHIM, S.; **Landform classification from a digital elevation model and satellite imagery**. Geomorphology, nº 100, 2008. Pág. 453-464.

SALLUN, A. E. M.; SUGUIO, K.; **Quaternary Colluvial Episodes (Upper Paraná River Hydrographic Basin, Brazil)**. Anais da Academia Brasileira de Ciências, V.82(3), 2010, p.701-715.

SARGES, R. R. **Relações entre as Estruturas Tectônicas, Sedimentação Coluvial e Geomorfogênese da Região de Manaus, Amazonas**. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, USP. 2007

SILVA, F. H. B. B. **Método de determinação do escoamento superficial de bacias hidrográficas a partir de levantamentos pedológicos**. EMBRAPA, documentos, Nº21. Rio de Janeiro, 2000. p 1 – 59.

SILVA, F. H. B. B.; SILVA, A. B.; BARROS, A. C.; **Principais Classes de Solos do Estados de Pernambuco**. Boletim de Pesquisa. EMBRAPA Solos, Unidade de Execução de Pesquisa e Desenvolvimento de Recife – UEP, 2007

SILVA, C. A. da; FILHO, A. P. **Geografia, Turismo e Análise Sistêmica**. In: Contribuições à História e a Epistemologia da Geografia Física. Rio de Janeiro, RJ. Ed. Bertrand Brasil, 2006.

SINGH, V. P. **Elementary Hidrology**. Englewood Cliffs, Prentice Hall, 1992.

SOCHAVA, V.B. **Introdução à Teoria do Geossistema**. Novasiberia, Nauka, 1978. 320p.

SOUZA, L. H. F.; FERREIRA, I. L.; RODRIGUES, S. C. Cartografia Digital Aplicada ao Mapeamento Geomorfológico. Sociedade e Natureza, Ubelândia – MG, v.16, nº 30, 2004. Pág. 133-144.

SOLDATI, M. BORGATTI, L. **Landslides and Climatic Change**. In: Geomorphological Hazards and Disaster Prevention. Cambridge, UK, 2010. Pág. 87-96

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

SUGUIO, K. **Introdução à sedimentologia**. São Paulo: Ed. da Universidade de São Paulo, 1973.

_____. **Mudanças Ambientais da Terra**. São Paulo: Instituto Geológico, 1º Ed. São Paulo, SP, 2008.

_____. **Geologia do Quaternário e Mudanças Ambientais**. Ed. Oficina de Textos. São Paulo, SP, 2010.

_____; BARCELOS, J. H. **Quaternary Sedimentary Enviroments in Comprida Island, State od São Paolo, Brasil**. Boletim do Instituto de Geociências, USP, V.9, p. 2003-211, 1978.

THIESEN, G. M.; OLIVEIRA, D. **Apresentação de um novo método de mapeamento geomorfológico de detalhe e sua viabilidade de aplicação como subsídio à compreensão da paisagem ocupada no entorno do reservatório Paiva Castro Mairiporã/SP**. In: XVI Encontro Nacional de Geógrafos, 2010, Porto Alegre. Anais do XVI Encontro Nacional de Geógrafos. Porto Alegre, 2010.

THOMAS, M. F. **Landscape Sensitivity to Rapid Environmental Change – a Quaternary Perspective with Examples from Tropical Areas**. CATENA, V.55, 2004, p. 107-124.

_____. **Late Quaternary Sediment Fluxes from Tropical Watersheds**. Elsevier. Sedimentary Geology. V.162, 2000, p. 63 – 81.

_____. **Landscape Sensitivity in Time and Space**. CATENA, Elsevier, V. 42, 2001, p. 83 – 98.

_____.

THAMÓ-BOZSÓ, E. MAGYARI, Á. NAGY, A. UNGER, Z. KERCSMÁR, ZS. **OSL dates and heavy mineral analysis of upper Quaternary sediments from the valleys of the Ér-, and Berettyó rivers**. Geochronometry, nº 28, 2007, pág. 245-261.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro, IBGE/SUPREN. 1977.

VASCONCELLOS, M. J. E. **Pensamento Sistêmico: O Novo Paradigma da Ciência**. Campinas: Ed. Papirus, 2002, p. 185 – 232.

VALERIANO, M. M. **MODELOS DIGITAIS DE ELEVAÇÃO DE MICROBACIAS ELABORADOS COM KRIGAGEM**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE. 2002.

VERSTAPPEN, H. **Applied Geomorphology. Geomorphological Survey for environmental Development**. Amsterdam, Elsevier, 1983.

VITTE, A. C. **Da Metafísica da Natureza à Gênese da Geografia Física Moderna**. In: Contribuições à História e a Epistemologia da Geografia Física. Rio de Janeiro, RJ. Ed. Bertrand Brasil, 2006.

VITTE, A. C. **Os Fundamentos Metodológicos da Geomorfologia e a sua Influência no Desenvolvimento das Ciências da Terra**. In: Reflexões Sobre a Geografia Física no Brasil. Rio de Janeiro – RJ. Ed. Bertrand Brasil, 2010.

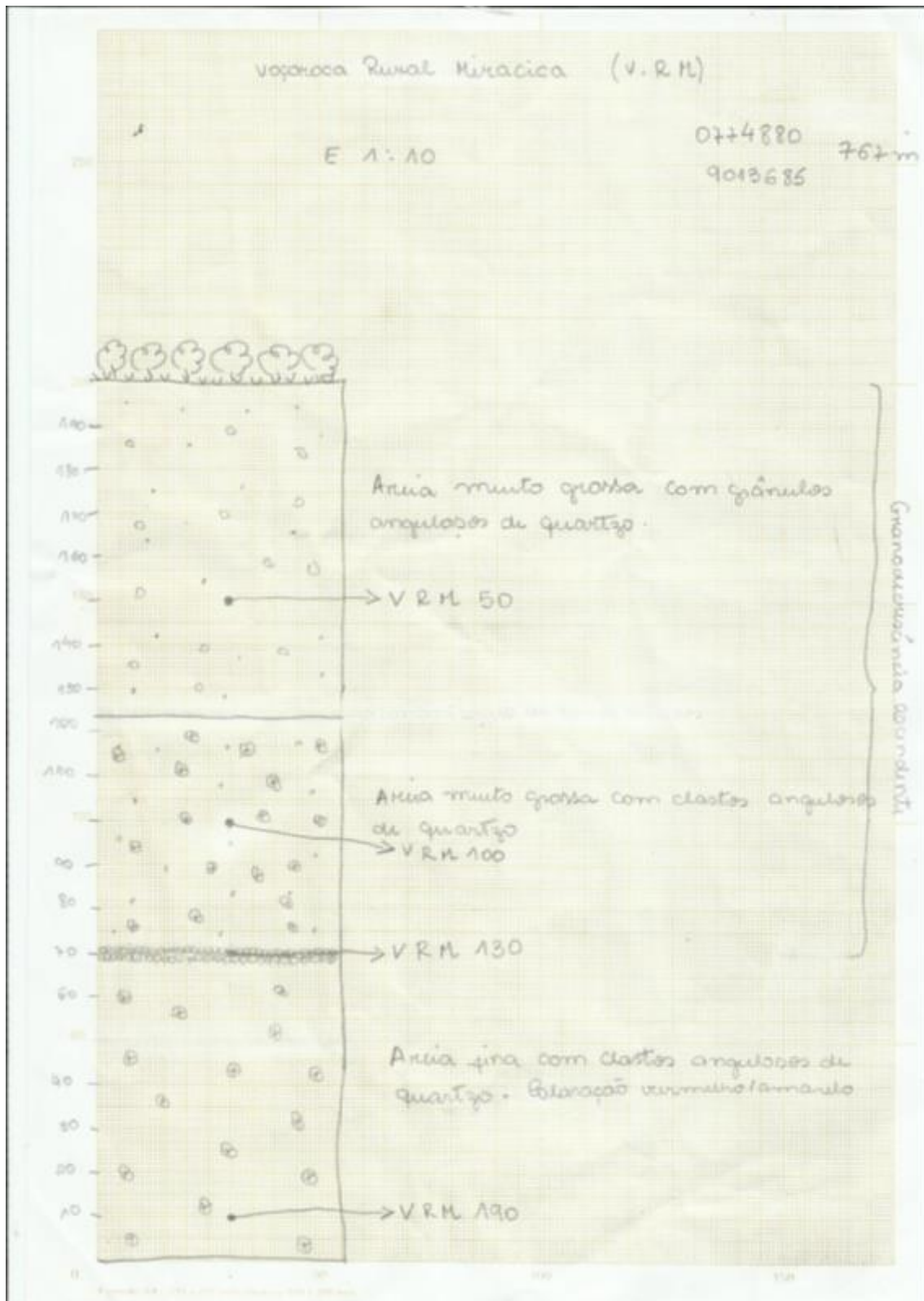
_____. **Etchplanação Dinâmica e Episódica nos Trópicos Quentes e Úmidos**. Revista do Departamento de Geografia, UNICAMP, Campinas, SP. V. 16, p 105-118, 2005.

WERNEWCK, A. oglobo.globo.com/blogs/prosa/posts/2011/02/21/resenha-de-sociedade-de-risco-de-ulrich-beck-364623.asp.

WILSON, J. P. **Digital terrain modeling.** Geomorphology, nº 137, 2012. Pág. 107-121.

WAYLAND, E.J. **Peneplains and some other erosional plataforms.** Ann. Rept. Bull. Protectorate of Uganda Geol Surv., note 1. 1933 p. 77-79.

ANEXOS



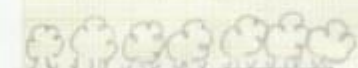
Colúrio Fazenda Bela Vista (FBV)

07+3218

9018628

246 m

E 1:10



FBV 45

Cascalho suportado por matriz
arenosa. Elastos flutuando na
matriz arenosa

FBV 100

Rocha alterada

Entrada linha de Transmissão (L.T)

E 1:10

0764602
9006014 727



Entrada linha de Transmissão (L.T)

E 1:10

0764602
9006014 727





Datação, Comércio e Prestação de Serviços LTDA.

Datação: LOE e TL

Relatório de Ensaio

CLIENTE: CLAUDIO JOSÉ CABRAL

ÉVIO MARCOS DA SILVA

EMAIL: claudio_cabral2011@hotmail.com

MATERIAL: Sedimentos.

NATUREZA DO TRABALHO: Preparação de Amostragem e Elaboração de Laudo de Datação de sedimentos pelo método da Luminescência Ópticamente Estimulada (LOE) utilizando o protocolo SAR com 10 alíquotas.

1. AMOSTRAS

Foram fornecidas pelo cliente 10 (dez) amostras com as designações indicadas na Tabela 1, acondicionada e devidamente embalada de forma que não tomaram luz no envio. As amostras foram recebidas e identificadas no laboratório como 4071 até 4080.

2. MÉTODO UTILIZADO

A metodologia completa pode ser encontrada em nosso site:

www.datacao.com.br em Serviços/Datação

3. RESULTADOS

Os resultados de paleodose, dose anual e da idade obtidos por LOE são apresentados na Tabela 1, a seguir:

Tabela 1: Código Datação, amostra, dose annual, dose acumulada e idade.

Datação, Comércio e Prestação de Serviços LTDA.

Datação: LOE e TL

Código		Dose Anual	Dose Acumulada (Gy)	Idade
4071	VRM - 190 cm	2.720 ± 130	114,1	42.000 ± 4.070
	DESVIO PADRÃO		8,5	
4072	VRM - 130 cm	3.200 ± 215	107,5	33.580 ± 3.920
	DESVIO PADRÃO		13,1	
4073	VRM - 100 cm	3.260 ± 190	99,6	30.550 ± 3.320
	DESVIO PADRÃO		9,2	
4074	VRM - 50 cm	2.100 ± 85	14,8	7.060 ± 640
	DESVIO PADRÃO		2,9	
4075	BV - 100 cm	1.420 ± 80	12,2	8.580 ± 910
	DESVIO PADRÃO		2,2	
4076	BV - 45 cm	1.250 ± 75	6,9	5.540 ± 620
	DESVIO PADRÃO		1,6	
4077	D1B - 50 cm	650 ± 50	7,4	11.450 ± 1.470
	DESVIO PADRÃO		0,85	
4078	D1M - 55 cm	620 ± 90	0,25	410 ± 80
	DESVIO PADRÃO		0,05	
4079	D1T - 50 cm	610 ± 60	0,10	165 ± 25
	DESVIO PADRÃO		0	
4080	DBE01 - 1 m	725 ± 50	22,0	30.400 ± 3.520
	DESVIO PADRÃO		3,1	

Datação, Comércio e Prestação de Serviços LTDA.**Datação: LOE e TL**

Importante: A idade média encontrada pela técnica de LOE é a data na qual a amostra foi exposta por um longo período à luz solar pela última vez (16 horas), amostras com exposições de curta duração ou em várias épocas diferentes podem nos levar a interpretações errôneas. Por isso o conhecimento do local e da coleta é importante.

As concentrações medidas dos isótopos radioativos ^{232}Th , $^{238}\text{U}+^{235}\text{U}$, ^{40}K utilizados para calcular a dose anual são apresentados na Tabela 2, a seguir:

Tabela 2: Amostra, Th (Tório), U (Urânio), K (Potássio).

Amostra	Th	U	K
4071	17,605 ± 0,634	4,284 ± 0,233	0,134 ± 0,019
4072	21,070 ± 0,759	4,464 ± 0,443	0,287 ± 0,042
4073	18,311 ± 0,659	4,612 ± 0,256	0,512 ± 0,074
4074	13,210 ± 0,476	2,854 ± 0,092	0,178 ± 0,026
4075	6,450 ± 0,232	1,360 ± 0,020	0,383 ± 0,55
4076	6,964 ± 0,251	1,729 ± 0,178	0,084 ± 0,012
4077	2,494 ± 0,090	0,510 ± 0,095	0,129 ± 0,019
4078	2,438 ± 0,088	0,586 ± 0,273	0,082 ± 0,012
4079	2,805 ± 0,101	0,655 ± 0,183	0,031 ± 0,005
4080	1,857 ± 0,067	0,478 ± 0,015	0,261 ± 0,038

São Paulo, 05 de Maio de 2014.

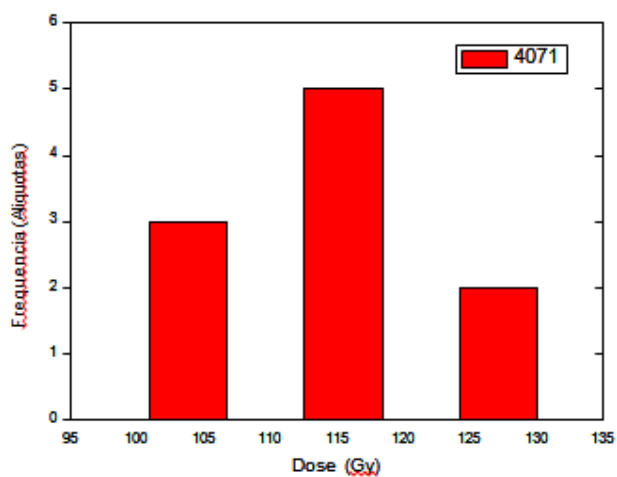

Dr. Silvio Luiz
Miranda Brito

Datação, Comércio & Prestação de
Serviços LTDA

Datação, Comércio e Prestação de Serviços LTDA.

Datação: LOE e TL

Amostra 4071



(Gy)

114,7

117,6

112,9

102,6

106,1

117,5

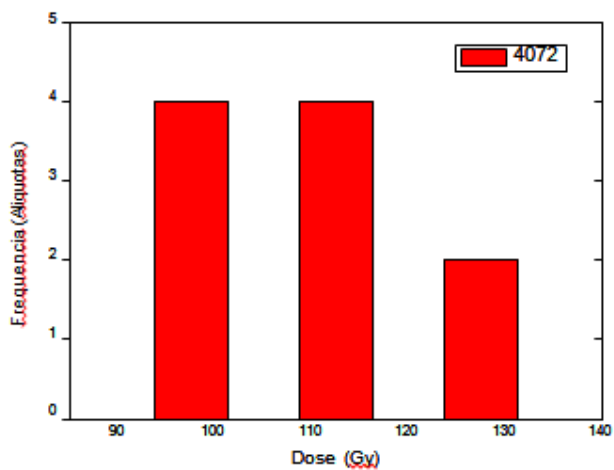
102,4

127,4

115,1

124,9

Amostra 4072



(Gy)

95,1

118,6

91,4

110,5

91,2

97,6

121,0

125,7

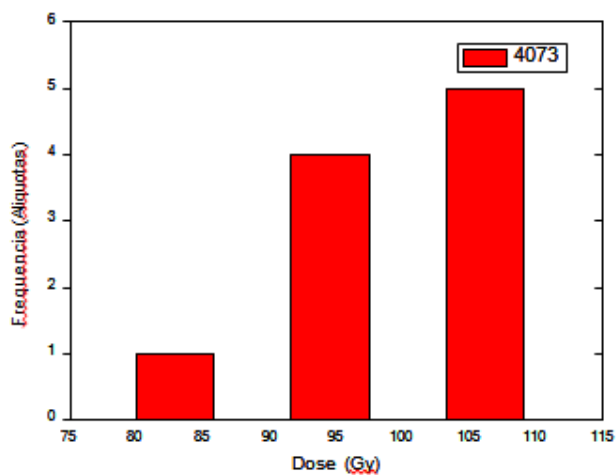
118,2

105,6

Datação, Comércio e Prestação de Serviços LTDA.

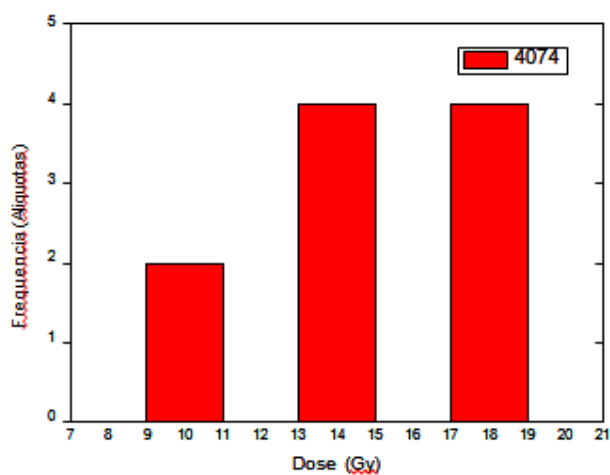
Datação: LOE e TL

Amostra 4073



(Gy)
109,7
105,4
102,5
91,4
109,9
97,4
108,1
92,2
97,3
82,2

Amostra 4074

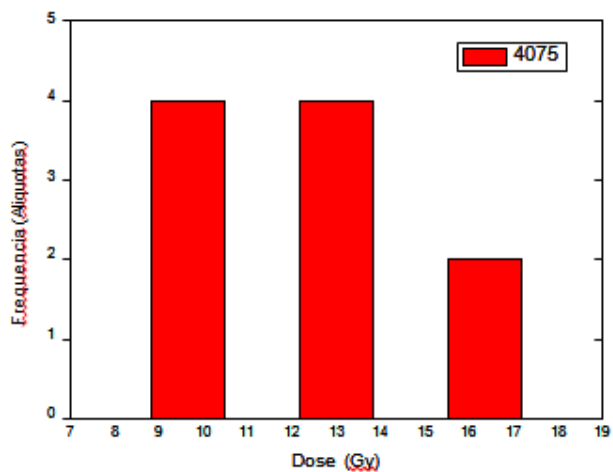


(Gy)
16,3
18,1
13,9
17,1
13,1
18,6
10,2
14,4
10,6
15,6

Datação, Comércio e Prestação de Serviços LTDA.

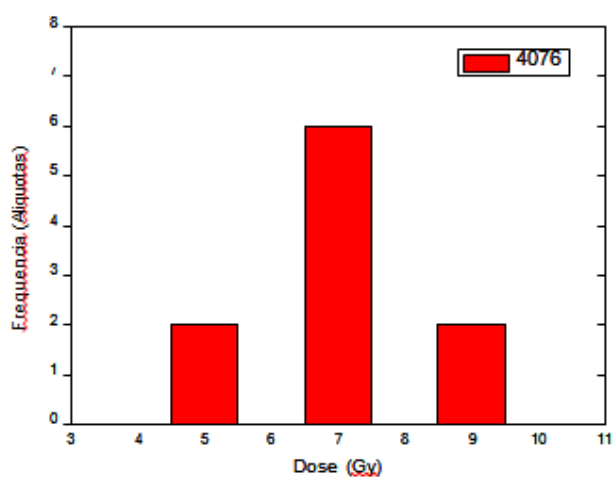
Datação: LOE e TL

Amostra 4075



(Gy)
11,0
16,4
10,0
12,7
12,2
9,8
12,7
9,4
14,9
12,8

Amostra 4076



(Gy)
9,8
4,4
7,7
7,7
5,1
6,0
6,5
7,0
8,6
6,7



Datação, Comércio e Prestação de Serviços LTDA.

Datação: LOE e TL