



Universidade Federal de Campina Grande
Centro de Humanidades
Unidade Acadêmica de Geografia
Curso de Geografia

PROCESSOS GEOMORFOLÓGICOS NA SERRA DO CAJUEIRO, MOGEIRO-PB: MORFOGÊNESE SEMIÁRIDA E MORFODINÂMICA DOS MOVIMENTOS DE MASSA



JONATAS NASCIMENTO DA COSTA

Campina Grande-PB

2018

JONATAS NASCIMENTO DA COSTA

PROCESSOS GEOMORFOLÓGICOS NA SERRA DO CAJUEIRO, MOGEIRO-PB: MORFOGÊNESE SEMIÁRIDA E MORFODINÂMICA DOS MOVIMENTOS DE MASSA.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Geografia da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, em cumprimento à exigência para obtenção do grau de Licenciado em Geografia. Orientador: Prof. Dr. Sérgio Murilo Santos de Araújo

Campina Grande-PB

2018.

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

C837p

Costa, Jonatas Nascimento da.

Processos geomorfológicos na Serra do Cajueiro, Mogéiro-PB: morfogênese semiárida e morfodinâmica dos movimentos de massa / Jonatas Nascimento da Costa. – Campina Grande, 2018.

80 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Geografia) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Humanidades, 2018.

"Orientação: Prof. Dr. Sérgio Murilo Santos de Araújo".

Referências.

1. Morfogênese. 2. Morfodinâmica. 3. Movimentos de Massa. 4. Processos físico-naturais. 5. Semiárido. I. Araújo, Sérgio Murilo Santos de. II. Título.

CDU 911(043)

Dedico este trabalho ao Criador de tudo e de todos, O Grande regente da natureza, senão fosse a sua misericórdia não chegaríamos a lugar nenhum.

Dedico a minha família, minha base na terra, aos amigos e colegas.

Agradecimentos

Agradeço em primeiro lugar a Deus, sua presença e seu amor é motivo de tamanha alegria, a sua benignidade nos possibilitou finalizar mais uma etapa.

A minha família de forma geral, que em todos os momentos da minha vida tem me apoiado de diversas formas. De forma específica, agradeço ao meu avô, Domingos Galdino e minha avó Jilda Carneiro, que constantemente se preocupa e me orienta para a vida; aos meus pais, Walter Pachú e Betânia Carneiro, que me auxiliam na vida e nos campos geográficos, e minha irmã Gabriela Costa por sua alegria.

Aos meus amigos e “irmãos”: Abmael Félix, Rodolpho Queiroz, Thiago Lima, Abdiel Félix, Alidiel Félix, Karol Ferreira, Aílson Marques, Erimagna Rodrigues, Jeová Nóbrega, Cleilton Emanuel, Anselmo Araújo, Sabrina Araújo, Luanna Bezerra, Ítalo Arruda, como um grande orientador nas geotecnologias e uma alegria especial, enfim, todos.

Ao meu orientador, Prof. Sérgio Murilo, que sempre me ajudou na caminhada acadêmica nas áreas ambiental e física, um ser humano que respeita e de forma atenciosa ajuda nas limitações dos alunos, muito obrigado pela dedicação e paciência.

Ao pessoal da Unidade Acadêmica de Geografia, os secretários e professores (as), Lincoln Diniz, Thiago Romeu, Janaina Barbosa, Débora Coelho e Zenon Sabino; sendo estes dois últimos grandes profissionais que me fizeram apaixonar pela área física o meu muito obrigado. Ao pessoal do grupo de pesquisa GEOAMB, futuros grandes Geógrafos.

Aos profissionais que me auxiliaram na área científica, como os professores do Departamento de Engenharia de Minas, ao Prof. José Avelino pela confiança e possibilitado a monitoria no Projeto Espaço Petróleo e Gás, aos Prof. Harizon e Carlos em ter ajudado no entendimento geológico em sala e em campo. A equipe da AESA, em especial Marle Bandeira e Carmem Becker por me auxiliar na compreensão da atmosfera e na disponibilização de dados.

Por fim agradeço a equipe da Defesa Civil de Campina Grande, amigos e profissionais que me fizeram crescer no âmbito técnico – prático.

SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO	11
1.1 – Caracterização do Tema	11
1.2 – Justificativa.....	12
1.3 – Objetivos.....	12
CAPITULO 1 – REVISÃO DA LITERATURA	14
CAPITULO 2 – METODOLOGIA	19
2.1 – Procedimentos Metodológicos.....	20
2.2 – Caracterização de área.....	20
CAPITULO 3 - CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-AMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE MOGEIRO	26
3.1. - Geologia.....	26
3.2. - Geomorfologia.....	29
3.3 - Clima.....	32
3.4 – Solos.....	32
3.5 – Hidrografia.....	33
3.6 – Vegetação.....	34
CAPÍTULO 4 – SISTEMA MORFOGENÉTICO DO SEMIÁRIDO	37
3.1 – Dos aspectos gerais: climáticos, meteorológicos e físicos do Semiárido.....	39
3.1.1 – Clima semiárido e Climatologia do Semiárido.....	39
3.1.2 – Condições Atmosféricas do Semiárido Brasileiro	40
4.2 – Processos e o Sistema Morfogenético Semiárido.....	43
4.2.1 – Processos morfogenéticos de Intemperismos no Semiárido.....	44
4.2.1.1 – Intemperismos com foco no Sistema Semiárido	45
CAPITULO 5 – ASPECTOS GEOLÓGICOS E PETROLÓGICOS DA ÁREA DE ESTUDO	51
5,1 – Breve histórico geológico da área	51
5.1.1 – Aspectos geológicos estruturais	51

5.1.1.1 – Macroescala	51
5.1.1.2 – Mesoescala	56
5.1.1.3 – Microescala.....	54
CAPITULO 6 – ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS E O RISCO DE	
MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA	59
6.1 – Contextualização da Morfodinâmica e os movimentos gravitacionais de massa.....	59
6.2 – A possibilidade de sismicidade intraplaca como gerador de MGM’s.	61
6.3 – O evento estudado	62
6.4 – Características geomorfológicas condicionadoras dos movimentos gravitacionais de massa na área.....	64
6.5 – A morfodinâmica ‘ativa’	65
7.0 – CONSIDERAÇÕES FINAIS	69
8.0 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	72
9.0 – ANEXOS	79

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Definição simplificada da Teoria Geossistêmica.....	15
Figura 2. Relação entre elementos (Ameaça e Vulnerabilidades) para formulação do Risco.....	18
Figura 3. Mapa de localização da área de estudo.....	19
Figura 4. Localização das três estações sismográficas selecionadas para as análises.....	21
Figura 5. Etapas da geração de dados do Estima_T.....	22
Figura 6. Ferramentas e dados disponibilizados pela AESA.....	23
Figura 7. Unidades taxonômicas Geomorfológicas.....	24
Figura 8. Divisão em terrenos tectono-estratigráficos da Província Borborema e mapa esquemático dos terrenos da Subprovíncia Transversal (DZT).....	27
Figura 9. Mapa geológico de Mogeiro – PB.....	28
Figura 10. Esquema clássico de evolução do relevo.....	29
Figura 11. Mapeamento geomorfológico simplificado do município de Mogeiro.....	30
Figura 12. Mapeamento hipsométrico e perfis topográficos de Mogeiro-PB.....	31
Figura 13. Pluviosidade anual média dos 52 a 102 anos de observação (mm), com plotação do município pesquisado.....	32
Figura 14. Mapa de solos de Mogeiro – PB.....	33
Figura 15. Mapa hidrográfico de Mogeiro – PB.....	34
Figura 16. Mapa da vegetação de Mogeiro – PB.....	35
Figura 17. Vegetação no topo da Serra do Cajueiro.....	36
Figura 18. Delimitação do Semiárido Brasileiro. Fonte: BRASIL (2017).....	38
Figura 19. Sistema Morfogenético Semiárido.....	39

Figura 20. Localização da área de estudo e disposição das Estações Meteorológicas INMET	40
Figura 21. Insolação Global (Horas) Média Anual da Paraíba, período de 1974-1998, com plotação do município estudado.	42
Figura 22. Processos exógenos da morfogênese proposta por Florenzano (2008) e aplicado ao contexto de paisagem estudada.....	44
Figura 23. Variações geométricas e gerais no Intemperismo Físico Semiárido da área estudada.....	47
Figura 24. Pontos de alteração química no maciço estrutural Serra do Cajueiro. Mogeiro-PB.....	48
Figura 25. Série de Bowen e de Goldich, com destaque minerais presentes na área estudo.....	49
Figura 26. Elementos constituintes do intemperismo biológico presentes na área estudo.....	49
Figura 27. Mapa de estruturas geológicas regional.....	52
Figura 28. Imagem aerogeofísica do campo magnético total com derivada vertical e falhas/ Relevo sombreado em SRTM e falhas.....	53
Figura 29. Características de deformação dúctil (foliações) na Serra do Cajueiro.....	55
Figura 30. Características de deformação dúctil (diferenças litológicas) na Serra do Cajueiro.....	55
Figura 31. Características de deformação rúptil na Serra do Cajueiro.....	56
Figura 32. Características de deformação rúptil na Serra do Cajueiro.....	57
Figura 33. Movimentos de Massa segundo o COBRADE (2012), com destaque (linha amarela) para os MGM's estudados na Serra do Cajueiro.....	60
Figura 34. Causas dos Movimentos de Massa com ênfase nas características da área estudada.....	62

Figura 35. Movimento Gravitacional de Massa, dia 09 de novembro de 2013.....	62
Figura 36. Notícias do evento estudado.....	63
Figura 37. Evento de rolamento de blocos em Vila Velha (ES).....	64
Figura 38. Foto panorâmica da Serra do Cajueiro.....	64
Figura 39. Mapa de declividade do município de Mogeiro (PB)	65
Figura 40. Perfil transversal da Serra do Cajueiro.....	65
Figura 41. Perfil vertical abaulado da base do maciço.....	66
Figura 42. Blocos movimentados em 2013 e recém-movimentados (P2).....	67
Figura 43. Rachaduras como indicador de movimento do tipo rastejo do solo (P1).....	68

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Hierarquia das formações geológicas do município de Mogeiro-PB.....	27
Quadro 2. Algumas superfícies e respectivos albedos.....	43
Quadro 3. Comportamento físico de alguns materiais geológicos, Dilatação em micrometros (μm) por grau 1°C	46
Quadro 4. Dados extraídos das Normais Climatológicas.....	47
Quadro 5. Tipologias deformacionais rúpteis (descontinuidades) segundo Hasui & Mito (1992) e Zerfass (2011).....	56

LISTA DE SIGLAS

AESA – Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba
BDCLIMA – Banco de Dados Climáticos
BDMEP – Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa
CPTEC – Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos
COBRADE – Classificação e Codificação Brasileira de Desastres
CPRM – Serviço Geológico do Brasil
DZT – Domínio da Zona Transversal
DCA – Departamento de Ciências Atmosféricas
DMG – Departamento/Unidade de Engenharia de Minas
EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FPB – Faixa Piancó-Alto Brígida
GEOAMB – Grupo de Estudos e Pesquisas em Gestão e Ordenamento Ambiental
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INPE – Instituto de Pesquisas Espaciais
INMET – Instituto Nacional de Meteorologia
LABSIS – Laboratório de Sismologia
MGV – Movimentos gravitacionais de massa
NEB – Região Nordeste Brasileira
PBorb – Província Borborema
PDF - Portable Document Format
RSISNE – Rede Sismográfica do Nordeste do Brasil
SINPDEC – Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil
SSA – Sistema Superfície-Atmosfera
SUDENE – Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste
SRTM - Missão Topográfica Radar Shuttle
SHP – Shappefile
TAP – Terreno Alto Pajeú
TAM – Terreno Alto Moxotó
TRC – Terreno Rio Capibaribe
TOPODATA – Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil
UFRN – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
ZCIT – Zona de Convergência Intertropical

RESUMO

A ciência geomorfológica de forma ampla preocupa-se em estudar a superfície terrestre, dentre suas áreas de abordagem, a morfogênese observa como os processos naturais fórmula e modela os relevos, outro ramo é a morfodinâmica que investiga a intensividade atual na esculturação. Este trabalho buscou analisar os processos geomorfológicos (morfogenéticos e morfodinâmicos) na Serra do Cajueiro, Mogeiro-PB, buscando explicar o evento de deslizamento de blocos e de massa ocorrido em 09 de novembro de 2013. De forma geral, utilizou-se das seguintes etapas metodológicas: Busca e leitura de referencial bibliográfico, estudos de campo, geoprocessamentos, análise de sismicidade, processamento de dados climáticos e meteorológicos, elaboração de gráficos, tabelas e mapas. Ao relacionarmos dados climáticos, em especial a temperatura média diária-anual, em média de 19.2° (Temperatura Mínima) e 27.8° (Temperatura Máxima), embasou o que percebemos em campo, onde o intemperismo físico de termoclastia gerado pela amplitude térmica provoca a quebra das rochas no maciço, aliado a este processo, verificou-se também, o intemperismo químico gerando superfícies de oxidação e pontuais alterações por ação biológica de fungos e líquens, as ações intempéricas em conjunto perfazem o sistema morfogenético do semiárido. Apontou-se que a quebra desses materiais rochosos se deu também em favor dos condicionamentos geológicos e petrológicos. Os processos morfogenéticos foram regidos por fatores de macro escala onde se constatou importantes deformações, do tipo dúctil-rúptil pela proximidade de grandes lineamentos, ao norte o de Patos (distância de 42,22km), e ao sul, o lineamento Nordeste-Congo (distância de 7,88km), em meso escala foram detectadas mais de 6 falhas; já em microescala os padrões de quebras rochosas foram orientadas por diferenças de: litologias, resistências materiais, texturas, foliações, e inúmeras juntas e fraturas. No viés geomorfológico, consideramos que o grande evento de movimentação de massas, dos tipos: Quedas, tombamentos, rolamentos, deslizamentos. datado no dia 09 de novembro de 2013, foi possibilitado pelas características integradas estudadas neste trabalho, ressaltando a significativa quantidade de juntas de fraturas no corpo rochoso, planos de quebra pré-definidos pela ductibilidade deformativa, processos intempéricos (físico, químico, biológico), e agravados pela alta declividade do terreno (45-75%), ocasionando até o presente, processos morfodinâmicos como deslocamentos de solo do tipo rastejo lento/gradual, quedas e rolamentos de blocos rochosos menores, dando importância ao perfil vertical da serra do Cajueiro que tem abaulamento da base para o topo, desestabilizando por gravidade ainda mais as rochas, muitas destas, já fraturadas,. Em suma, esse estudo, foi de extrema importância pelo pioneirismo científico naquela área, com ênfase no estudo geomorfológico, o setor pesquisado possui expressiva complexidade de processos naturais, fazendo com que, desenvolvam-se outros estudos complementares de diversas especialidades.

Palavras-chave: Morfogênese; Morfodinâmica; Movimentos de Massa; Processos físico-naturais; Semiárido.

ABSTRACT

Geomorphological science is widely concerned with studying the terrestrial surface, among its areas of approach, morphogenesis observes how natural processes formulate and model reliefs, another branch is the morphodynamics that investigates the current intensity in sculpture. This work aimed to analyze the geomorphological processes (morphogenetic and morphodynamic) in the Serra do Cajueiro, Mogéiro-PB, in an attempt to explain the sliding event of blocks and mass occurred on November 9, 2013. In general, the following methodologies : Search and reading of bibliographic references, field studies, geoprocessing, seismicity analysis, climatic and meteorological data processing, graphing, tables and maps. In relation to climatic data, in particular, the average daily-annual temperature, averaging 19.2 ° (Minimum Temperature) and 27.8 ° (Maximum Temperature), is based on what we perceive in the field, where the thermoclastic physical weathering generated by the thermal amplitude causes breaking of the rocks in the massif, together with this process, chemical weathering generating oxidation surfaces and occasional changes by biological action of fungi and lichens, the intemperic actions together make up the morphogenetic system of the semiarid. It was pointed out that the breakdown of these rocky materials also occurred in favor of geological and petrological conditions. The morphogenetic processes were governed by macro-scale factors, where there were important deformations of the ductile-rutile type due to the proximity of large lineaments, to the north of Patos (distance of 42.22 km), and to the south, the Northeast-Congo (distance of 7,88km), in meso scale were detected more than 6 failures; already in microscale the patterns of rocky breaks were oriented by differences of: lithologies, material resistances, textures, foliations, and numerous joints and fractures. In the geomorphological bias, we consider the great event of mass movement, of the types: Falls, tipping, bearings, landslides. dated November 9, 2013, was made possible by the integrated characteristics studied in this work, highlighting the significant number of fracture joints in the rocky body, pre-defined rupture planes by deformative ductility, intemperic (physical, chemical, biological) processes, and aggravated by the high slope of the terrain (45-75%), causing up to the present, morphodynamic processes such as slow / gradual crawling soil displacements, falls and smaller rocky block bearings, giving importance to the vertical profile of the Cajueiro mountain range has bulging from the base to the top, disinstabilizing by gravity even more the rocks, many of these, already fractured ,. In short, this study was extremely important because of the scientific pioneering in that area, with emphasis on the geomorphological study, the researched sector has an expressive complexity of natural processes, making it possible to develop other complementary studies of different specialties.

Keywords: Morphogenesis; Morphodynamics; Mass Movements; Physical-natural processes; Semiarid.

1. INTRODUÇÃO

1.1 - Caracterização do Tema

O planeta Terra possui cerca de 4,5 bilhões de anos e, ao longo dessa extensa escala de tempo, passou por contínuas mudanças, como a formação e separação dos continentes, vulcanismo, tectonismo e outros (LEINZ & AMARAL, 1975). As Geociências procuram entender tais transformações, que são regidas por inúmeras leis, princípios e dinâmicas, algumas conhecidas e outras desconhecidas pela ciência. Mas, nessa intensa e mutável ‘fábrica’ de construção e destruição de elementos naturais dos mais variados (como exemplo, os relevos que se formam e outros que são destruídos por ações erosivas), um dos fenômenos mais presentes visivelmente são os de alteração das rochas e formulação das mais variadas paisagens, na qual o homem se apropria e faz suas ocupações e usos.

A dinâmica terrestre tem início em seu interior, com os chamados processos endógenos; isso se dá pelo fato de existir camadas com diferentes temperaturas e densidades, como a litosfera, astenosfera, manto superior, manto inferior, núcleo externo e interno, sendo este último o mais profundo, 6.370 Km, e mais denso. Segundo Popp (2012), essas camadas geram intensa energia e força para formulação das formas dos continentes, tendo um intermediador entre a superfície e a parte interior da terra (manto superior), que são as placas tectônicas, que se movimentam, criando formas como vulcões, montanhas, depressões, e outros.

Já na superfície do planeta, os materiais formados do interior, estão expostos aos diferentes processos exógenos, responsáveis por alterar/degradar as rochas consolidadas, serem transportadas normalmente por rios, e serem depositadas em áreas mais rebaixadas, formando assim uma dinâmica do ciclo das rochas. Todas as etapas e processos que esculturam os relevos fazem parte da Morfogênese, na qual tem seu desenvolvimento focal nas vertentes.

Os processos físico-naturais que atuam na morfologia das regiões semiáridas estão intimamente atrelados às peculiaridades climáticas, por possuírem temperaturas médias acima de 29°C e precipitação média anual na faixa de 250-650 mm, implicando na formação de detritos grossos em vertentes angulosas (LEE WILSON, 1968 *apud* CHRISTOFOLETTI,1980).

1.2 JUSTIFICATIVA

O presente estudo nasceu do interesse em conhecer os riscos de movimentos de massa, tipo queda ou rolamento de blocos rochosos no semiárido, algo bastante comum na observação das paisagens do nordeste brasileiro (NEB), com inúmeras cidades possuindo no seu território, afloramentos rochosos compondo seu relevo, e os seus processos morfogenéticos devem ser levados em consideração na gestão do uso e ocupação.

Os mecanismos processuais ativos (atuais) nas formas do relevo são denominados de processos morfodinâmicos (FLORENZANO, 2008), tratados, no escopo da Geomorfologia. Os principais fenômenos morfodinâmicos são: erosão, movimentos de massa, acumulação de rios, e outros. Estes fenômenos são observáveis ao homem, pela sua proximidade ao ambiente ou pelo seu potencial de interferência nos fenômenos. Os movimentos de massa são: “Qualquer movimento que envolva materiais terrosos e/ou rochosos que por qualquer causa, processos ou velocidades sofram deslocamentos movidos sempre pelo agente da gravidade” (POPP, 2012, p. 70).

Este evento morfodinâmico impactando direta ou indiretamente as atividades humanas pode gerar um desastre de origem natural. Os movimentos de massa como riscos e desastres são divididos nos seguintes tipos segundo a Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE): 1. Quedas, tombamentos e rolamentos; 2. Deslizamentos; 3. Corridas de massa; 4. Subsidiências e colapsos.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral:

Analisar os processos geomorfológicos (morfogenéticos e morfodinâmicos) na Serra do Cajueiro, município de Mogeiro-PB, buscando explicar o evento de deslizamento de blocos e de massa ocorrido em 09 de novembro de 2013.

1.3.2 Objetivos específicos:

- a) Fazer uma abordagem dos principais conceitos e teorias que embasam os estudos geográficos relacionáveis da Geografia Física (Paisagem, Geossistemas,

Ecodinâmica) e conceitos auxiliares como: Geomorfologia, Vertentes, Ameaça/Perigo, Vulnerabilidades, Riscos e Desastres;

- b) Realizar o diagnóstico (físico ambiental e sócio-econômico) do município de Mogeiro-PB e da Serra do Cajueiro;
- c) Estudar e analisar o Sistema Morfogenético Semiárido com foco na área, por intermédio de princípios e processos físicos;
- d) Estudar as características Geológicas e Petrológicas da área;
- e) Estudar os aspectos Geomorfológicos e os riscos de movimentos gravitacionais de massa na área.

CAPITULO 1 – REVISÃO DA LITERATURA

O primeiro capítulo da monografia busca e analisar os principais conceitos e teorias que embasam os estudos geográficos relacionados à Geografia Física como as definições científicas de Paisagem, Geossistemas e Ecodinâmica. No segundo momento, o capítulo aborda os conceitos auxiliares como: Geomorfologia, vertentes, ameaça/perigo, vulnerabilidades, riscos e desastres.

1.1 Conceitos chave para estudos da Geografia Física

Muitas são as complexidades da Ciência Geográfica, pois seus objetos de estudo remetem a um entendimento amplo e às vezes subjetivo, ligando o homem e sua relação com a natureza, e vice-versa, essa amplitude de relações e campos de estudo, faz com que a Geografia possua ramos de abordagem, um desses é a Geografia Física, que objetiva o estudo integrado da estrutura, distribuição, arranjos dos elementos, dinâmicas e processos terrestres (NASCIMENTO & SAMPAIO, 2005).

A Geografia, em seu ramo Físico, possui categorias de análise ou conceitos-chaves, que delineiam concepções para cada objeto de estudo, este trabalho baseia-se em um dos principais, sendo este a *paisagem*, segundo Vitte (2007, p. 1).

Uma reflexão sobre o conceito de paisagem remete-nos a discussão sobre o olhar geográfico e sobre a formação das bases constitutivas da cognição, assim como a construção do/no imaginário coletivo da paisagem enquanto elemento de articulação do processo de pertencimento do ator social à um determinado lugar [...].

Sobrelevando-se que a paisagem tem um enfoque de um observador em uma dada área, o seu entendimento pode variar de acordo com a imaginação ou nível de conhecimento de cada observador, o que Vitte (op. cit.) descreve como ator social, a depender também do seu grau de relação para com a paisagem, o que se aplica estreitamente a realidade desta pesquisa. Indo mais além nesse conceito, Bertrand (1972, p. 1) enfatiza que a paisagem refere-se: que:

A paisagem não é a simples adição de elementos geográficos disparatados. É, em uma determinada porção do espaço, o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos

e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução.

O autor reflete que a paisagem possui elementos desiguais ou de certa forma incoerentes, isto é, diferentes entre si, mas atuam em conjunto para evolução e transformação das paisagens.

Seguindo a lógica de indissociabilidade de fatos e elementos da paisagem, o **Geossistema**, sendo esta uma importante teoria da Geografia Física, tem sua preocupação de explicar diversas atividades do meio natural, tratado por Sothava (1960) *apud* Troppmair (2012, p. 123), como: “um espaço que se caracteriza pela homogeneidade dos seus componentes, suas estruturas, fluxos e relações, que, integrados, formam o sistema do ambiente físico e onde há exploração biológica”.

Os principais elementos que compõe o Geossistemas são os aspectos geológicos, solos, água, clima, e os de ordem biológica como seres vivos e vegetação (BERTRAND, 1972), existindo, portanto uma interferência das partes entre as demais, como proposto na figura 1. Esta teoria fundamentou as análises em nosso objeto de estudo, por se tratar de um fenômeno que se processou e age atualmente de forma combinada e interligada, a exemplo da atmosfera que interfere na rocha, influenciada por fatores de sua formação interna, mas que esta exposta, sofre interligação de outros fatores como vegetação, solos, e etc.

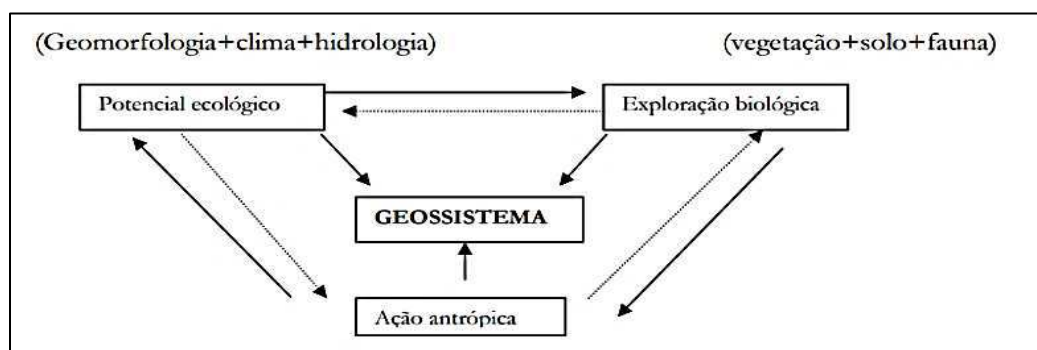


Figura 1 – Definição simplificada da Teoria Geossistêmica. Fonte: Bertrand (1972).

A importância do conceito e da teoria dos Geossistemas para o trabalho desenvolvido se baseia na ideia de que todos os processos físicos da natureza tendem a estar interligados e influenciam-se mutuamente.

Os sistemas físico-naturais, que são também denominados de Geossistemas, configuram-se por dinâmicas próprias, apresentando complexas e variáveis transformações; propiciando assim, um equilíbrio funcional ou não em seu meio (este último, desequilíbrio). Tricart estabeleceu uma abordagem metodológica denominada Ecodinâmica, para o autor:

A ação humana é exercida em uma Natureza mutante, que evolui segundo leis próprias, das quais percebemos, de mais a mais, a complexidade. Não podendo nos limitar à descrição fisiográfica, do mesmo modo que o médico não pode se contentar com anatomia. Estudar a organização do espaço é determinar como uma ação se insere na dinâmica natural, para corrigir certos aspectos desfavoráveis e para facilitar a exploração dos recursos ecológicos que o meio oferece. (TRICART, 1977, p. 35).

Nesta ótica, a Ecodinâmica está relacionada aos processos de formação de solo, chamado pedogênese, e da transformação do relevo, intitulado de morfogênese. De forma ampla a proposta de abordagem teórica de Tricart classifica três tipos de meios: estáveis, instáveis e *intergrades*, caracterizados a seguir.

Os meios **estáveis** apresentam como características uma evolução longa e gradual, provocando a formação de solos desenvolvidos, relevo pouco dissecado e vegetação satisfatoriamente fechada, estes, resultantes de um equilíbrio de processos naturais, principalmente pela pouca intensidade de energia pluviométrica que naturalmente degrada a superfície, retardada e absorvida pela vegetação desenvolvida (geralmente alta e densa).

Os meios **intermediários** (*intergrades*), como classe da dinâmica ecológica, têm seu balanço entre os processos morfogenéticos e pedogenético, ambos acontecendo de forma simultânea e em equilíbrio; mas, com tendência para maior desgaste superficial no solo (comumente erosão ou movimentos de massa), instabilizando assim todo o meio.

Por último, os meios **instáveis**, onde tem lugar uma maior e/ou intensa dinâmica morfogenética; contendo condicionantes climáticos extremos (aridez, semiaridez, intensas chuvas, ventos e outros), relevos fortemente dissecados, solos rasos ou afloramentos rochosos, pouca ou inexistente cobertura vegetal, áreas morfologicamente inundáveis e outros fatores que desequilibram os elementos numa dada área, ocasionado por questões naturais como os vulcanismos ou pelo homem a exemplo das áreas erodidas pelo uso e ocupação desordenada.

1.2 Conceitos auxiliares

No contexto da paisagem, os processos externos ou agentes exógenos do relevo (água, gelo, vento, gravidade, temperatura, organismos vivos), retrabalham uma parte importante, chamada de **vertentes** ou de encostas, que na Geomorfologia é uma das partes na paisagem, tendo um significado abrangente de “superfície inclinada, não horizontal, sem apresentar qualquer conotação genética ou locacional” (Christofoletti, 1980, p. 26).

Segundo Dylik (1968) *apud* Christofoletti (1980), as vertentes possuem morfologia tridimensional e os processos de erosão (do presente e o passado) foram os formuladores destes arranjos, delimitados pelo interflúvio, crista ou divisor d’água que é a parte mais alta da superfície, e antagônico a este elemento da vertente, é o fundo do vale ou talvegue, cuja direção das massas e fluxos tende a direcionar a este último em razão da gravidade. As vertentes ou encostas podem servir para diversas funções, desde áreas de preservação ambiental, nascentes de rios, áreas agricultáveis, ou até mesmo como um conjunto de habitações precárias em desconformidades legais e técnicas da engenharia.

Nas áreas ambientalmente instáveis, alguns elementos físicos podem ser motivos de eventuais malefícios ao ser humano ou a natureza, quer seja direta ou indiretamente, em razão disso, coloca-se o conceito de **ameaças** e **perigos** como algo que indique ou haja condição real podendo vir a causar morte, ferimento ou dano a propriedade, esta conjuntura é medida a partir de graus ou magnitudes que se concretizam a partir de sua ocorrência (CASTRO, 2005; BRASIL, 2002; DAGNINO & CARPI JR, 2007), os autores apontam que ameaça e perigo são termos sinônimos, influenciando assim este trabalho.

Havendo um ou mais elementos indicativos ou reais de ameaças, algum setor ou agente pode estar desprotegido, surge aí o conceito de **vulnerabilidade**, colocado como um nível de perda de um elemento ou conjunto de elementos dispostos em uma área afetada por evento-ameaça, numa escala que varia de zero (0), sem perda, a um (1), com perda total; os envolvidos ‘desprotegidos’ podem ser mais ou menos prejudicados a depender de seu nível de segurança ou insegurança (CASTRO, 2005). Havendo um cenário que se relacione ameaça e vulnerabilidade, concebe-se um novo componente, chamado de **risco**, definido a seguir:

O conceito risco pode ser tomado como categoria de análise associada às noções de incerteza, exposição ao perigo, perda e prejuízos materiais e humanos, atrelados não só a processos naturais, mas também a processos oriundos das atividades humanas [...]. (Almeida, 2012, p.19).

A formulação deste novo componente é dita para muitos autores como uma equação, por se tratar da decorrente soma de fatores numa dada paisagem (figura 2).

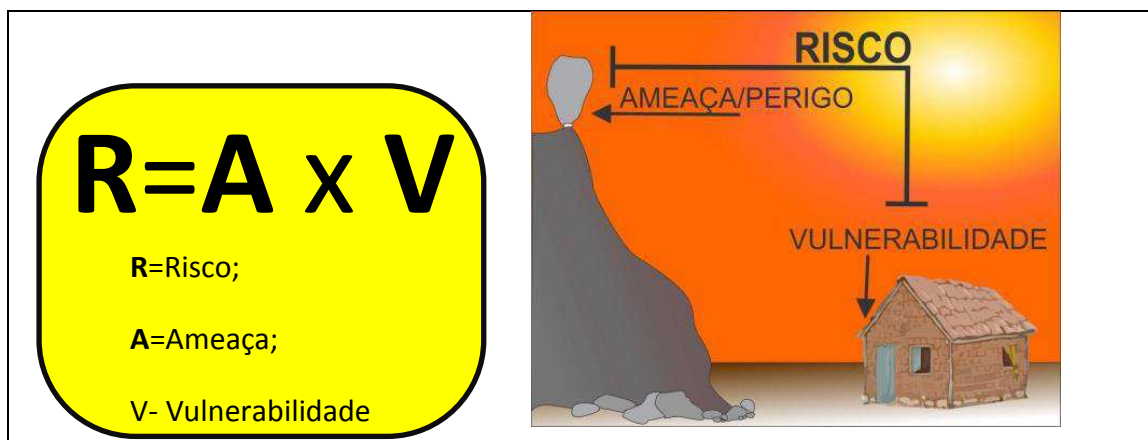


Figura 2– Relação entre elementos (Ameaça e Vulnerabilidades) para formulação do Risco.
Organizado: Autor, 2017.

Portanto, existindo o risco, esse pode ou não desencadear um **desastre**, que tem por definição de BRASIL (2012, p. 1):

Resultado de eventos adversos, naturais ou provocado pelo homem sobre um cenário vulnerável, causando grave perturbação ao funcionamento de uma comunidade ou sociedade envolvendo extensivas perdas e danos humanos, materiais, econômicos ou ambientais, que excede a sua capacidade de lidar com o problema usando meios próprios.

Por fim, as discussões elencadas neste capítulo se fizeram necessárias, pois a problemática em estudo, especificamente os movimentos gravitacionais de massa na Serra do Cajueiro foram e são propiciadas por inúmeros processos, havendo, portanto, inúmeros conceitos para fundamentar o entendimento sistêmico de causa, e seus possíveis efeitos, não só gerando mudanças na paisagem, mas podendo desencadear riscos e desastres.

CAPITULO 2 – METODOLOGIA

2.1- Caracterização de área

O município de Mogeiro localiza-se na mesorregião do Agreste do estado da Paraíba no NEB, microrregião de Itabaiana. Incluída na folha 1:100.000 da SUDENE, (SB. 25-Y-C- I e II), situada geograficamente entre os paralelos $7^{\circ} 17' 56''$ de latitude sul e os meridianos de $35^{\circ} 28' 44''$ longitude oeste. Tendo uma área territorial de 214, 389 Km² (IBGE, 2017), a sede do município tem altitude aproximada de 117 m (CPRM, 2005), com distância de 99,8 Km da capital João Pessoa, tendo por acesso a rodovia federal BR 230 e a rodovia estadual PB 048 (Figura 3).

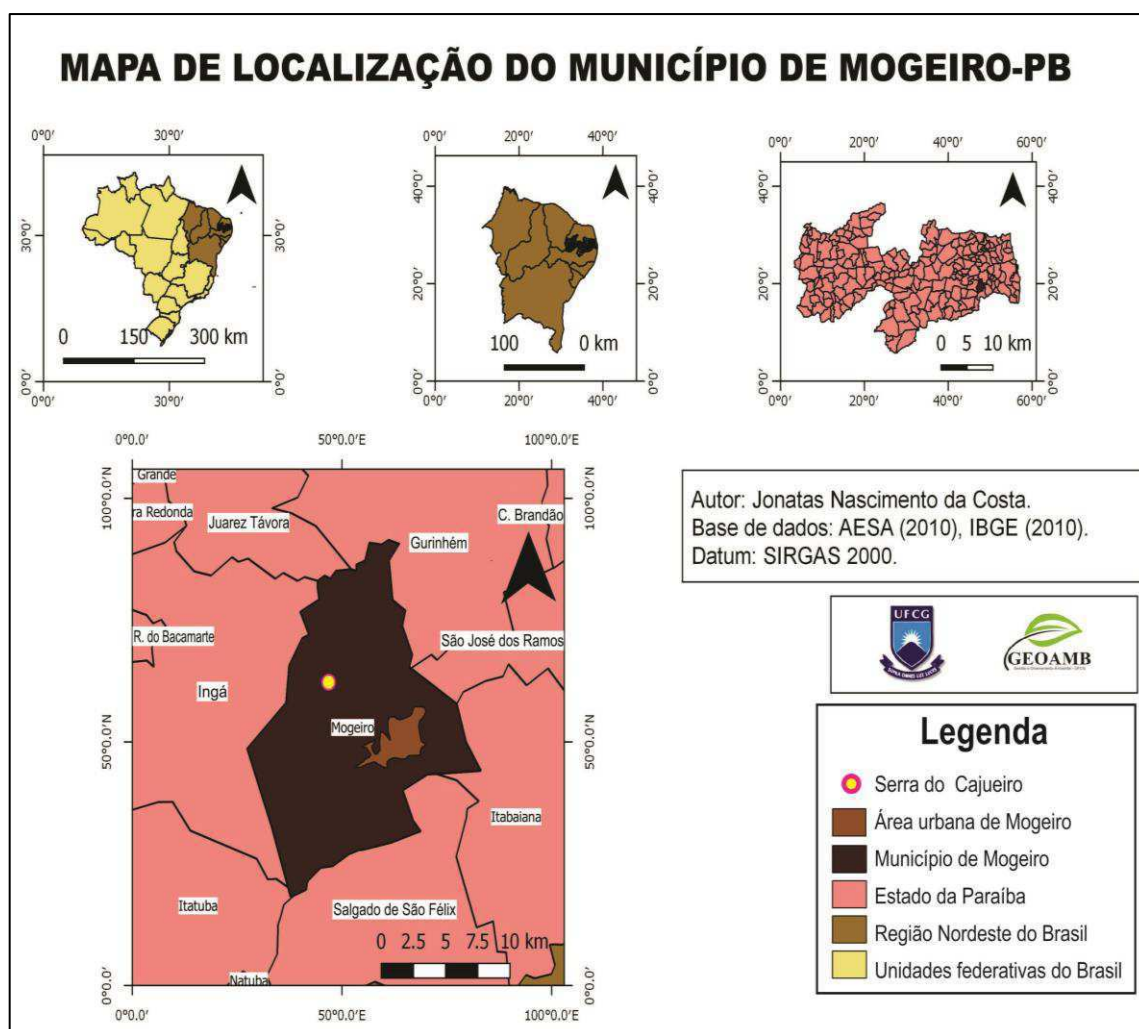


Figura 3 – Mapa de localização da área de estudo. Produzido: COSTA, 2017.

A população mogeirense foi estimada em 13.300 habitantes (IBGE, 2017), detendo uma densidade demográfica de 64,41 (hab/km²) segundo o Censo 2010 (IBGE, 2017). A comunidade em torno da Serra do Cajueiro é composta por 2 famílias de agricultores.

2.2 Procedimentos Metodológicos

O trabalho utilizou-se de métodos, técnicas e procedimentos científicos diversos, numa perspectiva ou abordagem quali-quantitativa, seguindo etapas lógicas que se inter-relacionaram.

As principais etapas foram: a) Busca e leitura de referências bibliográficas, b) Estudos de gabinete: climáticos e meteorológicos, geológicos e petrográficos, análise da paisagem, análise espacial utilizando sensores remotos, análises de sismicidade; c) Visitas de campo: análise da paisagem; d) Entrevista com moradores, e) Processamento e sistematização de dados climáticos e meteorológicos, elaboração de gráficos, tabelas e mapas. Dada a multiplicidade de procedimentos metodológicos, fontes e temáticas, cada tópico será discutido, e como estes foram empregados.

2.1.1 – Busca e leitura de referencial bibliográfico – onde se deu enfoque aos princípios clássicos e atuais da Geomorfologia com destaque para os processos morfogenéticos e morfodinâmicos (FLORENZANO, 2008; TRICART, 1977; CHRISTOFOLETTI, 1980; CORREA, 2010; IBGE, 2009, e outros), Geologia (LEINZ & AMARAL, 1975; POPP, 1939, e outros), Climatologia e Meteorologia (TROPPEMAIR, 2012; BARRY, 2013, e outros).

2.1.2 – Visitas de campo – nesta etapa foram realizados estudos *in loco* relacionando direta e indiretamente problemas e hipóteses realizadas a partir de estudos na fase de gabinete, utilizando levantamento dos aspectos físicos ambientais (geoambientais) da paisagem no perímetro, coleta de amostra de rocha, coleta de dados térmicos, levantamento fotográfico, georeferenciamento, questionamento informal aos moradores, e outros.

2.1.3 – Estudos Geológicos Petrográficos - nesta etapa foram realizadas análises macroscópicas dos minerais componentes do afloramento rochoso pesquisado, sendo auxiliado por professores Geólogos do Departamento/Unidade de Engenharia de Minas (DMG) da UFCG, análise visual dos aspectos petrográficos do afloramento rochoso sob a

investigação de planos de fraqueza pré-definidos a partir de influências litológicas e estruturais como juntas e diaclases.

2.1.4 – Análises de sismicidade – o objetivo da análise de sismicidade veio da necessidade de se correlacionar o movimento de massa rochoso a eventos de propagação de ondas sísmicas (genericamente por tremores), com isso, foram realizadas 02 visitas e solicitações ao Laboratório de Sismologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (LABSIS/UFRN), Departamento de Geofísica (DGEF) do campus Natal, sendo inicialmente feito uma solicitação de análise sísmica da cidade de Mogeiro do dia 09 de novembro de 2013, data esta do movimento de massa estudado neste trabalho, foram analisados dados de três estações sismográficas para cruzamento de informações, instaladas nas seguintes localidades: **NBPV** Pedro Velho (RN), **NBLI** Livramento (PB) e **NBCA** Caruaru (PE) sob localização espacial disponibilizada pelo LABSIS (Figura 4), cujo, os equipamentos pertencem a Rede Sismográfica do Nordeste do Brasil (RSISNE).

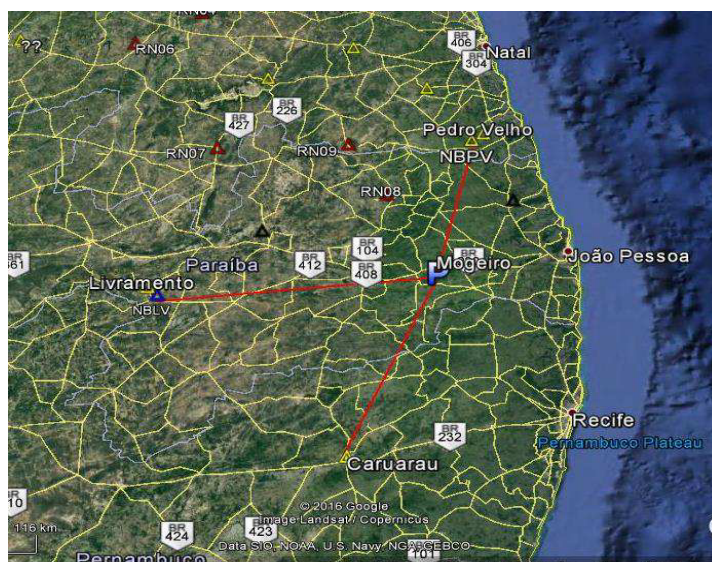


Figura 4 – Localização das três estações sismográficas selecionadas para as análises.
Fonte: LABSIS, 2017.

Na segunda etapa/visita, foi solicitado a análise de possíveis registros sísmicos na escala mensal de novembro de 2013, afim, de relacionar á propagações num passado bem recente que pudesse desestabilizar o maciço, cabe salientar, que, as análises foram realizadas pelas três estações sismográficas já citadas, e o monitoramento é ininterrupto e de alta acurácia, podendo registrar ondas de eventos tectônicos como ondas de propagação superficial, a exemplo de detonações e desmontes de rocha para diversos fins, essa hipótese surgiu, da correlação do deslocamento rochoso sob possível provocação dos

desmontes de solo/rocha para as obras do canal Acauã-Araçagi, dadas num período próximo ao evento natural e com distância relativamente curta, aproximadamente de 15 km.

2.1.5 – Análise espacial utilizando sensores remotos – Coletas e observações de imagens de satélite (LANDSAT 5 TM e 8 ETM+ disponibilizadas pelo Instituto de Pesquisas Espaciais-INPE, *Google Earth*) e relacionadas às fotografias aéreas disponibilizadas pelo GEOBANK do CPRM (Serviço Geológico do Brasil – CPRM / *Esri. HERE De Lome. Mapmy India. © Open Street Map contributors, and the GIS user community / Earth star Geographics, CNES/ Airbus DS.*), os dados imagéticos são resultados do STRM – *Shuttle Radar Topography Mission*. Para análise morfoestrutural das imagens foi utilizada a interpretação Foto-Geológica, com o Método Lógico-Sistemático (GUY, 1966 *apud* ARCANJO, 2011), na qual utiliza de conjuntos ou zonas homólogas para estudo do relevo com repetições de texturas e formas, e no estudo das propriedades do relevo e dos elementos texturais e estruturais aplicando aos aspectos geológicos e geomorfológicos.

2.1.6 – Processamento e sistematização de climáticos e meteorológicos- Nesta etapa foi buscado dados de natureza quantitativa e qualitativa na Agencia Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESAs), órgão responsável pela previsão e estudo de tempo e clima no estado, onde foi disponibilizado o *software Estima_T* que modela estimativas de temperaturas do ar no NEB, gerando resultados a partir de fatores numéricos de temperaturas média, máxima e mínima (mês), divididos por coordenadas: longitude, latitude e altitude (CAVALCANTI E SILVA, 1994). De posse do software foi gerado a opção estima série do município de Mogeiro, seguindo um padrão temporal de 1950 – 2003, importamos as séries históricas de temperatura para planilha (Figura 5), onde foi realizado as análises da amplitude térmica mensal nesse período, afim de embasar o objetivo do trabalho.

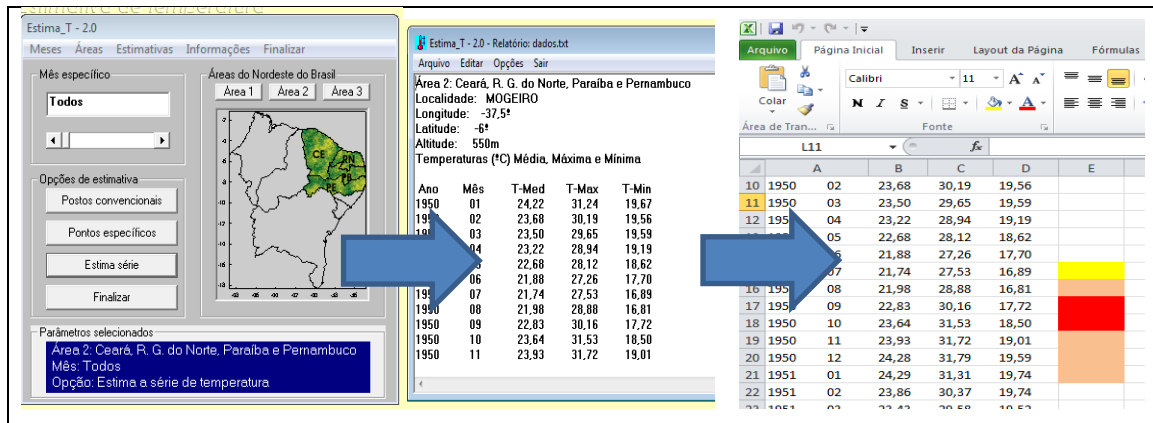


Figura 5 – Etapas da geração de dados do *Estima_T*. Organizado pelo Autor, 2017.

Nesta etapa encontramos dificuldade em utilizar técnicas tradicionais para obtenção de dados, como: Banco de Dados Climáticos (BDCLIMA) da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP) do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), e Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE). Estes meios não disponibilizaram dados climatológicos e meteorológicos da área, por inexistir equipamentos como estações pluviométricas ou estações meteorológicas.

Com isso, buscaram-se duas ferramentas metodológicas para estudos climáticos disponibilizados pela AESA (Figura 6), como a Pluviometria Mensal de Mogeiro entre os dias 01/01/1994 e 31/12/2016 e as Curvas de Pluviometria Anual (isoietas) através do Geoportal da AESA (**SIGAESA-WEB**).

Município/Posto	Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out
Mogeiro	1996	15,0	42,6	102,2	275,2	106,7	97,7	39,9	81,1	28,3	3
Mogeiro	1997	13,1	64,4	94,4	99,3	195,4	40,0	46,8	24,1	5,1	3
Mogeiro	1998	20,8	0,3	38,2	10,1	38,8	25,4	99,3	98,8	3,9	8
Mogeiro	1999	22,2	90,2	46,1	14,3	58,0	23,2	36,4	23,1	10,5	10
Mogeiro	2000	101,2	61,8	26,0	128,6	53,0	185,3	147,5	116,6	87,0	8
Mogeiro	2001	4,0	0,0	84,7	77,3	4,1	122,2	78,0	39,0	16,6	20
Mogeiro	2002	81,1	29,0	90,6	24,6	87,0	150,0	86,8	14,9	0,0	21
Mogeiro	2003	60,0	97,6	113,3	67,8	69,2	165,1	76,1	32,3	15,0	0
Mogeiro	2004	409,2	140,0	55,3	131,0	118,2	138,3	102,3	19,0	20,8	0

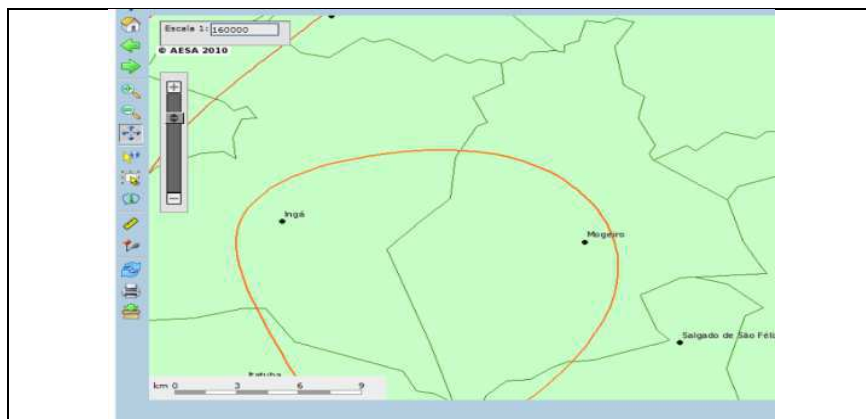


Figura 6 – Ferramentas e dados disponibilizados pela AESA. Organizado: Autor, 2017.

Outras ferramentas foram utilizadas para diagnósticos, a exemplo de obtenção de dados de energia radiada, a partir da IUV Atenuado disponibilizado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, dados solicitados a este órgão e auxílio do Departamento de Ciências Atmosféricas (DCA) da UFCG.

2.1.7 – Elaboração de gráficos, tabelas e mapas—A partir dos dados obtidos foram construídos gráficos, tabelas, esquemas, figuras, afim de organizar os resultados, como também; de posse dos dados espaciais foi realizado a elaboração de mapas temáticos, a partir dos *softwares*: *QGis*® 2.18.3, *ArcGis*® 8.0, *MICRODEN*® 64 bit, o programa de computação gráfica *CorelDRAW X7*® e tratamento de imagens no *Adobe Photoshop CS6 Extended*®.

2.1.8 – Métodos para estudos Geomorfológicos – A metodologia no campo geomorfológico utilizado no presente trabalho, foi inicialmente delimitado os parâmetros escalares, por meio da compartimentação em unidades/ táxons proposta por Ross (1992), que propõe seis níveis taxonômicos levando em consideração a morfologia (forma) e a gênese (origem), como mostra a figura 7.

Nesse contexto, encontramos que a melhor abordagem taxonômica para esta pesquisa, estão ligadas ao 5° e 6° táxon. O 5° táxon focaliza-se na morfologia das vertentes, podendo apresentar-se nas formas convexa, retilínea e côncava. Já o 6° táxon condiz às reduzidas formas do relevo, principalmente aquelas formuladas em processos ativos (atuais); como ravinas, voçorocas, deslizamentos, até mesmo processos gerados por ações antrópicas (Florenzano, 2008).

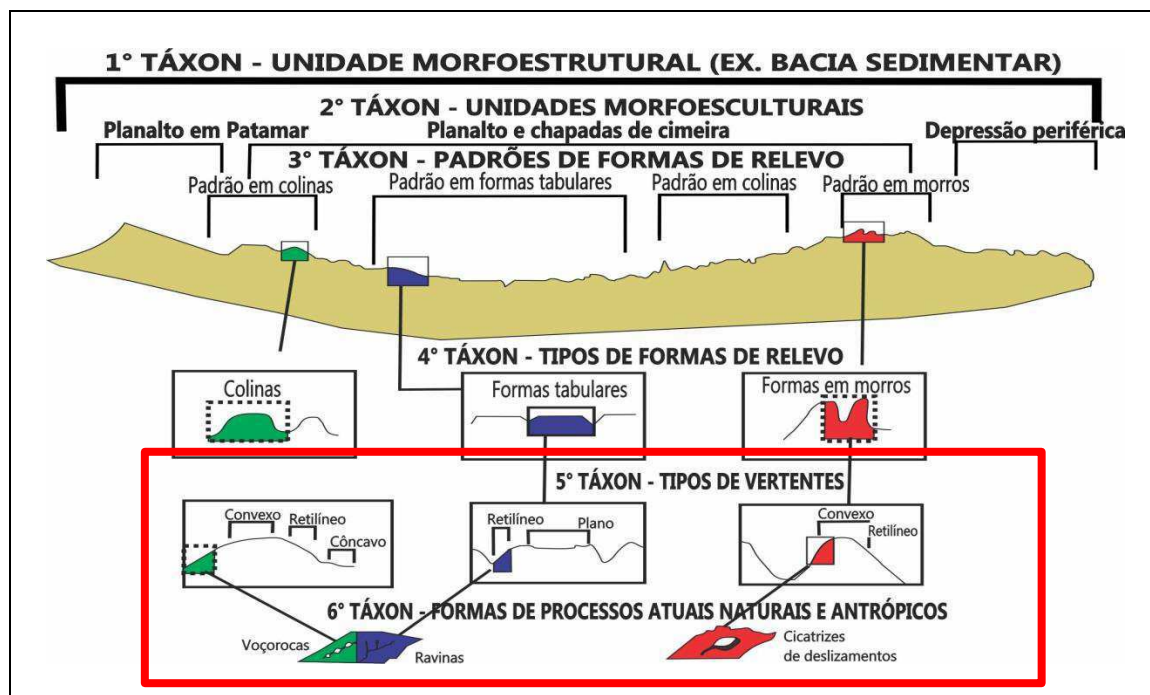


Figura 7 – Unidades taxonômicas Geomorfológicas. Adaptado de Ross (1992).

Para análises em geoprocessamento e sensoriamento remoto de dados geológicos e geomorfológicos, foram utilizados os seguintes materiais e bases: Geodiversidade da Paraíba disponibilizados pelo CPRM, Plataforma GEOSGB (CPRM), Mapas em formatos PDF e SHP das folhas Sapé SC.25-Y-C-II - ESCALA 1:100.000 (CPRM, 2011) e Campina Grande SB.25-Y-C-I - ESCALA 1:100.000 (CPRM, 2011), e dados Aerogeofísicos do Projeto Borda Leste do Planalto da Borborema (CPRM, 2008).

CAPITULO 3 – CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-AMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE MOGEIRO – PB.

3.1. – Geologia

No âmbito da geologia regional, o município de Mogeiro está na área da Província Borborema, unidade geotectônica ou província estrutural no NEB e uma das formações mais importantes da plataforma Sul-Americana. Com origem no ciclo Brasileiro/Panafricano (700 a 450 Ma); detendo extensivos plutonismos, terrenos e zonas de cisalhamentos (ALMEIDA, 1977 *apud* MEDEIROS, 2004; MEDEIROS, 2004). A evolução desta megaestrutura é distinta espacialmente e complexa, fazendo com que se definam compartimentações, domínios ou terrenos, designações que levam em conta as características geológicas e geotectônicas de cada área homóloga (RODRIGUES, 2008).

No âmbito de meso-escala da compartimentação geológica e geotectônica das subdivisões da Província Borborema, a área está contida no Domínio da Zona Transversal (DZT), também chamada de sub-província, que é uma estrutura localizada entre os lineamentos Patos e Pernambuco. Esse domínio foi subdividido nos seguintes superterrenos: Faixa Piancó-Alto Brígida (FPB), Terreno Alto Pajeú (TAP), Terreno Alto Moxotó (TAM) e Terreno Rio Capibaribe (TRC), (SANTOS, 1996 *apud* CPRM, 2002).

Mogeiro integra por completo um destes terrenos, o Terreno Alto Moxotó (TAM), dispondo de duas características importantes, a primeira concerne na presença de rochas antigas (arqueanas e paleoproterozóicas), e insignificante quantidade de rochas graníticas neoproterozóicas, o que difere do padrão dos demais terrenos da Província Borborema (CPRM, 2002), figura 8.

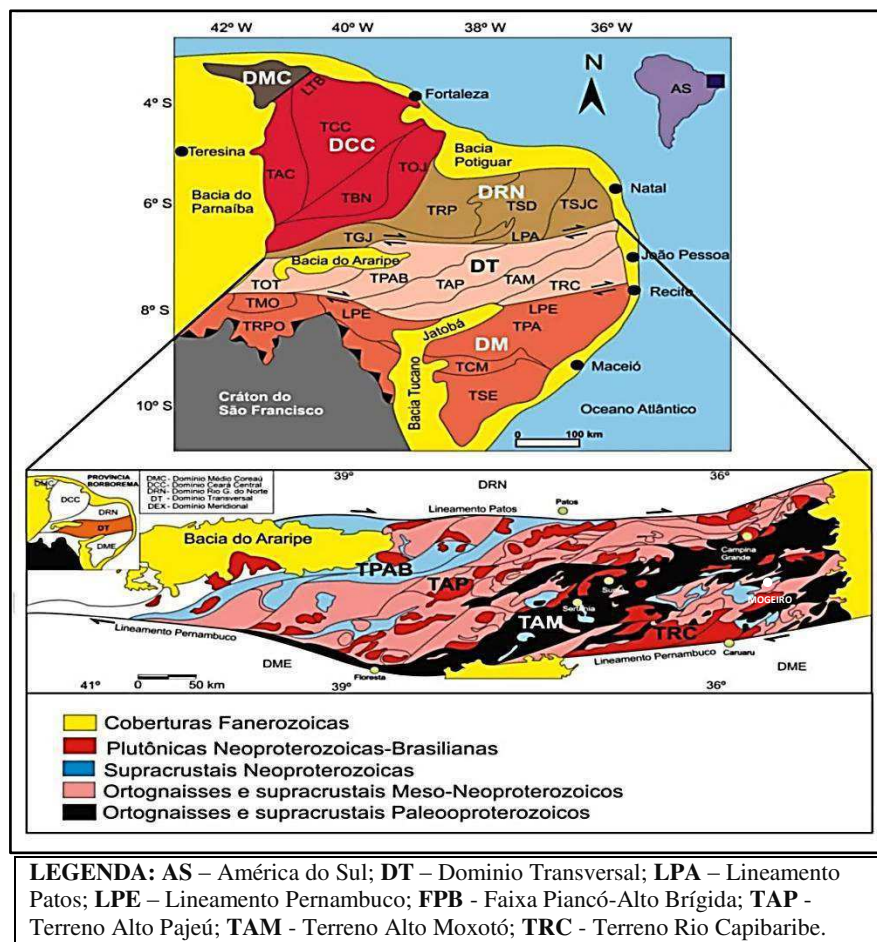


Figura 8– Divisão em terrenos tectono-estratigráficos da Província Borborema e mapa esquemático dos terrenos da Subprovincia Transversal (DZT). Adaptado de: Santos *et al.* (2000) e Santos e Medeiros (1999) *apud* Santos (2013).

Ao tratarmos das discursões geológicas do sentido global para o específico, ou da maior hierarquia para as menores unidades litoestratigráficas organizamos o seguinte quadro 1.

Quadro 1 – Hierarquia das formações geológicas do município de Mogeiro-PB;

MAIOR		MENOR	
<u>Província da Borborema</u>	<u>Domínio da Zona Transversal (DZT)</u>	<u>Terreno Alto Moxotó (TAM)</u> <u>Terreno Alto Pajeú (TAP)</u>	<u>Unidades Litoestratigráficas</u> Qe – Coberturas elúvio-colúviais PM - Metanortosito Boqueirão; PM γ - Ortognaisses e Migmatitos Serra de Jabitacá, PMs - Complexo Sumé; Pst- Complexo Sertânia; AP γ –Ortognaisse granodiorítico-granítico; A γ - Ortognaisse TTG;

Fonte de dados: Organizado/elaborado pelo autor com base em: RADAMBRASIL (1987) e CPRM (2002).

Em relação à espacialização dessas unidades no município estão apresentadas a seguir (Figura 9) . Onde se percebe uma predominância litológica da unidade Ortognáisse Cabaceiras, e faixas do Complexo Serra do Jabitacá, Complexo Sumé e do Complexo Sertânia, e uma pequena inclusão de área sedimentar compondo o Grupo Barreiras.

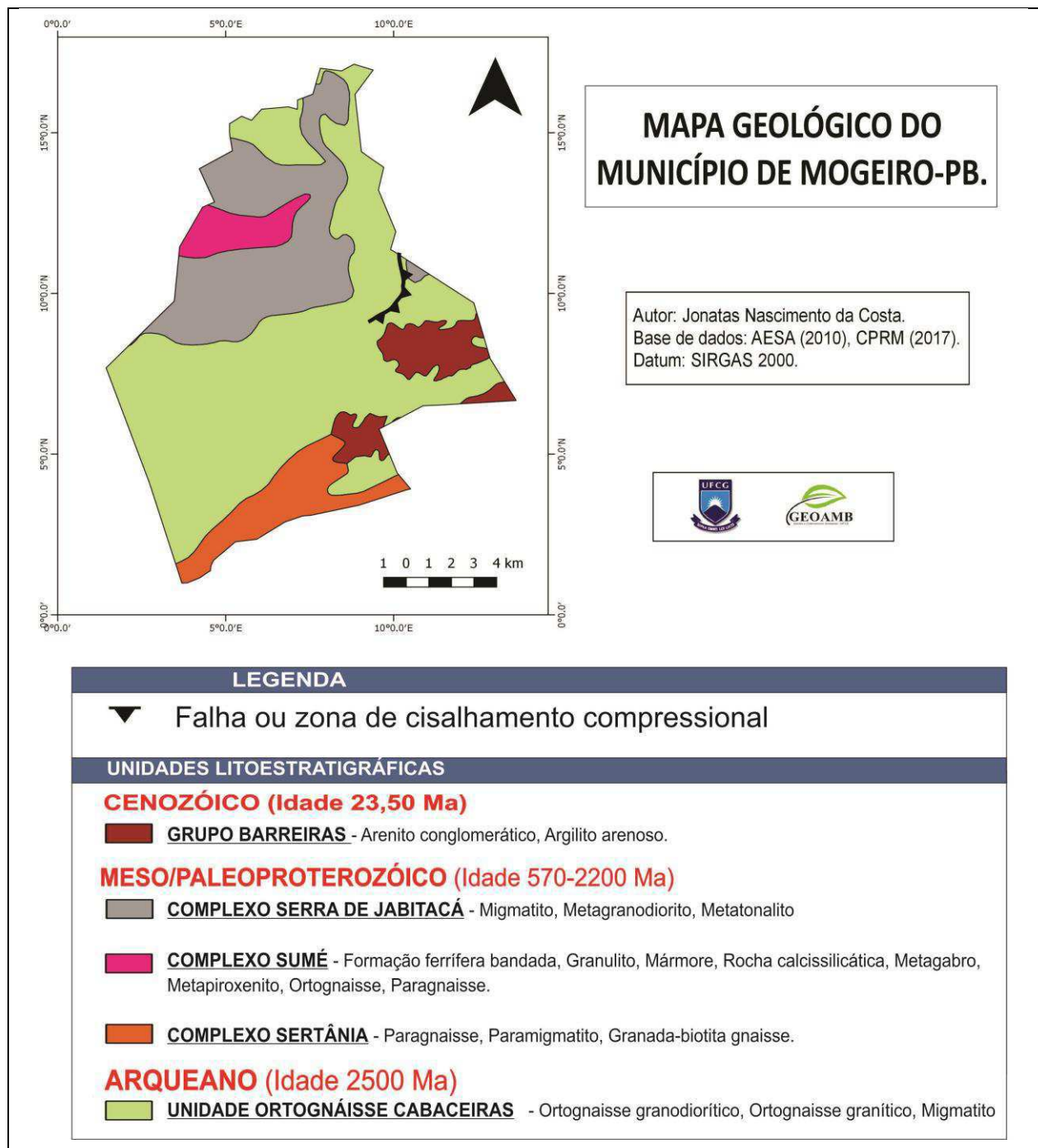


Figura 9 – Mapa geológico de Mogeiro – PB. Organizado por Autor, 2017.

3.2. – Geomorfologia

O município possui dois grandes compartimentos geomorfológicos; o primeiro, se dá em razão do domínio estrutural da Província Borborema com superfícies de cotas gerais acima de 200m, e apresenta inúmeros desníveis topográficos (MAIA & BEZERRA, 2014); o segundo compartimento está associado à dissecação e pediplanação, regionalmente denominado de depressão pré-litorânea ou sub-litorânea, condicionada geometricamente por denudações circulares em diferentes níveis (degraus) de dissecação e bastante drenado por rios. A compartimentação da depressão pré-litorânea é uma sucessão de degradação erosiva do planalto da Borborema, antecedendo encostas e relevos residuais (TAVARES, 2010). As variações geomorfológicas apresentadas são esquematizadas na figura 10, demonstrando, assim, processos na evolução do relevo que são atuantes na área pesquisa.

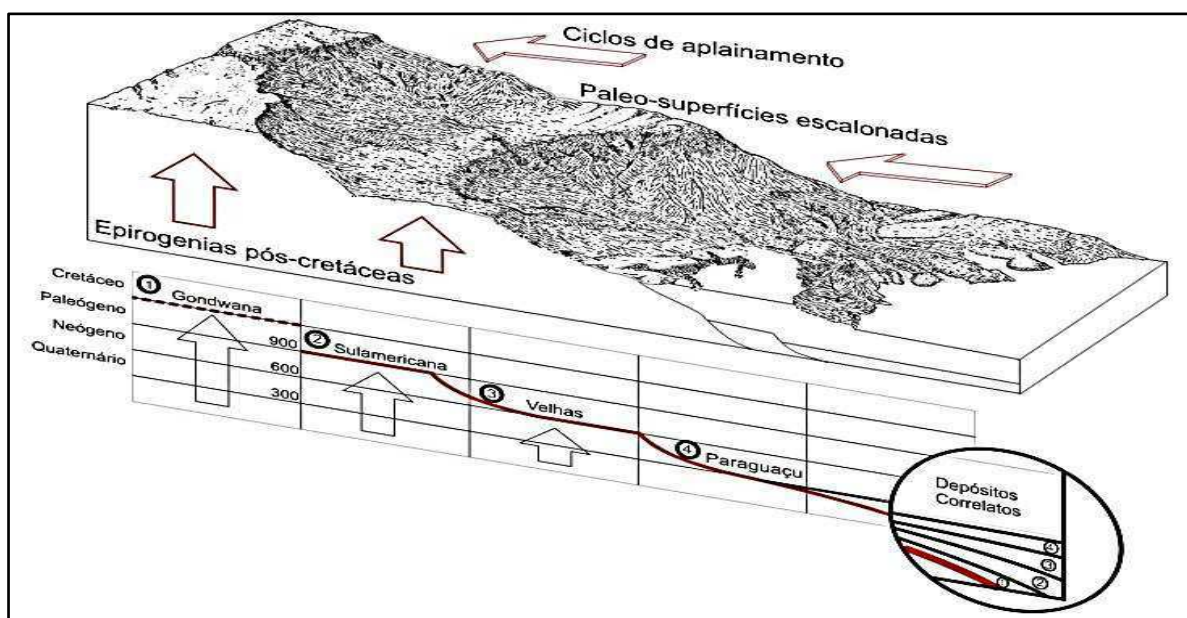


Figura 10- Esquema clássico de evolução do relevo. Fonte: Maia & Bezerra (2014).

O município pode ser dividido nas seguintes formas do relevo: A) Colinas dissecadas e morros baixos tendo normalmente formas de topo tabular, perfazendo a depressão sub-litorânea, no setor sudeste (SE); B) Tabuleiros dissecados pertencentes à Formação Sedimentar Barreiras; C) Morros e serras baixas no setor nordeste (NE) configurando-se um ínfimo compartimento, estas três tipologias morfológicas compreendem a depressão sub-litorânea; D) Relevo montanhoso no setor noroeste (NO) o município conserva um relevo de com formas de topo convexas, aguçadas e tabular erosiva em direção leste, sendo este parte do rebordo do Planalto da Borborema, (figura 11).

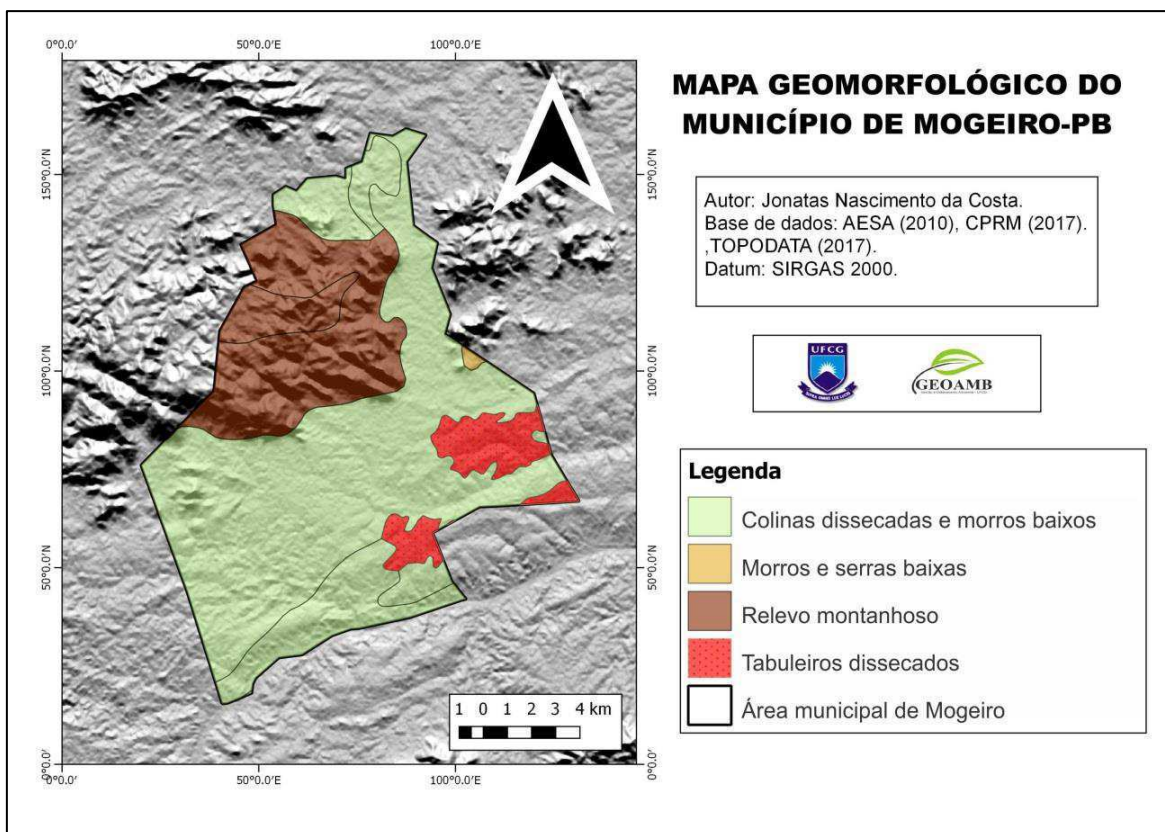


Figura 11– Mapeamento geomorfológico simplificado do município de Mogeiro. Autor (2017).

No aspecto morfométrico o município possui altitudes que variam entre 200m a 550m, predominando em maior extensão baixas altitudes de domínio da depressão pré-litorânea e em menor predominância os altos acima de 300m atinentes do planalto da Borborema. Os perfis longitudinais do relevo mostram uma nítida diferença da quebra de relevo, conotando as formas de dissecação e aplainamento do material (Figura 12).

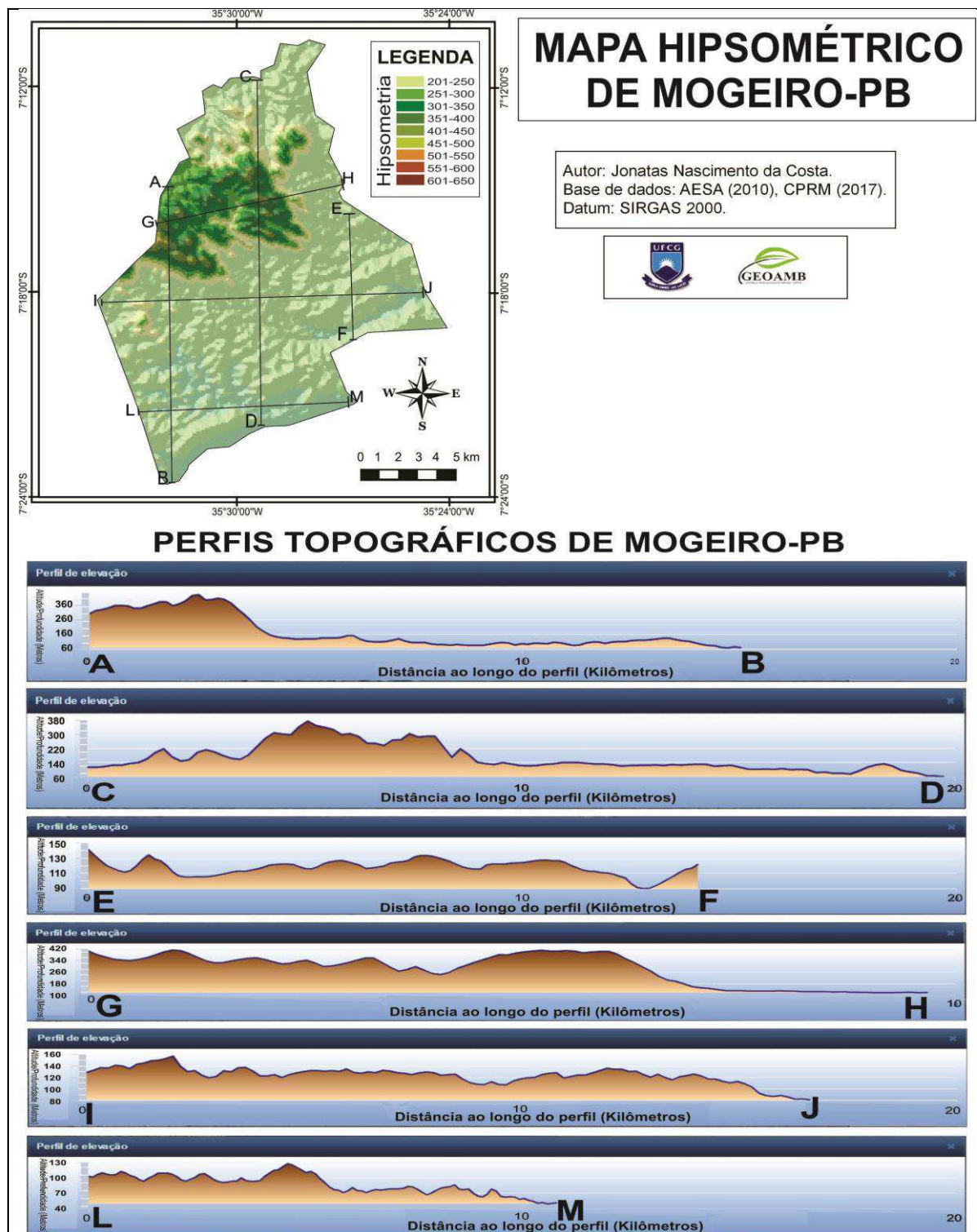


Figura 12– Mapeamento hipsométrico e perfis topográficos de Mogeiro-PB. Autor (2017).

Ao se analisar os perfis topográficos delineados estrategicamente no território de Mogeiro (Figura 13), percebe-se uma clara relação dos processos de dissecação, erosão e aplainamento nas formas. Destacamos dois perfis, o perfil G-H, que apresenta morfologia estrutural da borda oriental do planalto da Borborema no trecho municipal, sendo este, um

ressalto do relevo ($\pm 340\text{m}$) e que no seu fim, em direção NE do perfil G-H, o mesmo delinea-se em forma de rampa convergindo para a área rebaixada ($<180\text{m}$), outro perfil, C-D, apresenta formas serranas com cristas aguçadas e relevante inclinação das vertentes, como também, a altura média das cristas acima de 300m e reduzindo progressivamente nas direções norte e sul que já estão mais aplanadas, chegando a cotas abaixo de 200m .

3.3 – Clima

O município possui uma precipitação média anual de aproximadamente 700 mm (AESAs, 2017), possui um clima do tipo As' (tropical quente e úmido com chuvas de outono-inverno) segundo a classificação de Köppen (FRANCISCO *et al.*, 2015).

Mogeiro detêm quadrimestre chuvoso de abril a julho, desencadeado principalmente pelos processos meteorológicos de brisas e ondas de leste (MACEDO *et al.*, 2010), isso corroborado pela disposição geográfica do município próximo a leste do estado, recebendo assim uma influência do Oceano Atlântico (Figura 13).

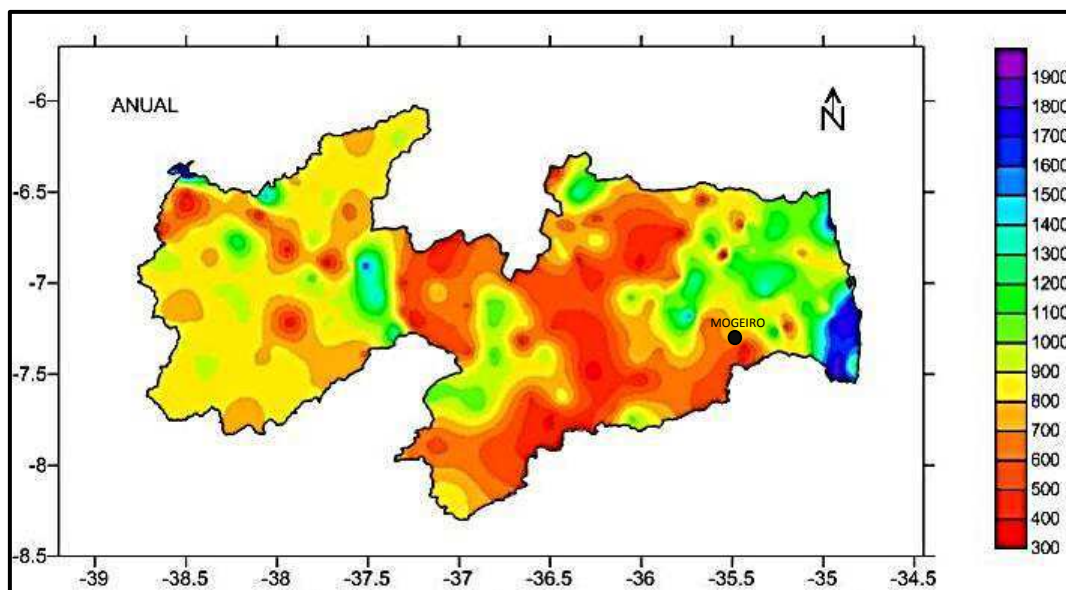


Figura 13 – Pluviosidade anual média dos 52 a 102 anos de observação (mm), com plotação do município pesquisado. Adaptado de Francisco *et al.* (2015).

3.4 – Solos

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) define que a área municipal possui os seguintes solos (EMBRAPA, 2017): Luvisolos Crômicos, este havendo maior predomínio no território de Mogeiro, em seguida, os Neossolos Litólicos,

na qual, em sua maioria comportando-se pouco desenvolvido, ou até mesmo, com exposição de afloramentos rochosos. E nas vertentes de significativo ângulo de declividade, ocorrem rampas escalonadas e íngremes com coberturas coluvionares e ou pedimentos em diferentes granulometrias; já nas áreas planas com a presença de sistemas fluviais, verifica-se, Neossolos Flúvicos. No setor SE o município contém Argissolos Amarelos e trecho de Neossolos Regolíticos Eutróficos. Figura 14.

Ressalta-se que as bases bibliográficas e cartográficas de solos tem uma nomenclatura que foi substituída pelo vigente Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (2006).

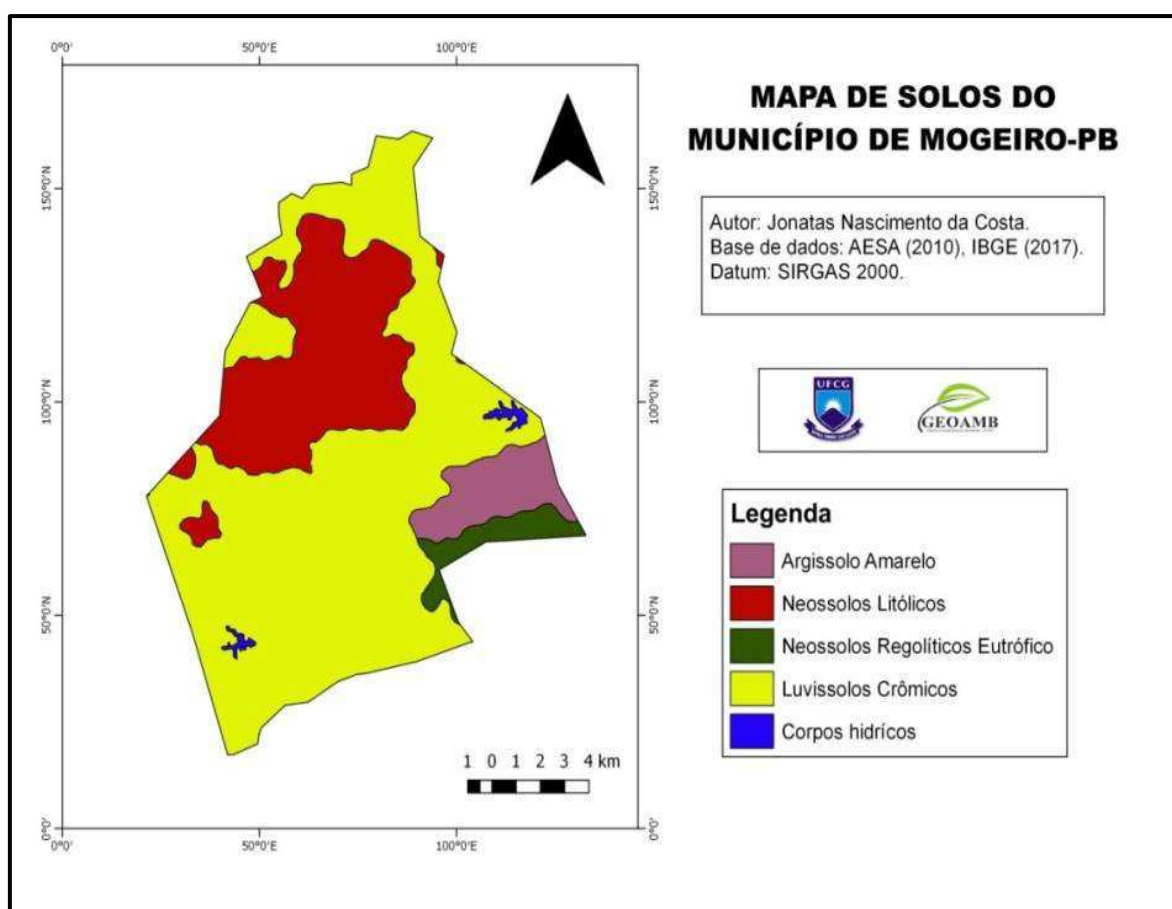


Figura 14 – Mapa de solos de Mogeiro – PB. . Organizado: Autor (2018).

3.5 – Hidrografia

O território municipal de Mogeiro está contido no baixo curso da bacia hidrográfica do rio Paraíba, com direções de fluxos geralmente sentido oeste para leste, com feição de drenagem tipo dendrítica. Os principais afluentes do rio Paraíba no trecho são os sistemas

fluviais: Gurinhém, Verde ou Aripeba, Ingá, Curimataú e Mogeiro. E outros corpos d' água que não tem disponibilização de dados vetoriais tipo *shapfile* pelos órgãos públicos, havendo, portanto, a exclusão destes no mapa desse subitem. São eles: da Mata, Primavera, Mendonça e Mulungu. (CPRM, 2005). Figura 15.

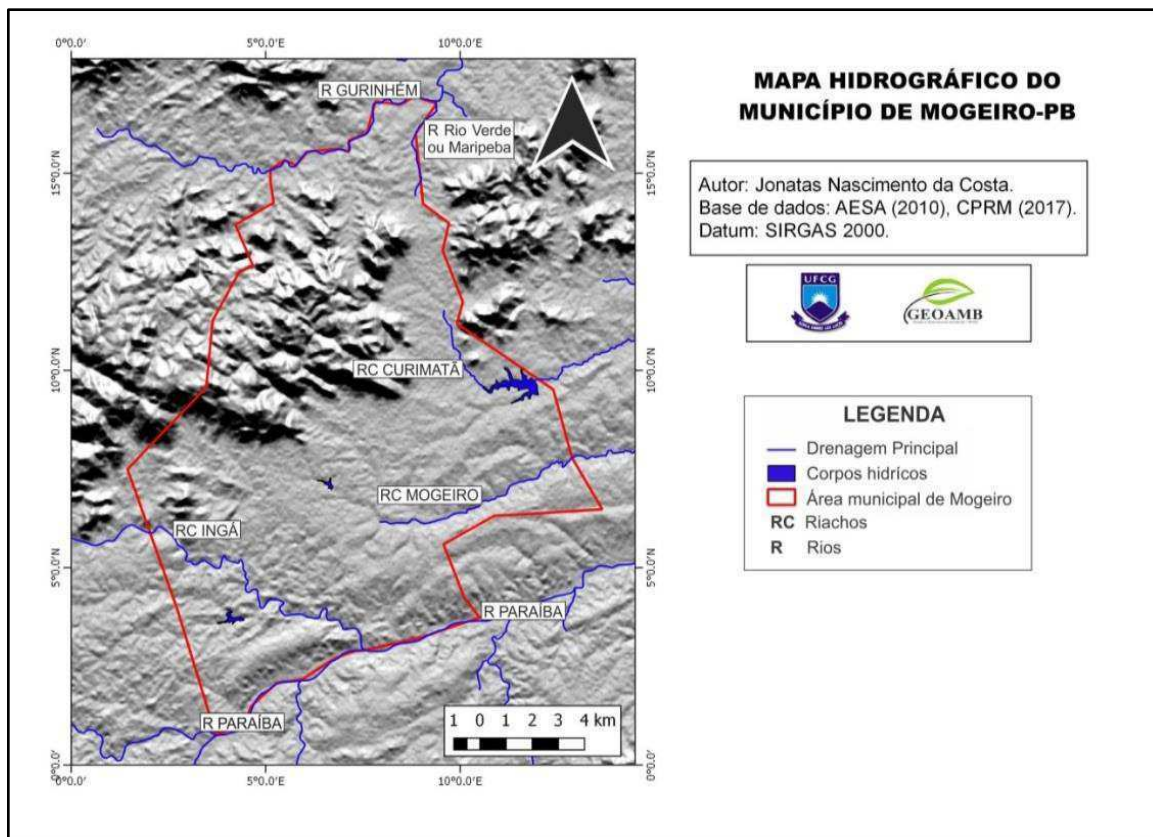


Figura 15 – Mapa hidrográfico de Mogeiro – PB. Organizado: Autor (2018).

3.6 – Vegetação

Em grande extensão o município apresenta antropismo, principalmente, pela retirada da vegetação nativa para culturas agrícolas; isso se dá em razão da relevante área de drenagem fluvial, sendo assim, propício para a agricultura. Nas áreas de serras e de vertentes íngremes existem transições entre caatinga arbustivo-árboreo e em áreas de maior conservação trechos de mata estacional semidecidual (AESA, 2010; RADAMBRASIL; 1987). (Figura 16).

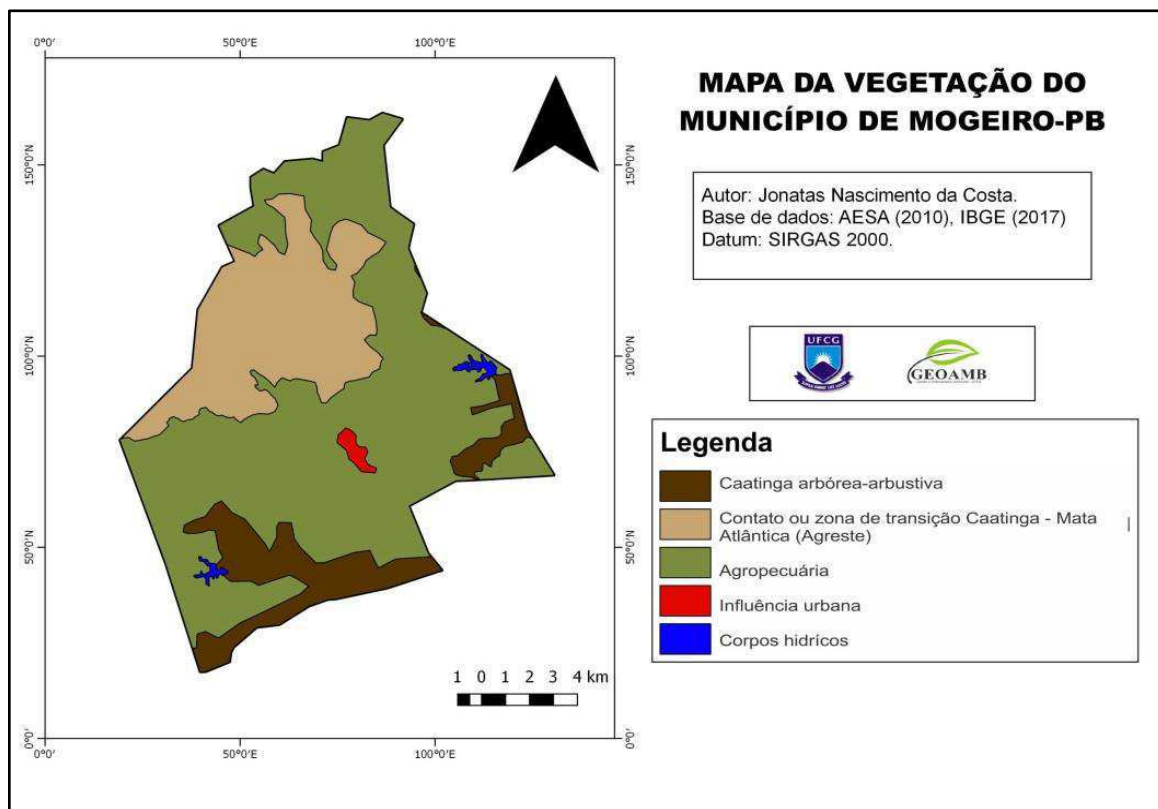


Figura 16 – Mapa da vegetação de Mogeiro – PB. Organizado por Autor (2018).

Devido à área estar na Mesorregião do Agreste com proximidade da Zona da Mata, existe dois condicionantes a serem ressaltados, inicialmente, a presença de espécies lenhosas da caatinga e *Bromeliaceas* em áreas altas mais úmidas pela disposição próxima da costa, recebendo assim mais umidade, e outra característica é a presença de *Cactaceas*, plantas normalmente decíduas e espinhosas, que predominam em toda a área semiárida brasileira, pela localização mais a oeste do litoral, isto é, mais distante de receber massas úmidas (LEAL *et al.* 2003). Figura 17.

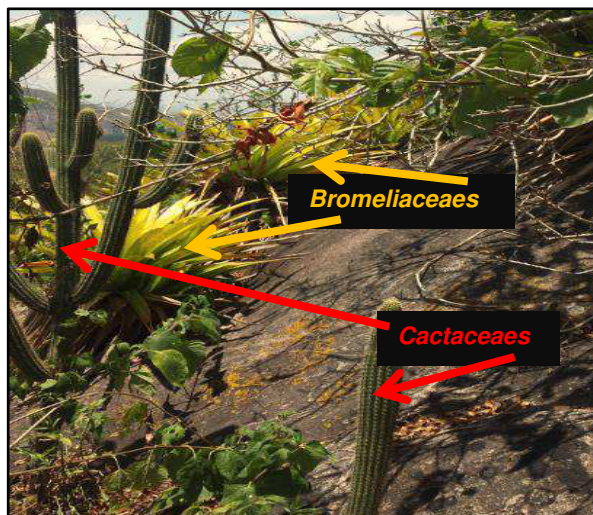


Figura 17 – Vegetação no topo da Serra do Cajueiro. Fotografia: Autor (2017).

No âmbito da climatologia do semiárido e a influencia dos elementos geográficos (Latitude, relevo, continentalidade e oceanalidade, e a vegetação), segundo Almeida (2016), Mendonça (2007), ressaltamos, que a vegetação serve como um moderador térmico e de umidade para a área, a depender da densidade e preservação de tal vegetação, essa cobertura favorece também como atenuador da radiação solar direta, formação de camada de matéria orgânica em decomposição (serrapilheira), amortecendo o impacto das chuvas e atrasando o tempo de aquecimento do ar.

CAPÍTULO 4 – SISTEMA MORFOGENÉTICO DO SEMIÁRIDO.

4.1 – PRINCÍPIOS FÍSICOS, PROCESSOS E TERMOCLASTIA.

Os processos que ocorrem na superfície terrestre interagem uns com os outros, interconectados e complexos, a exemplo das chuvas regulares, que são fenômenos (físicos e químicos) atmosféricos que agem em conjunto, oceanos e a superfície terrestre, provocando uma série de outros resultados, aumento dos fluxos nos rios, crescimento da vegetação, alimentação de lençóis subterrâneos e outros, provando assim, que um fenômeno não deve ser analisado isoladamente, e sim em todo um amplo contexto. Os fenômenos naturais em conjunto são objeto de estudo da Geografia Física, sob o olhar da Teoria Geral dos Sistemas de Bertalanffy (Amorim, 2012) e a Teoria de Geossistemas (TRICART, 1977), em que, os elementos da natureza tratados como sub-sistemas ou partes possuem relações, força e energia sobre os demais, interferindo num todo.

Um dos importantes sistemas naturais, é o sistema morfogênético, compreendido como mecanismos de esculturação e ou retrabalhamento da superfície terrestre, que sofre interferências diversas por processos exógenos, isto é, atmosféricos em uma escala temporal, sendo o clima o principal condicionador para transformação do relevo (Christofolletti,1980). Dada à diversidade de aspectos geográficos da Terra, há, portanto, inúmeras diferenças de relevos, paisagens e climas, daí a objetivação na Geomorfologia Climática.

Uma importante região a nível global é a de clima semiárido, presente em parte dos cinco continentes, no Brasil a área do semiárido é toda aquela que possua precipitação pluviométrica média anual igual ou inferior a 800 mm; ou baseados em outros critérios técnicos foi estabelecido no ano de 2017 uma nova delimitação, com 1.262 municípios, figura 18.

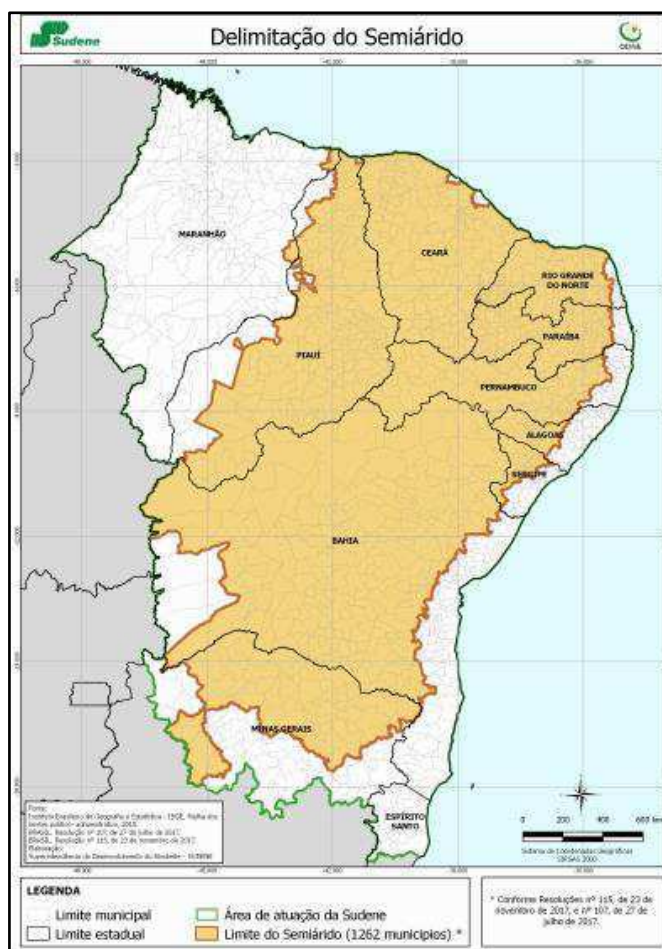


Figura 18–Delimitação do Semiárido Brasileiro. Fonte: BRASIL (2017).

Em razão de estações mal definidas, chuvas em quantidades reduzidas (<800 mm/ano) e a sua má distribuição espacial (heterogeneidade da superfície e pontuais inibidores de chuvas regulares), as paisagens do clima tropical semiárido possuem peculiaridades dos seus sistemas naturais, que foram elencadas no sistema semiárido proposto por Demangeot (1992) *apud* Araújo (1996) e modificado neste trabalho.(Figura 19).

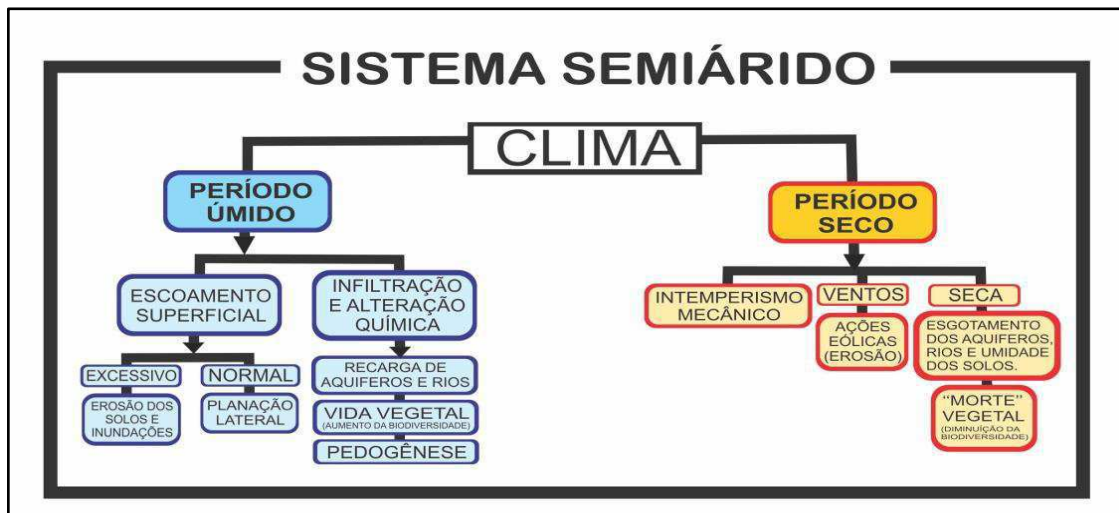


Figura 19 – Sistema Semiárido. Fonte: Modificado de Demangeot (1992) *apud* Araújo (1996).

Baseado nestas principais partes (subsistemas) na figura acima, os mais relevantes do Sistema Semiárido serão abordados detalhadamente, pautados no objetivo deste trabalho.

4.1 - Dos aspectos gerais: climáticos, meteorológicos e físicos do Semiárido.

4.1.1 - Clima semiárido e Climatologia do Semiárido.

O Clima é considerado como uma situação mediana das variáveis estatísticas do tempo (temperatura média, quantidade de chuvas, ventos e outros) em uma área específica, levando em consideração um espaço temporal significativo de no mínimo 30 anos (CPTEC; 2017). Seguindo a lógica dos Sistemas Naturais, desde o século XX tem se proposto e defendido o Sistema Climático Global, composto em subsistemas maiores, são eles: Atmosfera– dinâmica, oscilante e diversa em compostos (gases); Oceanos – grande massa d’água armazenadora de radiação solar (calor), com diferentes temperaturas, e importante regulador global; Neve e Gelo – com alto teor de refletância da radiação solar; Superfície Terrestre – combinada com a litosfera (camada sólida) e a biosfera, conjunto de elementos biológicos, seres, organismos vivos (BARRY & CHORLEY; 2013).

Genericamente, o clima semiárido é todo aquele que possua baixa pluviometria, baixa Umidade Relativa do Ar (URA), índice de aridez (0,21-0,60) e precipitações anuais em média de 300mm a 800mm, índices de evapotranspiração potencial (EPT) superior aos de precipitação anual (EPT de \pm 3.000 mm/ano), (TROLEIS, 2011). Mas dada as características e diversidades Geoambientais da região Semiárida Brasileira, destaca-se os

seguintes tipos climáticos de *Köppen* que podem ser vinculados a atual delimitação do semiárido.

4.1.2 – Condições Atmosféricas do Semiárido Brasileiro

A ciência meteorológica tem como objetivo, o estudo físico atmosférico (MENDONÇA 2007.), com foco no tempo, definido como “conjunto de condições atmosféricas e fenômenos meteorológicos que afetam a biosfera e a superfície terrestre em um dado momento e local. Temperatura, chuva, vento, umidade, nevoeiro, nebulosidade, etc., formam o conjunto de parâmetros do tempo” (CPTEC, 2017).

No semiárido e na área de estudo, os principais mecanismos de precipitações regulares, são: **Zona de Convergência Intertropical (ZCIT)** dada pela influência dos ventos alísios NE e SE que ajustados propiciam linhas de nebulosidades em grandes áreas do NEB, em seguida, o mecanismo meteorológico dos **Complexos Convectivos de Mesoescala**, e por ultimo **influencias orográficas** e **menores células convectivas** (MOLION *et.al.*, 2000).

4.1.3 - Dados Climatológicos (Paraíba e área de estudo)

Nesta etapa foram utilizados a base de dados das Normais Climatológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), registrados pelas estações meteorológicas de superfície do INMET, nos períodos de 1961 a 1990, das 411 a nível Brasil, escolhemos 3 estações levando em consideração a proximidade do local de estudo, como também, semelhança de altitude e continentalidade (Figura 20). Esse método de análise climatológico foi empregado pela necessidade de se ter os dados da área, mas que, estes, inexistem pela falta de estação meteorológica no município de Mogeiro-PB.



Figura 20 – Localização da área de estudo e disposição das Estações Meteorológicas INMET

Para tanto, buscou-se os dados de: Campina Grande (PB) com 47km de distância da área de pesquisa, Umbuzeiro (PB) com 53km e Surubim (PE) com 73km. Aliado a estes registros reais, foi relacionado com os dados estimados de temperatura de superfície gerados pelo Software *Estima_T*®, Quadro 4. Nota-se claramente nos dados supracitados, que os índices de temperatura máxima ultrapassam a casa de 25°C. Estes valores são atrelados a uma amplitude térmica significativa, em torno de 9° C entre as mínimas e máximas; as temperaturas são condicionadas pela alta entrada de energia solar, quantificada na tabela de normais climatológicas, como Insolação (horas), e devido esta alta radiação, a evaporação (mm/ano) excede a quantidade de precipitação (mm/ano), provocando déficit hídrico peculiar do clima semiárido.

QUADRO 4 – Dados extraídos das Normais Climatológicas

MUNICÍPIO/UF	LAT	LON	ALT (m)	TM (C°)	T MAX	T MIN	TMA	TMinA	INS (horas)	ET (mm)	U R	P, (mm)
CAMPINA GRANDE PB	07°13'S	35°53'W	547,6	22,4	27,8	19,2	34,0	13,2	2419,7	1388,0	83,2	875,4
UMBUZEIRO - PB	07°42'S	35°40'W	499,2	X	X	X	X	X	X	X	82,8	1011,4
SURUBIM PE	07°50'S	35°43'W	418,3	23,6	29,3	19,7	36,4	12,4	2536,3	1694,4	75,4	726,2
MOGEIRO PB												

CONSIDERAÇÕES: X Significa que os dados inexistem, Insolação total em horas/ano, Precipitação acumulada em mm/ano, Umidade Relativa do Ar Média Compensada (%).
LAT (Latitude), **LON** (Longitude), **ALT** (Altitude), **TM** (Temperatura Média), **T MAX** (Temperatura Máxima), **T MIN** (Temperatura Mínima), **TMA** (Temperatura Máxima Absoluta), **TMinA** (Temperatura Mínima Absoluta), **INS** (Insolação), **ET** (Evaporação Total), **UR** (Umidade Relativa), **P** (Precipitação).

Adaptado de: Normais Climatológicas INMET (1961 a 1990) e *Estima_T*®.

A insolação em horas-média por ano é distribuída de forma desigual na superfície, para tanto, o território do estado da Paraíba, recebe heterogeneamente esses índices (Figura 21), o município de Mogeiro tem índices de insolação em níveis medianos se compararmos com o restante do estado, o município está na faixa de 7.0 a 7.7 horas média diária- ano.

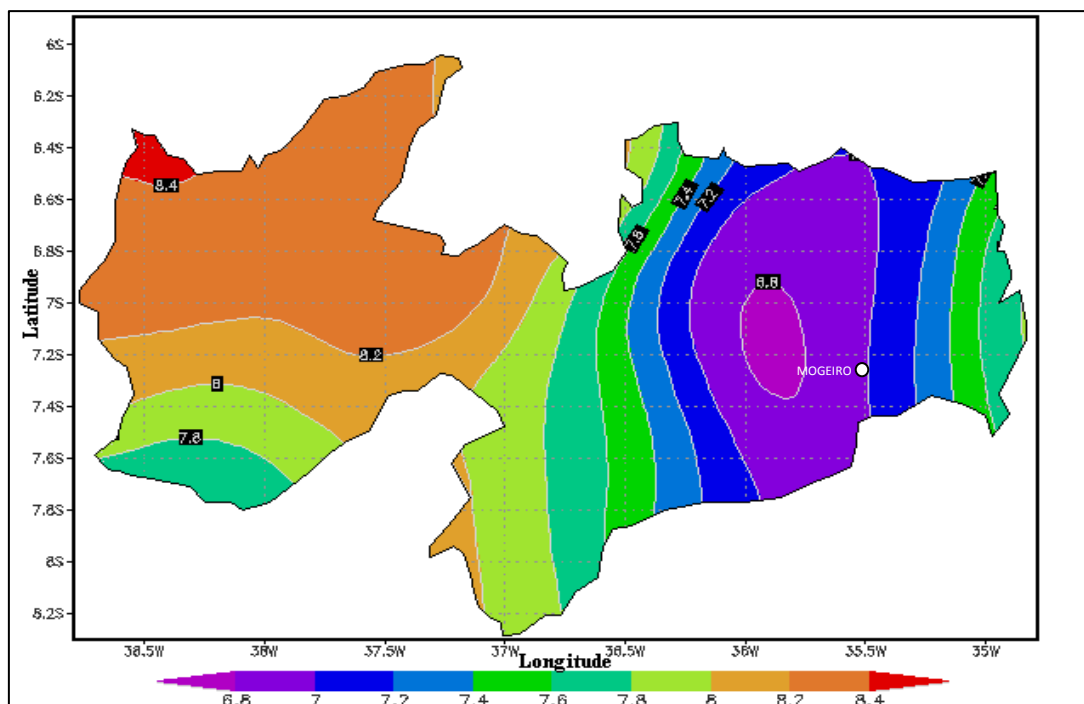


Figura 21 – Insolação Global (Horas) Média Anual da Paraíba, período de 1974-1998, com plotação do município estudado.

Adaptado de: <http://www.dca.ufcg.edu.br/clima/mapas/igano.gif>. Acessado: 12 de out. de 2017.

Da relação: Sistema Superfície-Atmosfera (SSA) seus aspectos físicos para a Morfogênese Semiárida.

O sol, maior provedor energético para a Terra, através de sua radiação emitida ao espaço, que também, pode ser chamada de energia radiante, conceituada como “à energia que se propaga sem necessidade de presença de um meio material. O termo radiação é igualmente aplicado para designar o próprio processo de transferência desse tipo de energia.”(SILVA; 2006; p. 165).

Um elemento muito importante para a física e para todo o sistema Terra, é que mesmo sem haver o contato direto (meio material) com a superfície solar, existe a entrada de energia e conseqüentemente o aquecimento regular e diário do planeta, o processo de emissão do sol se dá em forma de ondas eletromagnéticas curtas e longas, parte delas é refletida novamente ao espaço, e grande parte destas ondas é absorvida pelo planeta, que por sua vez, tem variados índices de absorção, a exemplo dos oceanos que se aquecem mais lento do que os continentes, essas diferentes taxas de resposta á radiação absorvida, é o motor para controle de climas, pressão atmosférica, correntes oceânicas, ventos, processos biológicos e outras dinâmicas.

Na interação Sistema Superfície-Atmosfera (SSA) a energia visível refletida é interceptada por diferentes fatores físicos da superfície, modalizando em razão das cores e dos materiais, esse índice de refletividade é chamado de albedo (ALMEIDA; 2016), que geralmente é quantificado em porcentagem. Os corpos de cores claras têm maior refletividade e alto valor de albedo, já corpos escuros, possuem maior absorção de energia e baixo valor de albedo.

Quadro 2– Algumas superfícies e respectivos albedos

Tipos de superfície	ALBEDO (%)
Solo negro e seco	14
Solo negro e úmido	8
Areia	15-25
Dunas de areia	30-60
Florestas	3-10
Savana	16-18
Neve recém caída	80
Asfalto	5-10

Adaptado: MENDONÇA 2007.

Nesse sentido, o semiárido, possui algumas considerações do SSA e índices de albedo, como a presença de áreas desmatadas, afloramentos rochosos, vegetação de caatinga (geralmente em cor clara, amarelada, acinzentada), dentre outros, todos eles recebem altas taxas de radiação solar, e apresentando taxas variadas de reflexão e absorção energética, condicionados pela cor e tipo material.

Um modelo deste princípio da Física, foco para este trabalho, é o comportamento térmico e físico nas rochas do semiárido, onde em rochas graníticas de coloração tipo leucocrática, tendo essa característica mineralógica o seu comportamento térmico é de maior reflectância, já rochas de mineralogia mais máfica (minerais escuros e opacos), com coloração tipo melanocrática o comportamento térmico é de maior absorção de energia calorífica, as variações comportamentais no âmbito térmico e físico dos materiais naturais no semiárido, com ênfase nas rochas, influenciam a dinâmica peculiar das paisagens semiáridas.

4.2 – Processos e o Sistema Morfogenético Semiárido

Como vimos, o Clima é o principal reformulador do relevo pré-existente, os processos morfogenéticos se aplicam de acordo com cada área de classificação climática, no escopo teórico da Geomorfologia Climática essas áreas são denominadas de regiões

morfogenéticas (CHRISTOFOLETTI, 1980), seus sistemas são únicos e devem ser analisados em diferentes escalas de grandeza e de períodos.

Christofoletti (1980) propôs que a morfogênese é categorizada em quatro processos isolados, cabendo salientar, que os processos se unem num contexto maior, geral, que cria paisagens e formula fenômenos; os processos isolados são os seguintes: **1-Meteorização ou Intemperismo**-dos tipos físico, químico e biológico; **2- Movimentos do Regolito** ou movimentos gravitacionais de massa; **3- Processo morfogenético pluvial**, ou erosão pluvial; e **4- Ação biológica** ou intemperismo biológico.

4.2.1 – Processos morfogenéticos de Intemperismos no Semiárido

A evolução das paisagens e vertentes semiáridas é condicionada pelo déficit hídrico (> evapotranspiração e <pluviosidade) e fatores auxiliares, a exemplo do tipo de vegetação, composição geológica e outros. Nesse contexto, o desenvolvimento da morfologia típica para estas regiões ‘secas’ inicia com os mecanismos do intemperismo, este sendo, um dos três importantes processos exógenos da morfogênese (intemperismos, erosão ou denudação e acumulação). Florenzano (2008), e apresentados graficamente na figura 22.



	<p style="text-align: center;">INTEMPERISMO FÍSICO</p> <p>Rochas meteorizadas na área estudada. Foto: Autor (2017)</p>
	<p style="text-align: center;">EROSÃO OU DENUDAÇÃO</p> <p>Solo erodido por ação combinada da chuva e antropismo (queimada) na área estudada. Foto: Autor (2017)</p>



Figura 22 - Processos exógenos da morfogênese proposta por Florenzano (2008) e aplicado ao contexto da paisagem estudada, Serra do Cajueiro.

4.2.1.1 Intemperismos com foco no Sistema Semiárido

O intemperismo é todo o conjunto de alterações provocadas naturalmente nas rochas na superfície, essas transformações são condicionadas pelo tipo de rocha, fator tempo e exposição e o tipo de ambiente (FLORENZANO, 2008), O intemperismo é o deflagrador para o desenvolvimento do solo, um material secundário das rochas intemperizadas, associada a materiais orgânicos e minerais, esse processo sistêmico é denominado de pedogênese (criação do solo), segundo Popp (2012).

O intemperismo é dividido em três tipos segundo o seu agente de alteração na rocha, são eles: **Físico** ou de meteorização, **Químico** ou **Biológico**; cada um destes, serão abordados e detalhadamente analisados a partir de sua influencia para o Semiárido, sob o foco do intemperismo físico como o principal destes no semiárido (LEINZ & AMARAL, 1975; RIBEIRO *et. al*, 2010; XAVIER *et. al*, 2016), acentuamos que, os tipos de intemperismos podem agir isoladamente ou em conjunto.

1) Intemperismo físico



O intemperismo físico é responsável por fragmentar ou reduzir a massa de rocha, em diferentes partes (tamanhos), a desagregação é regida por variação da temperatura ou por impacto, isto é, ação mecânica. Segundo Christofolletti (1980) o intemperismo físico é subdividido em cinco atores ligados ao clima e suas regiões, porém, grifamos a *termoclastia* em regiões áridas e semiárida..

A palavra Termoclastia [Do grego *klastós*, significa 'quebrar' ou 'romper'; e também do grego, *therme*, significa calor, segundo o dicionário Aulete], portanto, refere

etimologicamente à quebra da rocha impelida pela temperatura. A Termoclastia é o principal fenômeno gerador do intemperismo físico no semiárido, devido à alta temperatura de dia, ocasionando dilatação na massa, e a queda vertiginosa da temperatura a noite, promovendo a contração na massa rochosa, a climatologia e meteorologia define tal variação entre a máxima e mínima temperatura como amplitude térmica diária, a amplitude da área proximal analisada varia em média de 27° durante o dia e de 19° durante a noite, Quadro 1. Dada a variação térmica diária ao longo do passado geológico nos corpos rochosos, os materiais minerais vão se comportar de forma variada e desestabilizando suas ligações internas, seguindo as leis físicas da Termodinâmica.

Os autores Leinz & Amaral (1975) propõe um dado quantitativo que mostra a relação térmica e o comportamento diferenciado de dilatação para alguns minerais e rochas comuns na natureza, na qual selecionamos os mais predominantes na área estudada, o quartzo incluso nas rochas por meio de minerais diminutos ou veios e rochas graníticas, esta tabela refere-se ao índice de dilatação tipo linear, que equivale ao aumento em comprimento gerado pela ampliação da temperatura a 1°C, quadro 3,

QUADRO 3 – Comportamento físico de alguns materiais geológicos da área, Dilatação em micrometros (μm) por grau 1°C.

MATERIAIS	MEDIDA DE DILATAÇÃO	MATERIAIS NA ÁREA
Quartzo	Paralelamente ao eixo ótico. 8 micro/metro (μm); perpendicularmente ao eixo ótico. 14 μm . Conforme a direção cristalográfica	
Granitos	6 a 22 μm .	
	Obs: 1 micrometro (μm) equivale a milésima parte do milímetro (mm)	

Adaptado: Leinz & Amaral (1975); Imagens: Autor (2017).

Com a instabilização física destas massas, ocasionadas pela amplitude térmica semiárida, numa significativa escala de tempo geológico, escala esta, ainda não precisa pela ciência, as quebras/rompimentos das rochas obedecem algumas influências.

As rochas fragmentam-se direcionadas a suas isotermas (linhas de igual aquecimento), estas linhas são regidas pelas propriedades químicas (elementos, átomos e

suas ligações) e físicas dos minerais (peso, clivagem, fratura, cor, dureza, e outros) (LEINZ & AMARAL; 1975), e mais recentemente em uma publicação de Maia (2017) foi caracterizado alguns elementos que controlam o intemperismo semiárido e processos erosivos, definidos em: Macroescala - Grandes lineamentos estruturais e ou zonas de deformação; Mesoescala - Diferentes foliações, texturas, fraturas, diferentes litologias; Microescala - Variações faciológicas em uma pequena área ou maciço, enclaves e veios, fraturas, diaclases e outros. Na qual essas características na área estudada foram organizadas no capítulo 5 deste trabalho.

A termoclastia semiárida teoricamente pode ser discorrida nessa nomenclatura, ou por **esfoliação esferoidal**, por apresentar uma quebra da rocha em formatos concêntricos laminados, semelhante a uma cebola sendo ‘descascada’/descamada, este desgaste pode ser evidenciado em formatos de lascas mais retilíneas (seguindo planos pré-existentes como intrusões minerais, figura 23A) ou arredondadas em rochas de litologia homogênea (figura 23B), as variações analisadas foram na área de estudo, a Serra do Cajueiro (Mogero-PB).

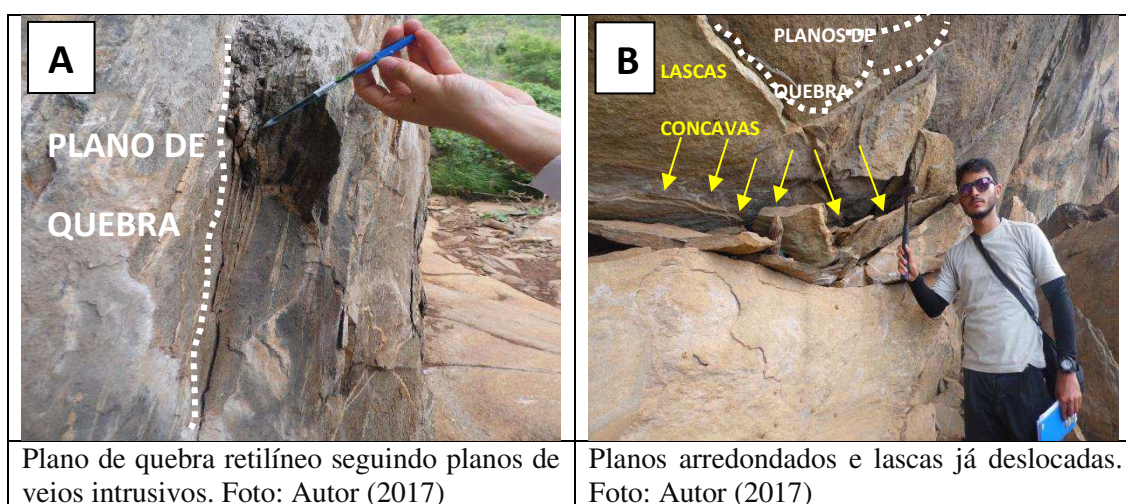


Figura 23 –Variações geométricas e gerais no intemperismo físico semiárido da área estudada.

2) Intemperismo Químico no Sistema Semiárido

Este intemperismo é desencadeado pela presença dependente da água (H₂O) e de dióxido de carbono (CO₂) em dissolução aquosa, o carbono pode vir através dos ácidos orgânicos produzidos por vegetais (POPP, 2012), após essa relação de elementos (H₂O+CO₂+Ácidos orgânicos+ Rochas), desencadeia reações e alterações ao longo de um período geológico ainda não preciso, nesse sentido a serra do Cajueiro possui estrato vegetal arbóreo – arbustivo seu topo, favorecendo que se acumule água na camada de serrapilheira, solo e fissuras das rochas, características propícias para o processo químico,

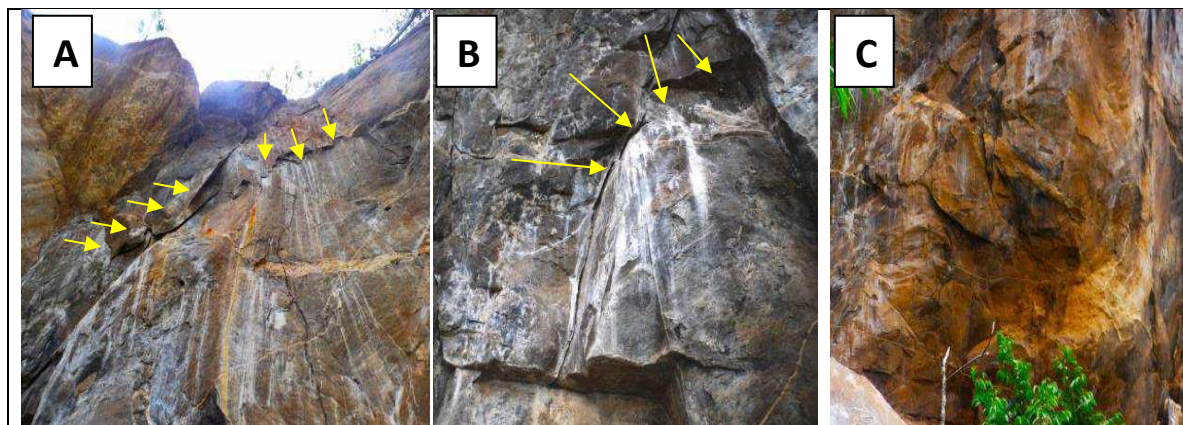


Figura 24 – Pontos de alteração química no maciço estrutural Serra do Cajueiro. Mogeiro-PB.
Foto: Autor (2017)

O intemperismo químico é mais presente em áreas de clima quente e úmido, pela participação quase que constante da água e gás carbônico advindo das precipitações, mas o intemperismo químico também sucede em áreas de clima semiárido, sendo que este é reduzido pela insuficiente alteração rochosa, pelas baixas quantidades de água e de vegetação, mas, as precipitações irregulares e gotículas do orvalho noturno favorecem minimamente o processo de intemperismo químico no semiárido (VASCONCELOS *et al*, 2007), e pela infiltração da água precipitada em deslocamento de fissuras e fraturas, caso evidente na figura 24A-B.

O intemperismo químico é regido por reações processuais de alteração ou transformação total, como a hidratação, hidrólise, oxidação e outros, mas ressalta-se que na área semiárida estudada, as reações de hidrólise parcial é notória, pela presença no solo de material micacéo alterado (argilominerais), e da oxidação como uma ação-reação dos minerais ferromagnesianos primários, na área, o maciço possui inclusões de minerais máficos e outros acessórios detentores de Fe (Ferro) em sua composição. Evidências do processo de oxidação na área de estudo, são as camadas finas de compostos férricos na qual recobrem o afloramento, advindo principalmente, da alteração química proveniente de juntas e fraturas (Figuras: 24A-B), denotando que o intemperismo físico corrobora bastante para a percolação aquosa e conseguinte reações químicas.

Quanto à velocidade de alteração dos minerais coincide com sua sequencia de cristalização, isto é, minerais de cristalização mais rápida tendem a se alterar mais rapidamente, esta relação é proposta pelas séries Bowen e de Goldich, exemplo dos Feldspatos que se cristalizam mais rápidos e se decompõe também mais rápido do que os Quartzos (Figura 25)

Estabilidade de alguns minerais comuns em comparação com as séries reaccionais de Bowen		
ESTABILIDADE DOS MINERAIS	VELOCIDADE DE ALTERAÇÃO	SERIES REACCIONAIS DE BOWEN
<p>Mais estável</p> <p>Óxidos de ferro (hematite)</p> <p>Hidróxidos de alumínio (gibbsite)</p> <p>Quartzo</p> <p>Minerais de argila</p> <p>Muscovite</p> <p>Feldspato potássico (ortoclase)</p> <p>Biotite</p> <p>Feldspato sódico (albite)</p> <p>Anfíbolos</p> <p>Piroxena</p> <p>Feldspato cálcico (anortite)</p> <p>Olivina</p> <p>Calcite</p> <p>Halite</p> <p>Menos estável</p>	<p>Mais lento</p> <p>↓</p> <p>Mais rápido</p>	<p>Último a cristalizar Último a meteorizar</p> <p>Quartzo</p> <p>Muscovite</p> <p>Ortoclase</p> <p>Biotite</p> <p>Anfíbola</p> <p>Minerais máficos¹</p> <p>Piroxena</p> <p>Olivina</p> <p>Albite</p> <p>Plagioclases²</p> <p>Anortite</p> <p>1 Série descontínua 2 Série contínua</p> <p>Primeiro a cristalizar Primeiro a meteorizar</p>

Figura 25- Série de Bowen e de Goldich, com destaque minerais presentes na área estudo. Adaptado: Internet (2017)

3) Intemperismo Biológico no Sistema Semiárido

Segundo Leinz & Amaral (1975) essa forma intempérica é iniciada por bactérias que irão decompor as rochas, continuada pelos fungos e líquens desmembrando ácidos orgânicos com gás carbônico e outros elementos químicos que serviram de alimento para microrganismos e evolução pedogenética (solos).

Nota-se que ao topo do maciço estrutural Serra do Cajueiro, existe uma vegetação de relevante preservação e riqueza biológica com espécies de caatinga arbórea e arbustiva (Figura 26A), assim como um tapete que recobre o solo, presença de camada de matéria orgânica em decomposição denominada de serrapilheira (Figura 26B), além de fungos e líquens nas superfícies rochosas (Figura 26C-D)

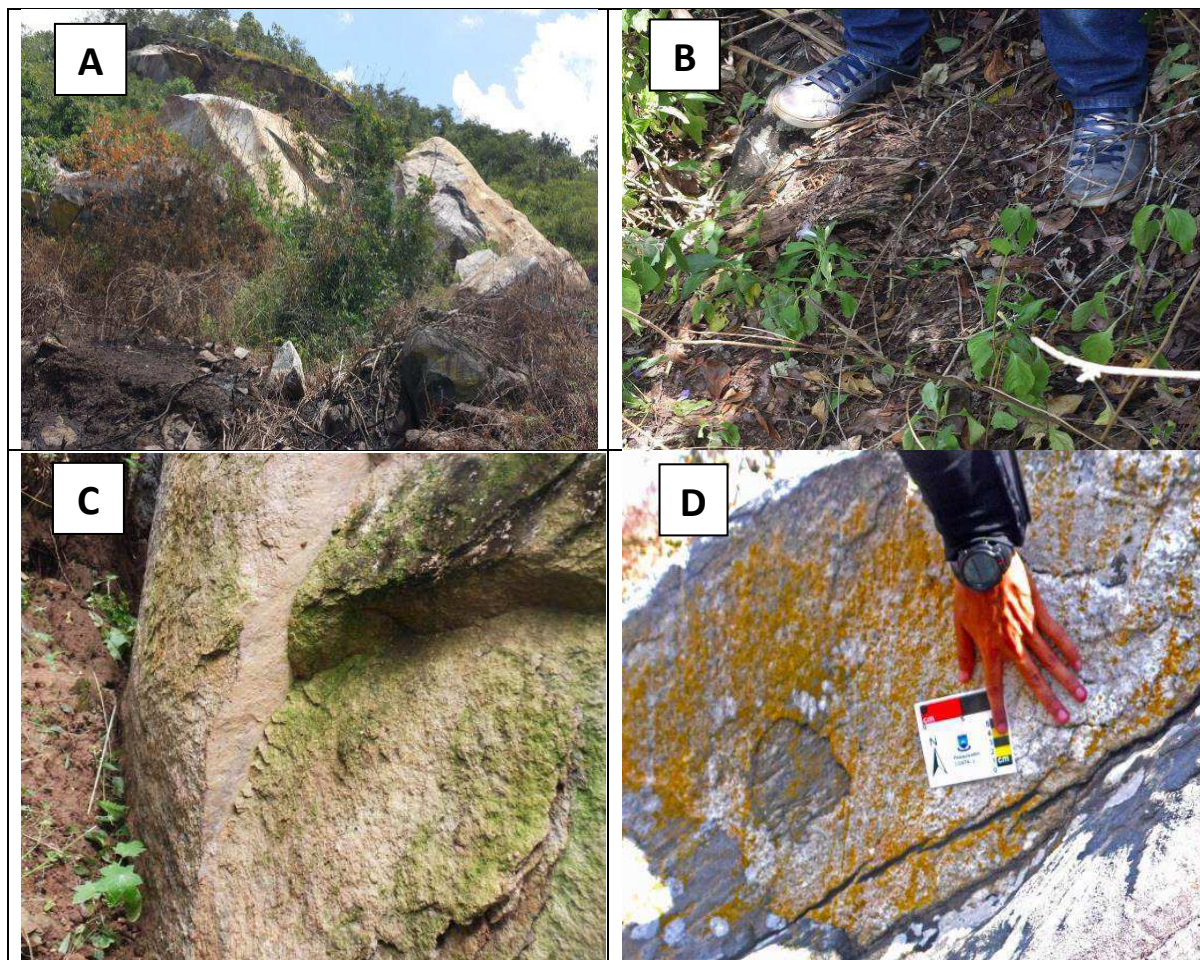


Figura 26- Elementos constituintes do intemperismo biológico presentes na área estudo. Imagens: Autor (2017)

O intemperismo biológico no afloramento estudado é o processo intempérico menos influente para alteração rochosa, contudo, associado aos outros intemperismos e processos, formulam mudanças de causa-efeito para a evolução da paisagem, fortalecendo assim uma relação integrada, o Geossistemas.

CAPITULO 5 – ASPECTOS GEOLÓGICOS E PETROLÓGICOS DA ÁREA DE ESTUDO

Sendo a área pertencente a Província Borborema, como já exposto neste trabalho, este capítulo objetiva estudar as características Geológicas e Petrológicas da área, com ênfase na Serra do Cajueiro, afim de explicar esta influência nos processos de movimentos de massa e consecutiva gênese paisagística e geomorfológica.

5.1 – Breve histórico geológico da área

Tendo por base a complexidade evolutiva da Província Borborema, com maior elaboração no ciclo Brasileiro/Panafricano (700 a 450 Ma), segundo Medeiros (2004), e sucessivos retrabalhamentos, desenvolvidos por meio de “*fenômenos termais, tectônicos, magmáticos, etc, no Proterozóico Superior, perdurantes, inclusive ao longo do Cambro-Ordoviciano*” (Almeida, 1984, p. 123), 1.000 Ma – 450 Ma, tais fenômenos nortearam os estudos do presente capítulo, com ênfase, numa análise espacial mais reduzida, precisamente, entre os terrenos TAM (Alto Moxotó) e TAP (Alto Pajeú), limítrofes, cuja configuração do território municipal de Mogeiro se dá entre estes dois importantes terrenos da Província Borborema.

5.1.1 – Aspectos geológicos estruturais

Seguindo o que é proposto por Leinz & Amaral (1975) no âmbito das linhas de isotermas nas rochas e minerais, já discutida nesse trabalho (Capítulo 3), padrões que regulam a quebra das rochas, assim como o estudo proposto por Maia (2017) que estabelece aspectos de erosão em diversas escalas espaciais, regidos por condicionantes de deformações dúcteis (tensão plástica) e rúpteis (tensão mecânica). Sobrelevamos que a área estudada desenvolve os processos morfogenéticos e morfodinâmicos com as seguintes características geológicas:

5.1.1.1 – Macroescala

A área está circundada por dois importantes lineamentos estruturais da Província Borborema (PBorb), á 42,22 km ao norte está o lineamento Patos, este divide a PBorb em superterrenos com diferenças crustais e deformacionais (dúcteis e rúpteis), o mesmo segue até o continente africano onde lá se chama de Lineamento Adamaoua-Garaoa (Castaing, 1994 *apud* CPRM, 2002). Já ao sul, a área analisada tem maior proximidade com um importante lineamento, a zona de cisalhamento cruzeiro do Nordeste-Congo, onde também

adentra no continente africano (SANTOS, 2012), esta zona de cisalhamento localiza-se somente 7,88 km da área foco. Os lineamentos supracitados e outros de menor relevância estrutural são orientados em direção E-W (L-O) e W-NE (O-NE) o que reforça a literatura clássica que aborda a evolução estrutural brasileira na PBorb. Outro aspecto que se percebe na área é a presença de falhas e zonas de cisalhamento compressional que significa o deslocamento tectônico que empurrou e soergueu regionalmente estruturas, o mais importante na área é denominado *Nappe Serra do Jabitacá*, figura 27.

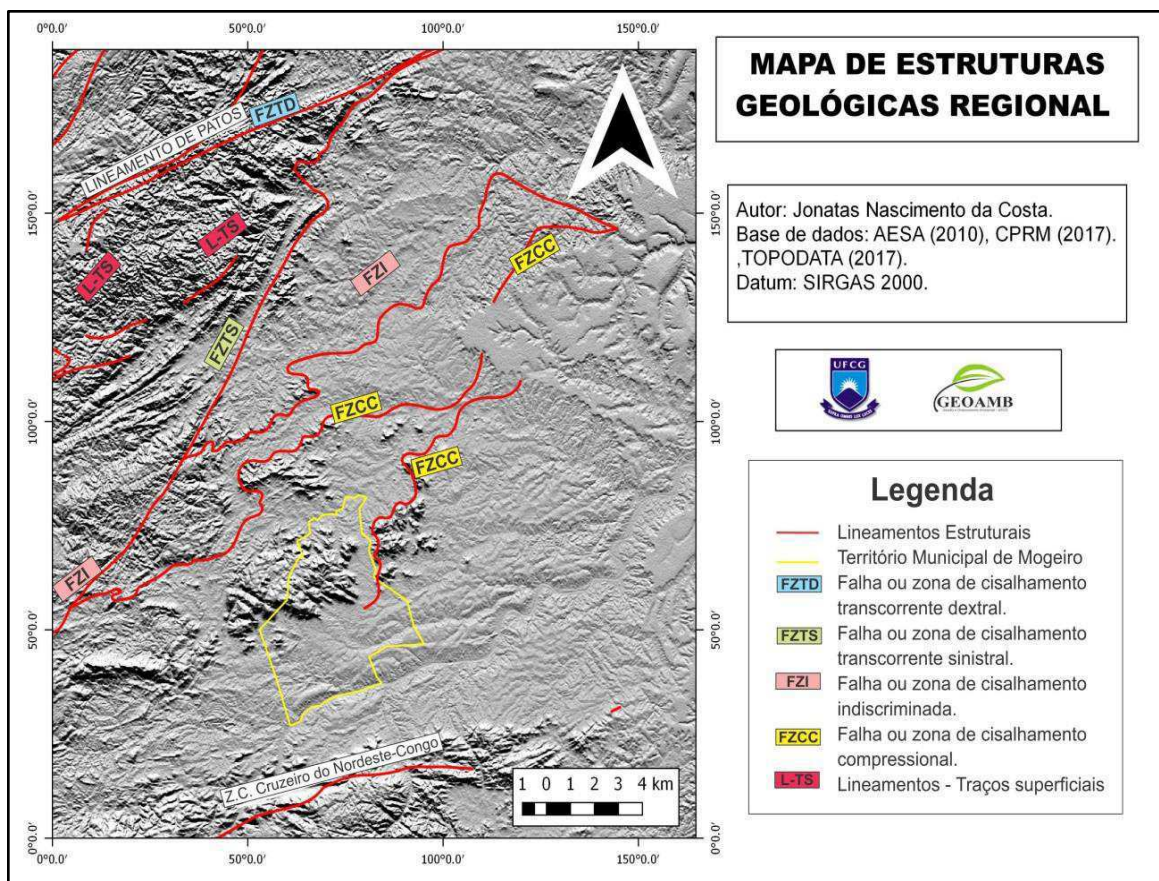


Figura 27- Mapa de estruturas geológicas regional. Organizado: Autor (2018)

5.1.1.2 - Mesoescala

As falhas são rupturas que aparta e desloca blocos de rochas de diferentes tamanhos e distâncias deslocadas (HASUI & MIOTO, 1992), na área analisada e adjacências, existem inúmeras falhas detectadas, estas falhas têm geralmente direção NO-SE e tem fácil reconhecimento por sensores remotos (SRTM), e como metodologia proposta por CPRM (2017) as falhas podem ser identificadas por relação de dados aerogeofísicos, com visíveis feições retilíneas que geralmente são curtas, esta percepção visual é gerada a partir da derivada vertical do campo magnético total (1ª ORDEM), visualizadas na figura 28, para

melhor entendimento destas falhas se faz também outras análises e relações geológicas (CPRM, 2017).

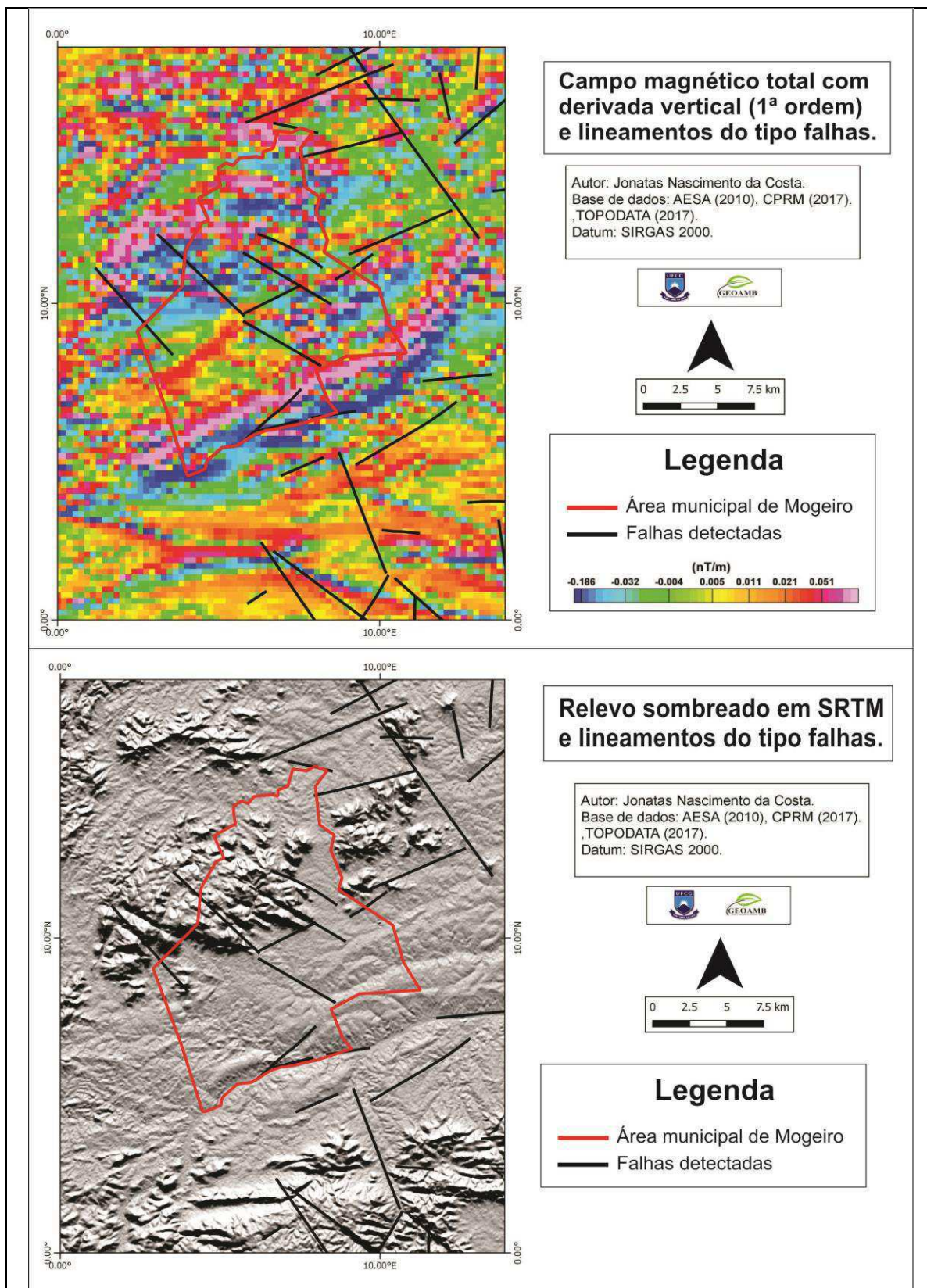


Figura 28 - Imagem aerogeofísica do campo magnético total com derivada vertical e falhas/ Relevo sombreado em SRTM e falhas. Organizado: Autor (2018).

5.1.1.3 – Microescala

Esta é a mais importante escala de análise geológica deste trabalho, pois as características estruturais do maciço Serra do Cajueiro demonstram os seguintes aspectos que corroboram para os processos morfogenéticos e morfodinâmicos, onde são pré-classificados em condicionantes deformacionais dúcteis e rúpteis.

Deformações e processos dúcteis

Designa-se pela operação de processos internos da crosta há profundidades acima de 10 Km, onde a elevada pressão interna e as altas temperaturas (>250°C) provocam a plasticidade/maleabilidade das rochas (HASUI & MIOTO, 1992), figura 29A. Na área analisada foram reconhecidas as seguintes propriedades formadas em regimes dúcteis (profundos).

1º) Formação de rochas ígneas intrusivas

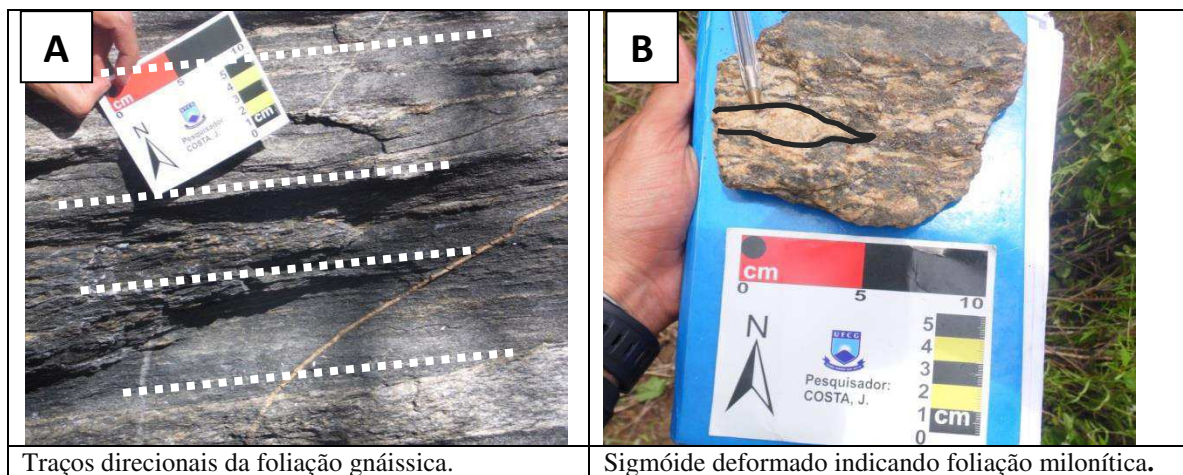
Gerados a partir do resfriamento lento e profundo de magmas variados, geralmente formando granitos, destacamos que toda a base geológica da área é de origem ígnea, e com somente trechos alterados e sedimentares (Formação Barreiras), no quesito formação ígnea intrusiva, ressaltamos que o tamanho dos grãos minerais estão relacionados a sua cristalização lenta, portanto, quanto maior o grão, mais profundo foi gerado (PRESS *et. al.*, 2006), Figura 29B.

2º) Texturas variadas

Esta classificação refere-se ao ajuste dos minerais que compõe aquela rocha, analisados pelo seu tamanho, forma, e etc (SIGEP, 2018), de maneira geral a área contém texturas faneríticas, no maciço serra do Cajueiro comporta, entre fanerítica granular fina ($\pm 1\text{mm}$) e fanerítica granular grosseira (5mm-3cm), figura 29A - B, demonstrando duas origens de formação interna e dois tipos de respostas mecânicas.

3º) Foliações

Linhas/planos normalmente retilíneos que obedecem processos de compressão ou outras deformações (SIGEP, 2018), como no caso da área, pré-existem tensões regionais como o caso da *Nappe* Serra do Jabitacá e outras zonas de cisalhamento, no contexto espacial analisado existem duas variações de foliação, as de bandamento gnáissico (figura 29A), foliação milonítica com grãos deformados (figura 29B).



Traços direcionais da foliação gnáissica.

Sigmóide deformado indicando foliação milonítica.

Figura 29- Características de deformação dúctil (foliações) na Serra do Cajueiro. Imagens: Autor (2017).

4°) Diferenças litológicas

Percebe-se que o maciço estudado é composto por: ortognaisses graníticos, granitos, Biotita augen gnaiss granítico, pontuais inclusões migmatíticas (Figura 30A), em todas unidades litológicas da área presença de inclusões em veios (intercruzados em 'X' e direcionais lineares),(Figura 30).

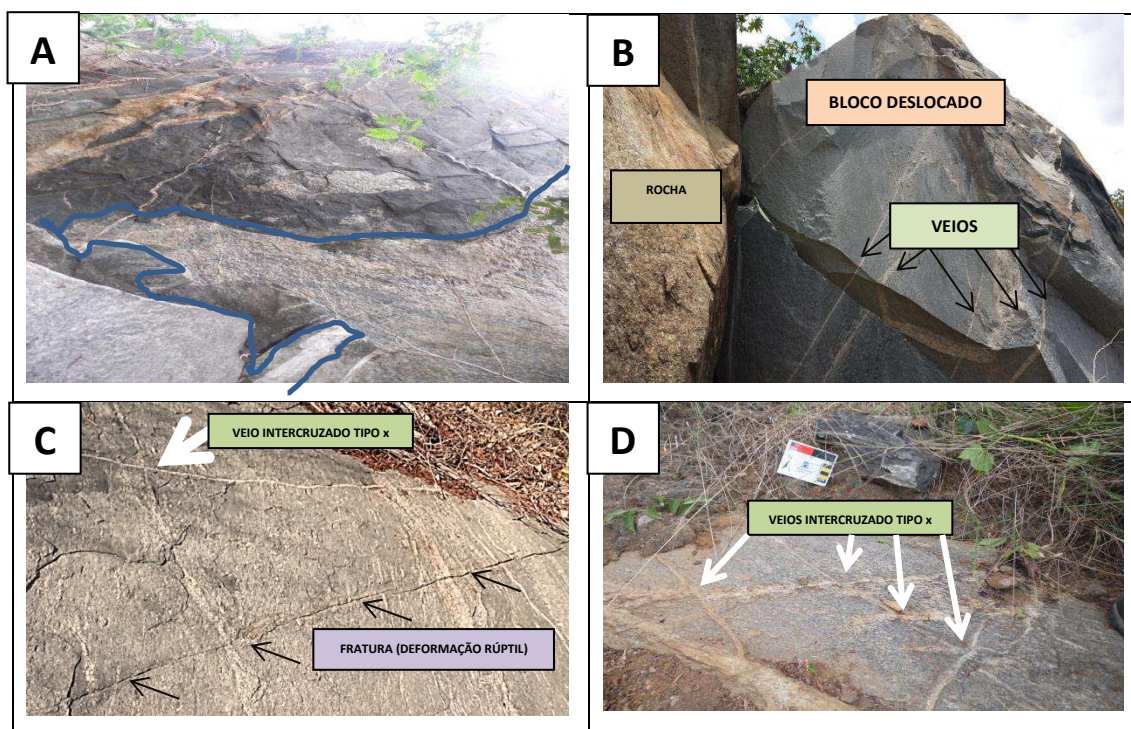


Figura 30- Características de deformação dúctil (diferenças litológicas) na Serra do Cajueiro. Imagens: Autor (2017).

Deformações Rúpteis

Zona na camada litosférica onde as tensões (forças), provocam o rompimento/fragmentação das rochas que estão mais sólidas por estarem localizadas em zonas mais superficiais, normalmente de 10-15 km de profundidade (HASUI & MIOTO, 1992), para tanto, elencaremos no quadro 5 os conceitos de tipologias de deformação rúptil com ênfase no objeto de estudo.

QUADRO 5 - Tipologias deformacionais rúpteis (descontinuidades) presentes na área estudo.

Juntas ou diaclases	“Juntas são estruturas planares geradas por abertura, sem cisalhamento, nas quais a deformação atua no sentido de afastamento das paredes.” (Zerfass, 2011; p. 65)
Falhas	“Falhas são estruturas planares em que se pode observar movimento relativo entre os blocos, paralelo ao plano da estrutura. Ao contrário de alguns autores, não se leva em consideração aqui a medida linear absoluta do deslocamento; considera-se mais importante a verificação objetiva da existência de deslocamento paralelo ao plano da estrutura, independentemente da escala de observação.” (Zerfass, 2011; p. 65)
Fratura	“O termo “fratura”, embora seja o mais comumente empregado em trabalhos sobre estruturas rúpteis, é também o mais vago. Apesar disso, sua utilização é praticamente inevitável na prática, como termo genérico para as estruturas planares disruptivas de um modo geral. E, de um modo particular, sugere-se também sua utilização quando uma determinada estrutura não revela evidências, na escala de observação, do tipo de movimento relativo entre os blocos, se cisalhamento ou abertura.” (Zerfass, 2011; p. 66).

Fonte: Zerfass (2011).

O maciço Serra do Cajueiro apresenta inúmeras juntas, falhas e fraturas, isoladas ou em conjunto, denominadas de famílias, onde seguem direções variadas (vertical, horizontal, diagonal, intercruzadas), em variadas extensões e espaçamentos, preenchidas de material ou não.

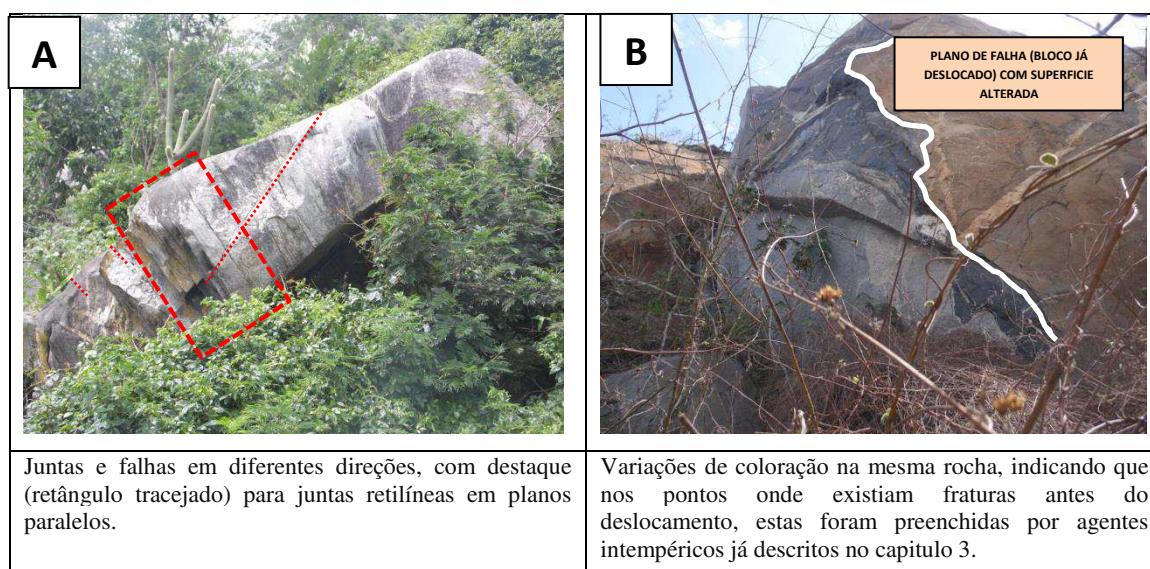
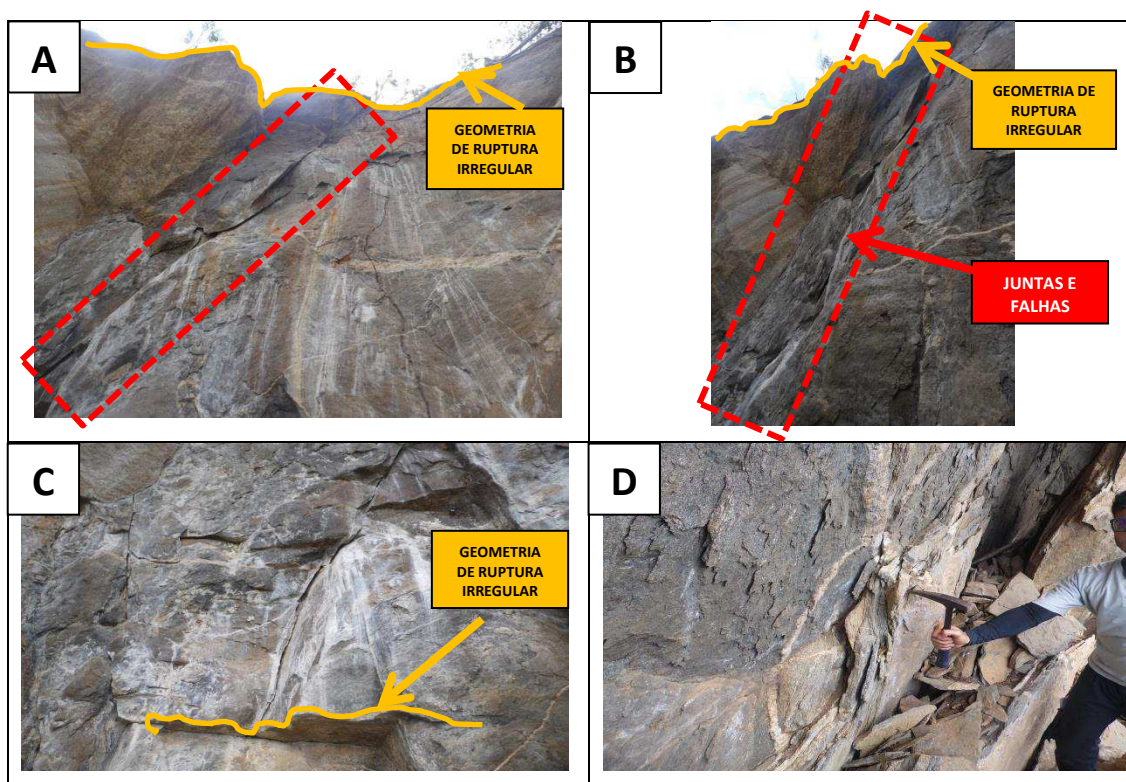


Figura 31- Características de deformação rúptil na Serra do Cajueiro. Imagens: Autor (2017).

Ao avaliarmos o plano (*in situ*) do maciço, observam-se, inúmeras juntas e falhas distintas ou em famílias, o que geometricamente se torna irregular, provocando assim, rupturas de blocos em formatos variados e desordenados (Figura 32-A-B-C). No maciço as juntas estão associadas a planos pré-definidos de fraqueza (foliação, veios, minerais e outros) que já foram discutidos sob a perspectiva da termoclastia e deformações dúcteis, na figura 32-D avista-se dimensões variadas de juntas que delineiam a quebra em placas. Com a presença de injeções intrusivas no afloramento, estas podem servir de linha guia ao detectarmos falhas com movimentos relativos de blocos, caso da figura 32-E.

No entendimento mineralógico, mais precisamente, as variadas durezas e texturas, estas regulam distintamente as deformações e seus comportamentos mecânicos, como demonstrado na rocha da figura 32-F, na qual, onde está a intrusão migmatítica com textura mais grossa o padrão rugoso de quebra é mais desordenado do que o seu entorno de matriz mineral mais fina, onde as linhas de deformação rúptil é mais retilínea, corroborando a teoria clássica de Hasui & Mito (1992).



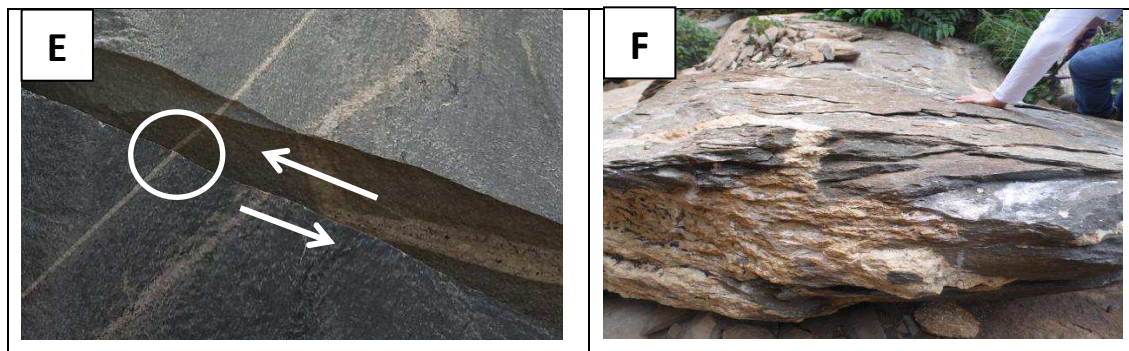


Figura 32- Características de deformação rúptil na Serra do Cajueiro. Imagens: Autor (2017).

CAPITULO 6 – ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS E MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSAS.

6.1. – Contextualização da Morfodinâmica e os movimentos gravitacionais de massa.

A Morfodinâmica é um dos ramos da ciência Geomorfológica, a mesma tem como objeto de estudo os vigentes processos exógenos (ativos) que operam no relevo (Florenzano, 2008), nesse âmbito da atividade e intensividade na modelagem da superfície terrestre, um processo que se destaca em dimensões por vezes catastróficas, são os movimentos gravitacionais de massa, comumente chamados de deslizamentos de encostas, desabamentos de barrancos, e outras designações. Segundo Castro (2009, p.175) os movimentos de massa são: “Todo e qualquer movimento coletivo de materiais terrosos e/ou rochosos, independentemente de diversidade de processos, causas, velocidades, formas e demais características”.

Os movimentos gravitacionais de massa (**MGV**) são amplamente classificados, podendo ser a partir dos tipos de: materiais, processos e fatores condicionantes (FERNANDES & AMARAL, 1996 *apud* FLORENZANO, 2008). Existem diversas linhas teóricas para classificar os movimentos de massa, como a de Guidicini e Nieble (1984) *apud* Silva (2011), dividindo em: Escoamentos (Rastejo e corridas), Escorregamentos (rotacionais, translacionais, quedas de blocos, quedas de detritos) e Subsidência e movimentos complexos (subsidências, recalques e desabamentos); como também, baseado nos registros de desastres no país, o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC) institucionalizou a Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE, 2012), na qual, dentre, os muitos desastres, é estabelecido que os movimentos de massa, são divididos em: Quedas, tombamentos e rolamentos (Blocos, Lascas, Matacões, Lajes). Deslizamentos (de solo e/ou rocha), Corridas de massa (Solo/Lama, Rocha/ Detrito) e Subsidências e colapsos (figura 33).

TIPO	SUBTIPO	DEFINIÇÃO
Quedas, tombamentos e rolamentos	Blocos	As quedas de blocos são movimentos rápidos e acontecem quando materiais rochosos diversos e de volumes variáveis se destacam de encostas muito íngremes, num movimento tipo queda livre. Os tombamentos de blocos são movimentos de massa em que ocorre rotação de um bloco de solo ou rocha em torno de um ponto ou abaixo do centro de gravidade da massa desprendida. Rolamentos de blocos são movimentos de blocos rochosos ao longo de encostas, que ocorrem geralmente pela perda de apoio (descaçamento).
	Lascas	As quedas de lascas são movimentos rápidos e acontecem quando fatias delgadas formadas pelos fragmentos de rochas se destacam de encostas muito íngremes, num movimento tipo queda livre
	Matacões	Os rolamentos de matacões são caracterizados por movimentos rápidos e acontecem quando materiais rochosos diversos e de volumes variáveis se destacam de encostas e movimentam-se num plano inclinado.
	Lajes	As quedas de lajes são movimentos rápidos e acontecem quando fragmentos de rochas extensas de superfície mais ou menos plana e de pouca espessura se destacam de encostas muito íngremes, num movimento tipo queda livre.
Deslizamentos	Deslizamentos de solo e/ou rocha	São movimentos rápidos de solo ou rocha, apresentando superfície de ruptura bem definida, de duração relativamente curta, de massas de terreno geralmente bem definidas quanto ao seu volume, cujo centro de gravidade se desloca para baixo e para fora do talude. Frequentemente, os primeiros sinais desses movimentos são a presença de fissuras.
Corridas de massa	Solo/Lama	Ocorrem quando, por índices pluviométricos excepcionais, o solo/lama, misturado com a água, tem comportamento de líquido viscoso, de extenso raio de ação e alto poder destrutivo.
	Rocha/ Detrito	Ocorrem quando, por índices pluviométricos excepcionais, rocha/detrito, misturado com a água, tem comportamento de líquido viscoso, de extenso raio de ação e alto poder destrutivo.
Subsidências e colapsos		Afundamento rápido ou gradual do terreno devido ao colapso de cavidades, redução da porosidade do solo ou deformação de material argiloso.

Figura 33- Movimentos de Massa segundo o COBRADE (2012), com destaque (linha amarela) para os MGM's estudados na Serra do Cajueiro. Modificado: COBRADE (2012).

Segundo Brasil (2013) de 1991 a 2012, foram registrados oficialmente 38.996 desastres naturais, destes, 699 eventos foram de MGM's no Brasil, afetando cerca de 5,5 milhões de pessoas e com 535 mortes, sendo o segundo desastre de maior mortalidade do país.

No estado da Paraíba inexistem desastres reconhecidos deflagrados por MGM's , porém Costa *et. al.* (2017) analisa riscos e vulnerabilidades para estes processos dinâmicos no estado, levando em consideração aspectos sociais e naturais locais, como eventos de pequena gravidade, movimentos do tipo rastejo lento/gradual em comunidades habitadas irregularmente (Município de Alagoa Nova-PB). e quedas de blocos rochosos em rodovia (Município Teixeira-PB).

6.2 - A possibilidade de sismicidade intraplaca como gerador de MGM's.

Os MGM's ocorrem por diversas causas, o evento na Serra do Cajueiro, foi inicialmente estudado nesse trabalho, em razão da possibilidade de um eventual tremor/sismo, que segundo Vedovello & Macedo (2007) os sismos são uma das causas primárias dos movimentos de massa (Figura 34), os sismos são gerados por espalhamento de ondas sísmicas geradas dentro ou fora da terra, podendo causar desastres (SIGEP, 2018), estas ondas advindas do interior da terra são ocasionadas pelo tectonismo no rebordo de placas tectônicas, ou, como no caso do Brasil, de sismos e terremotos intraplacas, e no caso da Província Borborema é a zona de maior atividade sísmica do país (Veloso; 2012 *apud* Oliveira; 2015, Oliveira; 2010 *apud* Oliveira; 2015).

Outra hipótese formulada foi do MGM ter sido incitado por desmontes explosivos em obra do canal Acauã-Araçagi, que distancia cerca de 10km do maciço, tendo essas hipóteses inferidas, no ano de 2016, solicitamos pessoalmente no LabSis da UFRN (Campus Natal), este sendo o instrumento técnico-científico para monitoramento de sismicidade no nordeste e trecho do oceano atlântico, onde foram analisados dados de 3 estações sismográficas, descritas com maior detalhe no capítulo 2 (Metodologia), analisados os dados de sismicidade interna e superficial, foi negatizado qualquer tremor recente que pudesse ocasionar o movimento na Serra do Cajueiro (Anexo I).

Causas Primárias	Causas Secundárias	Efeito Geral
<ul style="list-style-type: none"> - terremotos, vulcanismo, ondas gigantes (tsunamis); - chuvas contínuas e/ou intensas; <u>- oscilações térmicas;</u> <u>- erosão e intemperismo;</u> <u>- vegetação (peso, ação radicular);</u> - ações humanas (cortes, depósitos de materiais, estruturas construídas, aterros, tráfego, explosões e sismos induzidos); - oscilações naturais ou induzidas do nível d'água em subsuperfície; - desmatamento. 	<ul style="list-style-type: none"> - remoção de massa; - sobrecarga; - solicitações dinâmicas (vibrações); <u>- pressões em descontinuidades do terreno (p.ex. entrada de água ou crescimento de vegetação em fraturas das rochas).</u> 	Aumento da sollicitação sobre os materiais componentes da encosta, acarretando variações nas condições de tensão no talude.
	<ul style="list-style-type: none"> - diminuição nas propriedades de coesão e ângulo de atrito dos materiais presentes nas encostas; <u>- variações nas relações de tensões, estruturas e geometria dos materiais presentes nas encostas.</u> 	<u>Redução da resistência ao rompimento / cisalhamento dos materiais componentes da encosta</u>

Figura 34 - Causas dos Movimentos de Massa com ênfase nas características da área estudada. Modificado de Vedovello & Macedo (2007).

6.3 - O evento estudado

No dia 09 de novembro de 2013, por volta das 5h00min moradores da comunidade rural do Cajueiro (cerca de 500m de distância do maciço) e comunidades da região, escutaram o potente som provocado pela quebra e conseqüente deslocamento de dois grandes blocos de rocha, com dimensões aproximadas de 30m (largura) por 20m (altura) cada um (Figura 35), o grande movimento de massa rochosa promoveu também o revolvimento de solo, gerando extensa mudança na paisagem.

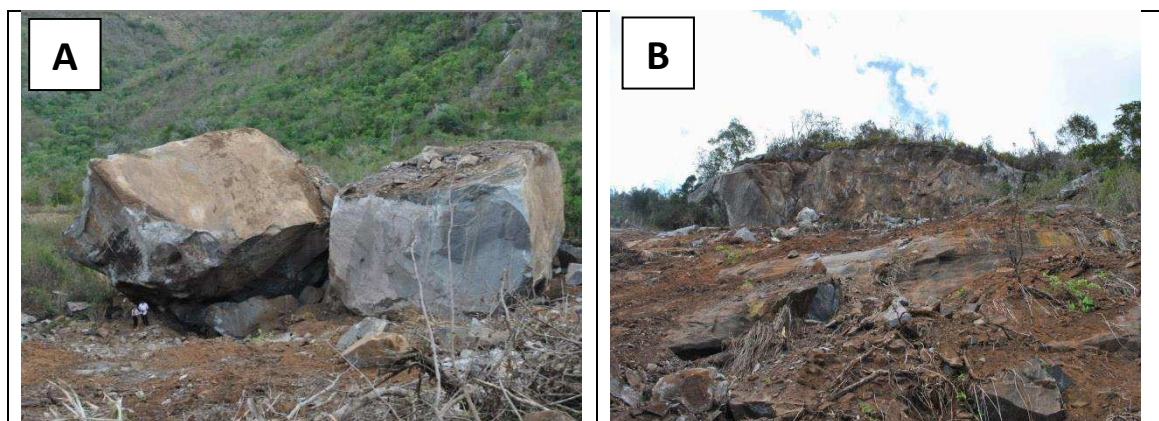


Figura 35- Movimento Gravitacional de Massa, dia 09 de novembro de 2013. Fotos: José Neto (Arquivo Pessoal)

A situação natural propiciou o bloqueio parcial do acesso entre o sítio Cajueiro ao sítio Gaspar, impossibilitando o tráfego de veículos e escoamento da pequena produção agrícola família, o fenômeno gerou pânico e ampla divulgação nas mídias jornalísticas da região (Figura 36).



<p>ITABAIANA hoje e Região "O mais visitado da Região do Vale"</p> <p>INÍCIO FOTOS DO BLOG TRIBUNAL DE CONTAS PORTAL CORREIO JORNAL DA PARAÍBA MINISTÉRIO PÚBLICO</p> <p>Desastre natural em Mogeiro... veja mais fotos terça-feira, novembro 26, 2013</p> 	<p>MOGEIRO AGORA De Mogeiro para o mundo, TOME NOTA!</p> <p>sexta-feira, 22 de novembro de 2013</p> <p>DESASTRE NATURAL EM MOGEIRO</p>  <p>Toneladas de pedras se desprendiram de uma montanha na Serra do Cajueiro, município de Mogeiro - PB. Ao deslizar as rochas abriram uma clareira do tamanho de um campo de futebol. Até o momento não se tem uma explicação para o fenômeno, porém, moradores da região, que não se lembram, afirmam que o barulho foi assustador e culpam os abalos sísmicos dos últimos dias no Rio Grande do Norte como causador do acidente. "Minha esposa que estava de resguardo passou mal com o estouro das pedras e teve que ser removida para o Hospital de Itabaiana, isso aconteceu por volta das cinco horas da manhã, pensei que o mundo tava acabando. Afirmei seu 'Deus' ao Blog Mogeiro Agora, que mora próximo ao local do desastre."</p> <p>À esquerda: a mulher é a Chirlean de Silva Casarici. Foto: ...</p>
<p>http://blogitabaianahoje.blogspot.com.br/2013/11/desastre-natural-em-mogeiro-veja-mais.html</p>	<p>http://wwwmogeiroagora.blogspot.com.br/2013/11/desastre-natural-em-mogeiro.html</p>

Figura 36- - Notícias do evento estudado. Imagens: Internet.

O MGM datado no dia 09 de novembro de 2013, em muito se assemelha ao evento da cidade de Vila Velha – ES, em que no dia 01 de janeiro de 2016, o desastre contabilizou 10 feridos e 108 famílias desabrigadas pelo rolamento de um grande bloco de rocha granítica e, por conseguinte blocos menores, vertente abaixo (Figura 37), segundo noticiários, o CPRM e Defesa Civil concluíram que o rolamento foi ocasionado pela declividade do terreno, inúmeros blocos soltos e rochas com inúmeras fraturas, em que ao relacionarmos com o a Serra do Cajueiro, os aspectos geológicos e geomorfológicos, aqui estudados, são semelhantes em relação os processos morfogenéticos e morfodinâmicos, onde se diferencia a Serra do Cajueiro por inexistir uso e ocupação antrópica vertente abaixo do maciço, esta relação de fenômenos naturais, se fez necessária, além de motivar este estudo, como também, aplicar a outras ocorrências na região semiárida e nordeste do Brasil, onde se há poucos estudos nesse sentido, o que pode acarretar em monitoramento, prevenção a riscos e desastres naturais de ordem geomorfológica, por processos naturais na morfodinâmica semiárida.

<p>MENU G1 ESPÍRITO SANTO</p> <p>01/01/2016 19h22 - Atualizado em 02/01/2016 09h05</p> <h2>Pedra gigante rola e atinge casas do Morro Boa Vista em Vila Velha</h2> <p>Pelo menos, cinco pessoas ficaram feridas e quatro casas, atingidas. Notaer (helicóptero da PM) e o Corpo de Bombeiros foram ao bairro.</p> <p>Rodrigo Rezende Do G1 ES</p> <p>FACEBOOK TWITTER</p> 	
<p>http://g1.globo.com/espírito-santo/noticia/2016/01</p>	<p>https://3.bp.blogspot.com/-XHm9c_HUbYI/Vocfmsuez7I/AAAAAAAAAZel/2t2hNQT3Zec/s1600/12464858_500288630150786_1126145502_o-4102119.jpg</p>

Figura 37 - Evento de rolamento de blocos em Vila Velha (ES). Imagens: Internet.

6.4 – Características geomorfológicas condicionadoras dos movimentos gravitacionais de massa na área

Ao retomarmos as compartimentações geomorfológicas delineadas no capítulo 3 (Ver Geomorfologia), destacamos que na área da Serra do Cajueiro, o relevo é formado por serras altas e médias com incisões de dissecção variada de média a alta, vales encaixados, e formas de topo convexo e tabular. Os aspectos morfométricos relevantes para os processos aqui estudados são. ALTITUDE de 422m (topo da Serra do Cajueiro) e sua base possuindo 385m, AMPLITUDE do maciço analisado é de aproximadamente 37m, porém a amplitude de toda a vertente é de significativa extensão e altura; DECLIVIDADE de forte ondulação (20-45%) á montanhoso (45-75%) como apresentado nas figura 38 e 39. Esta ultima característica é de extrema importância para as movimentações gravitacionais de massa.



Figura 38 - Foto panorâmica da Serra do Cajueiro. Foto: Autor (2017).

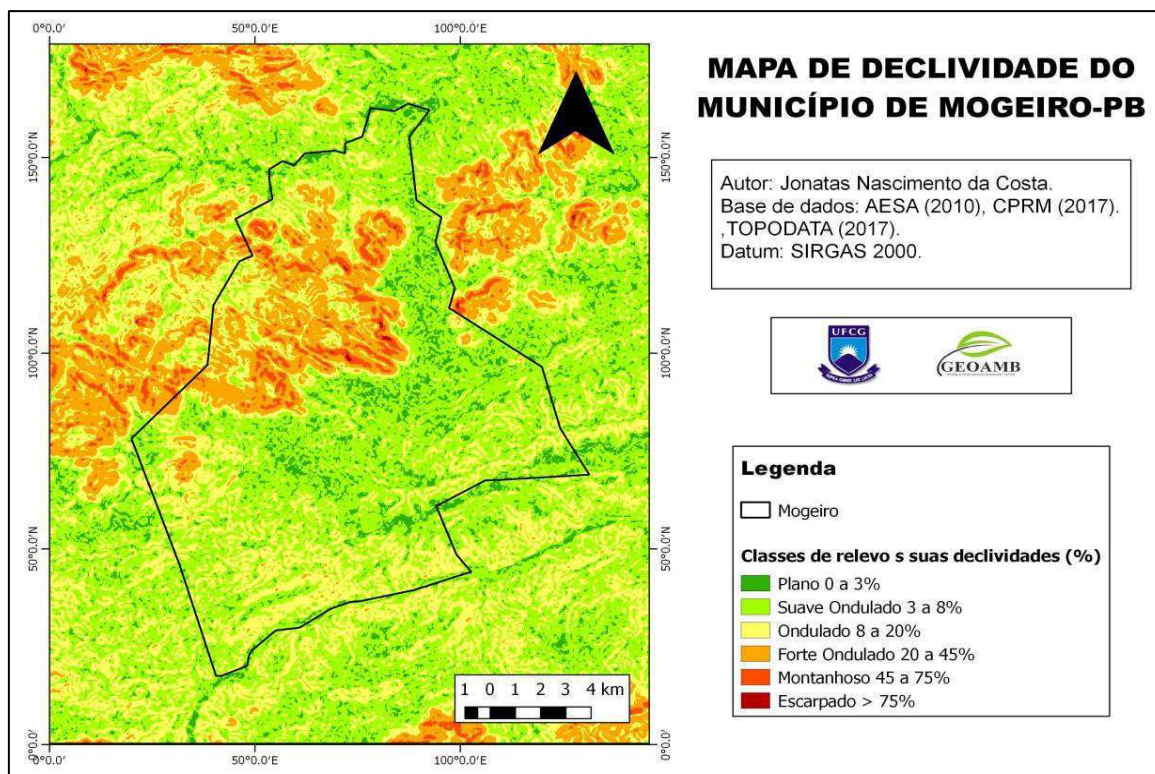


Figura 39 - Mapa de declividade do município de Mogeiro (PB). Produzido por Autor (2018).

6.5 A morfodinâmica ‘ativa’.

Para melhor compreensão lógica e espacial da morfodinâmica discutida neste subitem, foi construído um perfil transversal, onde foram divididos em 04 pontos relevantes de análise, apresentados na figura 40.



Figura 40- Perfil transversal da Serra do Cajueiro. Produzido por COSTA (2018). **Observação** - O círculo de cor amarela com o sinal de ‘?’, designa-se, a NÃO identificação da profundidade e dimensões granulométricas do solo/rochas deslocadas/substrato.

As classes de movimentos gravitacionais de massa detectados no maciço foram o grande tombamento/rolamento do dia 09 de novembro de 2013, e a partir de então, foram identificados os seguintes tipos.

Quedas de rochas de diferentes dimensões e formas, que variam de lascas lisas e concêntricas, propiciadas principalmente pelo fenômeno termoclástico, matacões e lajes em planos de quebra sob influências deformacionais dúcteis e rúpteis, onde todos estes fragmentos rochosos e seus condicionantes foram abordados nos capítulos anteriores. Ressalta-se que os MGM's de tombamento, rolamento e queda estão mais ligados á face livre do maciço Serra do Cajueiro (P3 da figura 40), onde as instabilidades (físicas e mecânicas) são decorridas pela presença de planos de fraquezas (dúcteis-rúpteis),mas também, algo importante para a morfogênese e morfodinâmica do objeto de estudo, é o perfil vertical abaulado de erosão por alívio de pressão e consecutivo movimento, onde esta característica geomórfica potencializa a instabilidade da base do afloramento e o corpo rochoso num todo, figura 41.

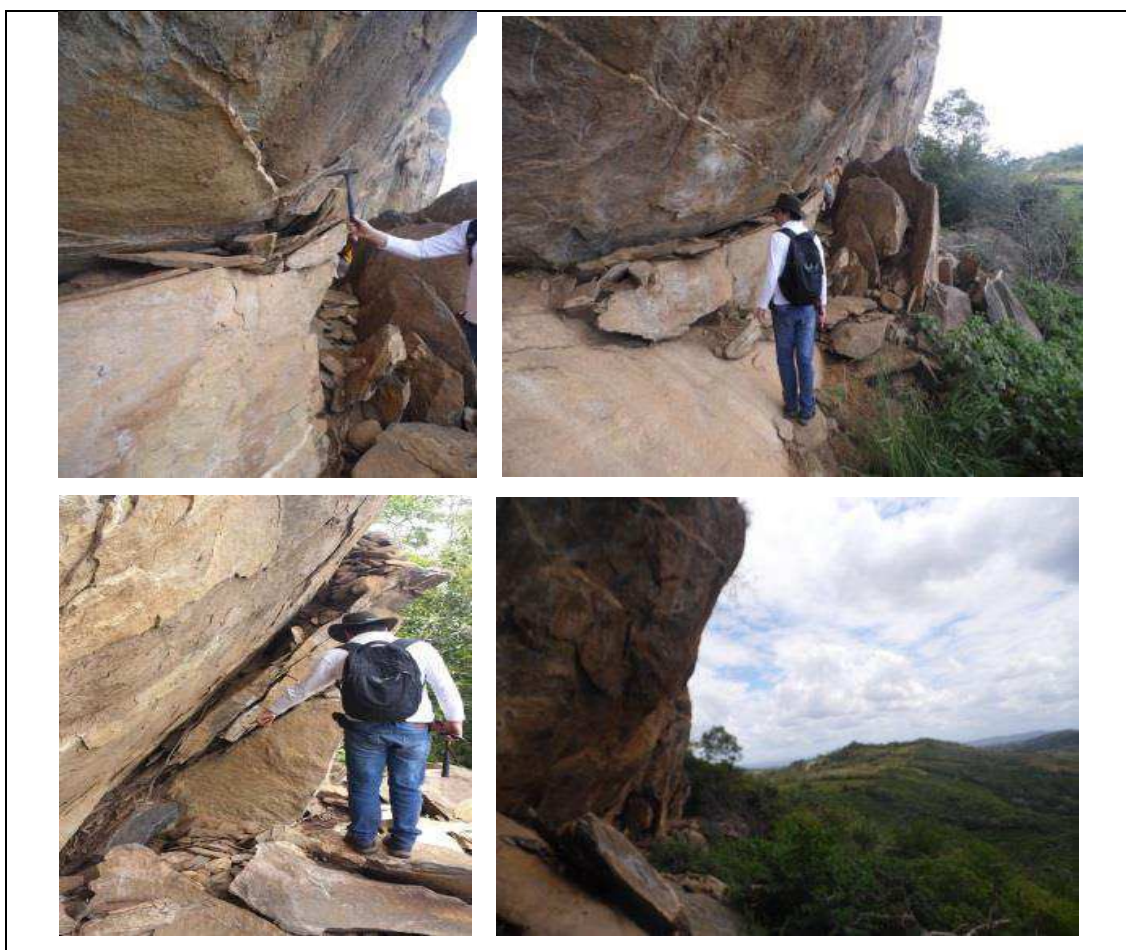


Figura 41- - Perfil vertical abaulado da base do maciço. Fotos: Autor (2018);

Distanciando-se da face livre do afloramento, no P2 (Figura 42), é constatado um significativo deslocamento dos blocos rochosos maiores, rolados no ano de 2013, segundo moradores, essa movimentação foi recente em razão de chuvas no ano de 2017, fazendo uma observação dos dois lados dos blocos, é nítido o distanciamento para com o solo compactado, indicando que devido o exorbitante peso, que ultrapassa toneladas os dois blocos rolados no ano de 2013 ainda estão se movimentando em forma de rastejo lento e gradual vertente abaixo, onde consideramos a desinformação do tipo de material terrígeno/rochoso que está abaixo dos dois grandes blocos, como indicamos na figura 40, com simbologia de ‘?’, enfatizamos que a depender do tipo do material (granulometria, umidade, coesão a atritos, e etc) haverá peculiaridades no tipo de rastejo, necessitando haver maior aprofundamento de estudos geotécnicos e pedológicos na área.



Figura 42- - Blocos movimentados em 2013 e recém-movimentados (P2). Fotos: Autor (2017);

A análise em direção à crista da vertente, precisamente no P1, observa-se no solo fissuras e rachaduras que indicam movimentação do tipo rastejo, temporalmente recente, direcionando seu abatimento vertente abaixo, potencializado pela expressiva declividade.



Figura 43 - Rachaduras como indicadores de movimento do tipo rastejo do solo (P1). Fotos: Autor (2017);

7.0 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante de todo o trabalho desenvolvido, refletiremos algumas considerações a respeito dos processos geomorfológicos na Serra do Cajueiro, Mogéiro-PB.

Ao estudarmos as características físico-ambientais do município e da Serra do Cajueiro, constatamos alguns condicionantes para os processos geomorfológicos pretéritos e atuais naquela área, que a partir de referenciais teóricos fundamentados no capítulo 1, delineou-se um estudo teórico e prático para explicar a morfogênese semiárida e a morfodinâmica.

Levando em consideração os aspectos: climáticos, térmicos e da gênese de paisagens e vertentes do Semiárido, no capítulo 3, foram apreciados que o clima semiárido e seus reduzidos índices pluviométricos, que no recorte espacial estudado estão na média de 700mm/ano, são motriz para a modelagem da superfície semiárida.

Contudo ao investigarmos os condicionantes físicos de temperatura e suas influências nas propriedades dos materiais naturais daquela serra, encontrou-se uma significativa interferência da energia calorífica atmosférica, na faixa de 7.0 a 7.7 horas média diária/ano, os dados interpolados de estações meteorológicas embasaram em números a importância desta energia nas feições visualizadas em campo, como notáveis rochas alteradas fisicamente pelo processo de termoclastia, este, regido pela amplitude térmica diária, numa média/anual proximal de 19.2° (Temperatura Mínima) e 27.8° (Temperatura Máxima), esta variação diária desestabiliza a estrutura físico-química das rochas, controlando cada tipo de mineral/rocha que se comporta (dilatando-contraindo-quebrando) de forma variada, a exemplo das rochas graníticas que são menos resistentes do que o mineral quartzo.

A termoclastia provoca uma quebra bem peculiar, em lascas retilíneas ou concêntricas, que ao longo do tempo segue as etapas de erosão e acumulação em áreas rebaixadas, como no caso da serra do Cajueiro, perfazendo assim, o sistema morfogenético semiárido.

Verificou-se que na serra do Cajueiro, além do intemperismo físico de termoclastia, também atua o intemperismo químico efetuado por reações de interação entre água precipitada, com ácidos orgânicos do estrato vegetal arbóreo-arbustivo e a composição das rochas, que possui minerais ferromagnesianos primários, gerando superfícies de oxidação.

Também foram identificadas pontuais superfícies alteradas por ação biológica de fungos e líquens.

Percebeu-se que a quebra desses materiais rochosos se deu também em favor dos condicionamentos geológicos e petrológicos. Os processos morfogenéticos foram regidos por fatores de: Macroescala – as rochas da província Borborema na área, datadas do Brasiliano/Panafricano (700 a 450 Ma), foram identificadas importantes deformações, do tipo dúctil-rúptil por estarem próximas a grandes lineamentos, ao norte o de Patos (distância de 42,22km), e ao sul, o lineamento Nordeste-Congo (distância de 7,88km); Mesoescala – foram identificadas deformações rúpteis do tipo falhas, onde utilizando dados aerogeofísicos e processamento em 1ª derivada vertical, detectamos mais de 6 falhas orientadas; Microescala – foram identificadas que as quebras rochosas são orientadas por diferenças de: litologias, resistências materiais, texturas, foliações, e inúmeras juntas e fraturas.

No viés geomorfológico, consideramos que o grande evento de movimentação de massas, dos tipos: Quedas, tombamentos, rolamentos, deslizamentos datado no dia 09 de novembro de 2013, foi possibilitado pelas características estudadas ao longo deste trabalho, ressaltando a significativa quantidade de juntas de fraturas no corpo rochoso, planos de quebra pré-definidos pela dúctibilidade deformativa, processos intempéricos (físico, químico, biológico), e agravados pela alta declividade do terreno (45-75%), ocasionando até o presente, processos morfodinâmicos como deslocamentos de solo do tipo rastejo lento/gradual, quedas e rolamentos de blocos rochosos menores, dando importância ao perfil vertical da serra do Cajueiro que tem abaulamento da base para o topo, desestabilizando por gravidade ainda mais as rochas, muitas destas, já fraturadas.

Em suma, esse estudo desenvolvido na serra do Cajueiro, foi de extrema importância pelo pioneirismo científico naquela área, com ênfase no estudo geomorfológico, o setor pesquisado possui expressiva complexidade de processos naturais, fazendo com que, desenvolvam-se outros estudos complementares de diversas especialidades, como, solos, vegetação, geoquímica, geofísica e etc.

Por fim, concluímos que os movimentos de massa na serra do Cajueiro não ocasionaram riscos ou desastres, pela inexistência de ocupação antrópica abaixo da vertente analisada, mas esses eventos naturais causam grandes prejuízos e danos em todo o mundo, incitando assim, maiores estudos científicos aliados a políticas públicas, mas

evocamos nesse trabalho, aplicações científicas voltadas aos movimentos de massa em regiões semiáridas que ainda é um campo pouco estudado e que possui importantes peculiaridades, e que havendo essa insuficiência de informações pode acarretar em ocupações de vertentes que diante condicionantes do sistema semiárido podem gerar riscos e desastres.

8.0 – Referências Bibliográficas

AESA. Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. **Geoportal AESA**. 2010. Disponível em <<http://geo.aesa.pb.gov.br/>> Acesso em: 15set 2017.

AMORIM, R. R. **Um novo olhar na Geografia para os conceitos e aplicações de Geossistemas, Sistemas Antrópicos e Sistemas Ambientais**. Revista Caminhos de Geografia (UFU). v. 13, 2012. 80-101p.

ARAÚJO, Sérgio Murilo Santos de. **Ecodinâmica e degradação ambiental no setor sul de Belém do São Francisco – PE**. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 1996.

ARCANJO, João Batista Alves. **Fotogeologia: conceitos, métodos e aplicações**. 2011. 146f. Salvador : CPRM/SGB, 2011.

ALMEIDA, Lutiane Queiroz de. **Riscos ambientais e vulnerabilidades nas cidades brasileiras: conceitos, metodologias e aplicações / Lutiane Queiroz de Almeida**. – São Paulo, SP: Cultura Acadêmica, 2012. 215p. : il.

ALMEIDA, Hermes Alves de. **Climatologia aplicada à Geografia**. Hermes Alves de Almeida. Campina Grande, EDUEPB. 2016. 317 p.

ALMEIDA, F.F.M. & Hasui, Y. 1984, O Pré-Cambriano do Brasil. São Paulo, Edgard Blücher, 378 p.

BARRY, R. G. e CHORLEY, R. J. 2013. **Atmosfera, Tempo e Clima**. 9º ed. Porto Alegre: Bookman, 512 p.

BERTRAND, Georges. **Paisagem e Geografia Física global**. Esboço metodológico. Caderno de Ciências da Terra. Instituto de Geografia da Universidade de São Paulo, n. 13, 1972.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Defesa Civil. **Glossário de defesa civil: estudos de riscos e medicina de desastres**. 3 ed. rev. / Ministério da Integração Nacional. Brasília: MI, 283 p. 2002.

_____. Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE). **Critérios técnicos e científicos para delimitação do Semiárido Brasileiro**. Brasília, MI, 2017. Disponível em <<http://sudene.gov.br/images/2017/arquivos/Resolu%C3%A7%C3%A3o107-2017->

[Delimitação do semiárido brasileiro.pdf](#)> Acesso em: 25set 2017.

_____. INSTRUÇÃO NORMATIVA n. 1, de 24 de agosto de 2012. **Diário Oficial da União**. Seção 1, n. 169, quinta-feira, 30 de agosto de 2012. Disponível em: <http://bibspi.planejamento.gov.br/bitstream/handle/iditem/208/Instrucao%20Normativa%20n1%2c%20de%2024%20agosto%20de%202012.pdf?sequence=1>. Acesso em: 12 ago. 2017.

CASTRO, C.M.; PEIXOTO, M.N.O.; RIO, G.A.P. **Riscos ambientais e Geografia: Conceituações, abordagens e escalas**. Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ (Rio de Janeiro: UFRJ), v.28-2, p. 11-30, 2005.

CAVALCANTI, E.P. e SILVA, E.D.V. **Estimativa da temperatura do ar em função das coordenadas locais**. VIII Congresso Brasileiro de Meteorologia e II Congresso Latino-Americano e Ibérico de Meteorologia. Sociedade Brasileira de Meteorologia. Belo Horizonte, outubro de 1994. 154-157. 1994.

COBRADE. Classificação e Codificação Brasileira de Desastres. [2012]. Disponível em: http://www.integracao.gov.br/documents/3958478/0/Anexo+V+-+Cobrade_com+simbologia.pdf/d7d8bb0b-07f3-4572-a6ca-738daa95feb0> Acesso em: 28 jan. 2018.

COSTA, J. N.; SILVA, A; ARAÚJO, S. M. S. **Riscos e vulnerabilidades a desastres naturais no estado da Paraíba: Relação entre fatores geoambientais, registros e ações**. XVII Seminário Nacional de Bombeiros (SENABOM). João Pessoa, 2017.

CORREA, A.C.de B., TAVARES, B. de A. C., MONTEIRO, K. de A., CAVALCANTI, L. C. de S. e LIRA, D. R. de. **Megageomorfologia e morfoestrutura do planalto da Borborema**. 2010. 31 (1/2), 35-52f. Revista do Instituto Geológico, São Paulo, 2010.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. **Geologia e Recursos Minerais do Estado da Paraíba**. 2002. 234f. Organizado por Edilton José, Cícero Alves, José Maria Ferreira. Recife: CPRM, 2002.

_____. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do município de Mogeiro, estado da Paraíba**. 2005. 10p. e anexos. Organizado [por] João de Castro Mascarenhas, Breno Augusto Beltrão, Luiz

Carlos de Souza Junior, Franklin de Moraes, Vanildo Almeida Mendes, Jorge Luiz Fortunato de Miranda. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005.

_____.; GEOSGB CPRM. 1079 - Projeto Aerogeofísico da borda oriental do Planalto da Borborema. 2008. Disponível em <<http://geosgb.cprm.gov.br/>> Acesso em: 22 dez. 2017

_____. Geologia e recursos minerais da Folha Campina Grande, estados da Paraíba: texto explicativo. Sérgio Willian de Oliveira Rodrigues e Vladimir Cruz de MedeirosOrg.- Recife: CPRM-RE, 2015. 80p., 01 mapa geológico, escala 1:100.000 (Série Programa Geologia do Brasil)..

_____. Geologia e recursos minerais da Folha Sapé SB.25-Y-C-II Escala 1:100.000. Estado da Paraíba / Ignez de Pinho Guimarães, Sheila Maria Bretas Bittar Schulze, Douglas José da Silva Farias, Ranjana Yadav e Cícera Neysi de Andrade. - Recife: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2017.

CPTEC – Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos. **Glossário Técnico CPTEC**. 2017. Disponível em: <<http://www.cptec.inpe.br/glossario.shtml>>. Acesso em: 26 set. 2017.

CHRISTOFOLETTI, A., 1980. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blücher.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Solos**. 2016. Disponível em: <<http://www.uep.cnps.embrapa.br/solos/index.php?link=pb>>. Acesso em: 12Set de 2017.

DAGNINO, R.S.; CARPI JR, S. Risco ambiental: conceitos e aplicações. **CLIMEP - Climatologia e Estudos da Paisagem**, Rio Claro/SP, 2:2, p. 50-87, julho/dezembro 2007.

FRANCISCO, P.R.M.; MEDEIROS, R.M.; SANTOS, D.; MATOS, R.M. Classificação climática de Köppen e Thornthwaite para o estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 08, n. 04, p. 1006-1016, 2015.

FLORENZANO, T. G. **Introdução à geomorfologia**. In: FLORENZANO, T. G (Org.) Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. **Manual técnico de geomorfologia**. 2009. 175p. IBGE, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. – 2. ed. - Rio de Janeiro : IBGE, 2009.

_____. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2017. Dados demográficos, censitários e vetoriais. Disponível em: <<https://ww2.ibge.gov.br>> Acesso em: 25 set 2017.

IPEA. **Caracterização e tipologia de assentamentos precários: estudos de caso brasileiros** / editores: Maria da Piedade Morais, Cleandro Krause, Vicente Correia Lima Neto. – Brasília : Ipea, 2016.

HASUI, Y.; MIOTO, J. A. **Geologia estrutural aplicada**. Associação Brasileira de Geologia de Engenharia - ABGE-São Paulo, 459 p, 1992.

LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. da. **Ecologia e Conservação da Caatinga**. Recife: UFPE, 2003. 822p.

LEINZ, V.; AMARAL, S. E. do. **Geologia geral**. Edição: 6.ed. rev. atual. Ano de publicação: 1975. Fonte/Imprensa: São Paulo: Nacional, 1975

NASCIMENTO, F. R.; SAMPAIO. J. L. F. Geografia Física, geossistemas e estudos integrados da paisagem. **Revista da Casa da Geografia de Sobral**, vol.6/7, no.1, 2005. p.167-178.

MACEDO, M.J.H.; GUEDES, R. V. S.; SOUZA, F.A.S; DANTAS, F.R.C. Análise do índice padronizado de precipitação para o estado da Paraíba. Brasil. **Ambi-Agua**, Taubaté, v. 5, n.1, p. 204-214, 2010.

MAIA, Rubson Pinheiro; BEZERRA, Francisco. H. R. **Condicionamento estrutural do relevo no Nordeste setentrional Brasileiro**. 2014. v. 13, p. 127-141. **Mercator** (UFC), 2014.

_____, Rubson Pinheiro. **Erosão diferencial e propriedades geomorfológicas das rochas – exemplos do NE Brasileiro**. Revista de Geociências do Nordeste, v. 3, p. 01-15, 2017. **REGNE** (UFRN), 2017.

MENDONÇA, Francisco. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil** / Francisco Mendonça. Inês MorescoDanni-Oliveira. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

MEDEIROS, Vladimir Cruz de. **Evolução geodinâmica e condicionamento estrutural dos terrenos Piancó-Alto Brígida e Alto Pajeú, domínio da zona transversal, NE do Brasil**. 2004. 199 f. Tese (Doutorado em Geodinâmica; Geofísica) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2004.

MOLION, L. C. B.; BERNARDO, S.O. Dinâmica das chuvas sobre o Nordeste brasileiro, In: XI CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA. Anais Sociedade Brasileira de Meteorologia – SBMET CL00132, Rio de Janeiro, RJ, 2000, 1 CD-ROM.

POPP, José Henrique, 1939. **Geologia geral**/ José Henrique Popp, - 6. Ed. – [Reimpr.]. – Rio de Janeiro: LTC, 2012.

PRESS F., SIEVER R., GROTZINGER J. JORDAN T.H. 2006. **Para entender a Terra**. 4 ed. Trad. R. Menegat, P.C.D. Fernandes, L.A.D. Fernandes, C.C. Porcher. Porto Alegre: Bookman. 656p.

RADAMBRASIL, BRASIL. Ministério das Minas e Energia, Secretaria Geral. **Projeto RADAMBRASIL**. Folhas. 24/25. Jaguaribe/Natal; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 744 p. 7 mapas. 1987

RIBEIRO, S. C. ; MARCAL, M. S. ; Corrêa, A.C.B. Geomorfologia de áreas semi-áridas: uma contribuição aos estudos dos sertões nordestinos. **Revista de Geografia** (Recife) , v. 27, p. 120-137, 2010

RODRIGUES, S.W.O. 2008. **Evolução estrutural brasileira da Província Borborema na região de Campina Grande (PB)**. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, USP, 173 p.

OLIVEIRA, Paulo Henrique Sousa de. **Sismicidade e Esforços Tectônicos na Zona Sísmica Acaraú, Nordeste do Brasil**. 2015. 135 p. Tese (Doutorado em Geodinâmica; Geofísica) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2015.

ROSS, J. L. S. O registro dos fatos geomórficos e a questão da taxonomia do relevo. **Revista do Departamento de Geografia**, FFCH/USP. São Paulo, v. 6. p. 17-29, 1992.

SANTOS, Lauro César Montefalco de Lira. 2013. **O paleoproterozoico (2.3 a 1.6 ga) do terreno Alto Moxotó, província Borborema: significado e implicações para o gondwana ocidental**. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, UNB, 124 p.

SANTOS, C. A. 2012. Cinturão de Cisalhamento Congo – Cruzeiro do Nordeste, uma descontinuidade crustal no Domínio da Zona Transversal, Província Borborema. Tese de Doutorado, Pós-graduação em Geociências - UFPE. 113p.

SAMPAIO, Marcelly da Silva; ALVES, Marcelo de Carvalho; CARVALHO, Luiz Gonsagade. Uso de Sistema de Informação Geográfica para comparar a classificação

climática de Koppen-Geiger e de Thornthwaite. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO – SBSR, XV. Curitiba, 2011. Anais... Curitiba, 2011.

SILVA, M. A V. **Meteorologia e Climatologia**. Recife: Versão Digital 2, 2006. 463p.

SILVA, F. M.. **Geografia Física II**. Org. Fernando Moreira da Silva, Marcelo dos Santos Chaves, Zuleide Maria C. Lima. – Natal, RN: EDUFRRN, 2009. 240 p.

SILVA, E. L. **Aplicação de Modelo de Predição de Escorregamentos para gestão de riscos de desastres como subsídios às políticas públicas locais no município de Vitória/ES**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Brasília. Brasília. 199p. 2011.

SIGEP. Glossário Geológico Ilustrado do CPRM. 2017. Disponível em <<http://sigep.cprm.gov.br/glossario/>> Acesso em: 07 fev. 2018.

TAVARES, Bruno de Azevedo Cavalcanti. **A participação da morfoestrutura na gênese da compartimentação geomorfológica do gráben do Cariatá, Paraíba**. 2010. Dissertação (mestrado). Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 137 p.

TOPODATA. Banco de dados Geomorfométricos do Brasil. 2017. Disponível em <<http://www.dsr.inpe.br/topodata/>> Acesso em: 09 jan. 2018.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro, FIBGE/SUPREN. 1977. 91p.

TROPPEMAIR, H. **Biogeografia e meio ambiente**. 9ª. Ed. Rio de Janeiro: Technical Books, 2012.

TROLEIS, Adriano Lima. Estudos do Semiárido / Adriano Lima e Ana Claudia Ventura dos Santos. **Estudos do Semiárido** – 2. Ed. – Natal: EDUFRRN, 2011. 168 p.

VASCONCELOS, T. L.; SOUZA, S. F.; DUARTE, C. C.; MELIANI, P. F.; ARAÚJO, M. S. B.; CORREA, A. C. B. Estudo morfodinâmico em área do semi-árido do Nordeste brasileiro: um mapeamento geomorfológico em micro-escala. **Revista de Geografia** (Recife), v. 24, 2007, p. 34-48.

Vedovello, R., & Macedo, E. S.. Deslizamento de encostas. In R. F. Santos (Org.), **Vulnerabilidade ambiental: desastres naturais ou fenômenos induzidos?** =, 2012. p. 75-93. Brasília: Ministério do Meio Ambiente.

VITTE, A. C. O. Desenvolvimento do conceito de paisagem e sua inserção na geografia física. **Revista Mercator**, n. 11, 2007, p.71-78.

XAVIER, R. A.; MACIEL, J. S.; SILVA, V. M. A. Vulnerabilidade geológico-geomorfológica da folha Boqueirão, Paraíba. **Revista de Geociências do Nordeste**, v. 2, p. 294-303, 2016.

ZERFASS, H. C. J. F. Geologia estrutural em ambiente rúptil: fundamentos físicos, mecânica de fraturas e sistemas de falhas naturais. **Terrae Didatica**, v. 7, p. 75, 2011.

ANEXOS

ANEXO I- Relatório de análises de dados sísmicos da rede sismográfica RSISNE



Relatório de análises de dados sísmicos da rede sismográfica RSISNE

O presente relatório refere-se a análises de dados sísmicos da rede Sismográfica do Nordeste RSISNE, pertencente ao Labsis da UFRN, com a finalidade de identificar possíveis eventos.

Em resposta a solicitação feita através do e-mail datado em 03/01/2017 do Sr. Jonatas Nascimento da Costa, aluno do curso de Geografia da UFCG-Universidade Federal de Campina Grande na PB, na busca de certificar ou não um evento sísmico na região do agreste da Paraíba (nos municípios de Mogeiro e Itatuba), onde o mesmo declara, a provável data do evento (09 de novembro de 2013).

Para isto informamos que foram analisados os registros sísmicos no período entre 01 a 30 de novembro, de três estações sismográficas instaladas nas seguintes localidades: NBPV Pedro Velho RN, NBLI Livramento PB e NBCA Caruaru PE.

Declaramos que não foi registrado nenhum evento sísmico.

Desde já agradecemos a atenção.

Eduardo de Assunção S. de Moraes

Analista do LABSIS

Natal, 21 de julho de 2017.